ISSN: 2786-6459 (Online)
ISSN: 2786-6467 (Print)
DOI: 10.33744/2786-6459-2026-82.1

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ ПРОФЕСОРСЬКО-ВИКЛАДАЦЬКОГО СКЛАДУ, АСПІРАНТІВ, СТУДЕНТІВ ТА СПІВРОБІТНИКІВ ВІДОКРЕМЛЕНИХ СТРУКТУРНИХ ПІДРОЗДІЛІВ УНІВЕРСИТЕТУ

ВИПУСК 82
частина 1

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

Київ – 2026

УДК 629.11; 625.7; 338; 656; 656.2; 656.6; 656.078.1; 34

DOI: 10.33744/2786-6459-2026-82.1

Наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. – К.: НТУ, 2026, Вип. 82, частина 1 – 820 с.

У збірнику публікуються тези 82-ої наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету.

Редколегія:
Голова оргкомітету:
канд. техн. наук, професор Грищук Олександр Казимирович.
Заступники голови оргкомітету:
д-р техн. наук, професор Славінська Олена Сергіївна;
канд. техн. наук, професор Мельниченко Олександр Іванович;
канд. техн. наук, професор Харута Віталій Сергійович;
канд. юрид. наук, доцент Ярова Руслана Василівна.

***Члени оргкомітету*:**

Автушенко І.Б., д-р іст. наук, професор;	Матвійчук А.В., д-р юрид. наук, професор;
Аль-Амморі Алі Нурддинович, д-р техн. наук, професор;	Мельник О.В., канд. техн. наук, канд. екон. наук, доцент;
Андрусенко С.І., канд. техн. наук, професор;	Мироненко В.К., д-р техн. наук, професор;
Антонович Є.А., канд. пед. наук, доцент;	Мозговий В.В., д-р техн. наук, професор;
Байрамова О.В., канд. канд. філос. наук, доцент;	Мусієнко А.В., канд. юрид. наук, доцент;
Барабаш О.В., д-р техн. наук, професор;	Мусійко В.Д., д-р техн. наук, професор;
Базилюк А.В., д-р екон. наук, професор;	Ніколенко О.В., директор ВСП «Житомирський автомобільно-дорожній фаховий коледж Національного транспортного університету»;
Богачевська І.В., д-р філос. наук, професор;	Ніконов О.Я., д-р техн. наук, професор;
Бойко В.Д., канд. техн. наук, доцент;	Озель В.І., канд. юрид. наук, доцент;
Бубела А.В., д-р техн. наук, професор;	Онищенко А.М., д-р техн. наук, професор;
Воркут Т.А., д-р техн. наук, професор;	Петренко О.І., канд. екон. наук, доцент;
Гавриленко В.В., д-р фіз.-мат. наук, професор;	Прокудін Г.С., д-р техн. наук, професор;
Гамеляк І.П., д-р техн. наук, професор;	Рутковська І.А., канд. техн. наук, професор;
Голуб Г.М., канд. техн. наук, доцент;	Савчук А.М., канд. техн. наук, доцент;
Горалік Є.Т., канд. техн. наук, доцент;	Сахно В.П., д-р техн. наук, професор;
Горідько Н.М., канд. техн. наук, доцент;	Семенчук Т.Б., канд. екон. наук, професор;
Гульчак О.Д., канд. техн. наук, доцент;	Скляренко І.Ю., канд. пед. наук, доцент;
Гурінчук С.В., канд. іст. наук, доцент	Скрипник В.С., професор, директор ВСП «Надвірнянський фаховий коледж Національного транспортного університету»;
Дакі О.А., д-р техн. наук, професор;	Сорочинська О.Л., канд. іст. наук, доцент;
Добровольський О.С., канд. техн. наук, доцент;	Тараненко С.В., канд. техн. наук, доцент;

Дорошева А.О., канд. іст. наук, доцент;	Твердомед В.М., канд. техн. наук, доцент;
Дуброва О.М., канд. пед. наук, доцент;	Тимощук О.М., д-р техн. наук, професор;
Заяц О.В., канд. екон. наук, доцент;	Тимченко Л.І., д-р техн. наук, професор;
Іщенко В.М., канд. техн. наук, доцент;	Тирон О.М., канд. псих. наук, доцент;
Кібітлевський Й.Е., в.о. директора ВСП «Барський фаховий коледж транспорту та будівництва Національного транспортного університету»;	Ткаченко В.П., д-р техн. наук, професор;
Клочков Ю.П., канд. екон. наук, доцент;	Урум Н.С., канд. пед. наук, доцент;
Клюєва Є.М., д-р юрид. наук, професор;	Усиченко О.Ю., канд. техн. наук, доцент;
Ковальчук В.В., канд. фіз-мат. наук, доцент;	Ципко В.В., д-р пед. наук, професор;
Ковбасенко С.В., канд. техн. наук, доцент;	Цюман М.П., канд. техн. наук, доцент;
Ковбатюк М.В., канд. екон. наук професор;	Чебан О.М., канд. юрид. наук доцент;
Козак Л.С., канд. екон. наук, професор;	Шатіло В.А., д-р юрид. наук, професор;
Кузьмінець М.П., д-р техн. наук, професор;	Ширяєва С.В., канд. техн. наук доцент;
Лебідь В.В., канд. техн. наук, доцент;	Шкляр В.В., канд. екон. наук, доцент;
Ліпецька Н.Ф., доцент;	Шлюнь Н.В., канд. техн. наук, доцент;
Ложачевська О.М., д-р екон. наук, професор;	Шпиг А.Ю., канд. техн. наук, доцент;
Лоза І.А., д-р фіз.-мат. наук, професор;	Шульга Н.Д., д-р наук з державного управління, директор ВСП «Київський транспортно-економічний фаховий коледж Національного транспортного університету»;
Ляшко О.В., канд. фіз-мат. наук, доцент;	Шуляренко С.М., канд. екон. наук, доцент;
Маранов О.В., канд. техн. наук, доцент;	Щербина Р.С., канд. техн. наук доцент;
Марчук О.В., д-р техн. наук, професор;	Яновська В.П., д-р екон. наук професор.

Секретар оргкомітету: мол. наук. співр. Духненко Я.С.

Затверджено: Вченою радою Національного транспортного університету
(протокол № 4 від 30 квітня 2026 р.)

Адреса редколегії: 01010, Україна, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, Національний транспортний університет, тел.: +38 (044) 280-20-77
e-mail: ndi@ntu.edu.ua

Зареєстровано: Національною радою України з питань телебачення і радіомовлення
Рішення № 2218 від 23.10.2025
Ідентифікатор медіа в Реєстрі суб'єктів у сфері друкованих медіа R30-06584

Засновник, видавець, виготовлювач: Національний транспортний університет. Свідоцтво суб'єкта видавничої діяльності ДК № 1218 від 30.01.2003 р.

Адреса видавця: 01010, Україна, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, Національний транспортний університет, тел.: +38 (044) 280-84-48

Адреса виготовлювача: Національний транспортний університет, редакційно-видавничий відділ, 01103, Україна, м. Київ, вул. Михайла Бойчука, 39,
тел.: +38 (044) 284-26-26, t-mail: nturvv@gmail.com

ISSN 2786-6459 (Online), ISSN 2786-6467 (Print)

© Національний транспортний університет, 2026.

ЗМІСТ

Загальний блок

Секція 1. Перспективні напрямки відновлення та розбудови транспортної інфраструктури України……...…….. 6
Секція 2. Реалізація освітньо-наукового процесу та трансферу технологій в умовах європейської інтеграції…… 15

Інженерно-технологічний напрям

Секція 1. Підвищення надійності та довговічності автомобілів і дорожніх машин, удосконалення методів їх ремонту з мінімальною енерго- та матеріаломісткістю……. 28
Підсекція виробництва, ремонту та матеріалознавства……. **28**
Підсекція інженерії машин транспортного будівництва…… **38**
Підсекція комп'ютерне моделювання та дизайн машин і споруд……..... **62**
Секція 2. Поліпшення економічних та екологічних показників автомобільного транспорту і розвиток його виробничої інфраструктури……..……. 87
Підсекція підвищення ефективності автомобільних транспортних засобів шляхом розробки та удосконалення їх конструкцій, застосування мікропроцесорів, нових видів палива та конструкційних матеріалів, зниження витрат палива та токсичності…….. **87**
Підсекція автомобілів…… **103**
Підсекція автосервісу……..... **138**
Підсекція інформаційно-аналітичної діяльності та інформаційної безпеки……..…….. **180**
Секція 3. Розробка науково обґрунтованих методів проєктування, будівництва та експлуатації автомобільних доріг і мостів, що сприятимуть найбільш швидкому оновленню країни……. 204
Підсекція транспортного будівництва та управління майном……... **204**
Підсекція мостів, тунелів та гідротехнічних споруд……..… **248**
Підсекція дорожньо-будівельних матеріалів……... **306**
Підсекція системного проєктування об'єктів транспортної інфраструктури та геодезії……. **316**
Підсекція хімії…… **365**
Секція 4. Транспортні технології (на автомобільному транспорті) …….. 367
Секція 5. Розробка раціональної системи організації та управління міжнародними перевезеннями…….. 418
Підсекція організація міжнародних перевезень ……..… **418**
Підсекція митна справа у транспортній галузі ……..… **447**
Секція 6. Управління процесами перевезень і безпекою дорожнього руху……. 463
Підсекція транспортних систем та безпеки дорожнього руху……... **463**
Секція 7. Новітні інформаційні системи і технології, їх впровадження в навчальний процес НТУ…….. 489
Підсекція новітніх інформаційних технологій…….. **489**
Підсекція штучного інтелекту та інформаційних систем…… **526**
Секція 8. Теоретична та прикладна механіка і машинознавство……..…. 562
Секція 9. Інтелектуальні технології та аналітика гібридних загроз у транспортних системах…….. 568
Секція 10. Тенденції розвитку залізничного транспорту та інфраструктури в сучасних умовах……. 586
Підсекція транспортні технології та логістичні системи…….. **586**
Підсекція залізнична колія, колійні з'єднання та їх взаємодія з рухомим складом…….. **605**
Підсекція цифрові технології та механічна інженерія……. **622**

Підсекція проблеми та перспективи розвитку у вагонобудуванні……..… **642**
Підсекція інновації у транспортній галузі та технологіях……... **654**
Секція 11. Моделювання, оптимізація, прогнозування та робототехніка в автоматизованих системах управління……..… 678
Секція 12. Суднова інженерія та безпека судноплавства……... 753
Підсекція безпеки судноплавства……... **753**
Підсекція суднові енергетичні установки, експлуатація та ремонт суден……..… **761**
Підсекція електрообладнання та автоматики суден……... **777**
Секція 13. Територіально відокремлений структурний підрозділ «Дунайський інститут водного транспорту Національного транспортного університету»……... 781
Підсекція еволюції та модернізації водного транспорту: досвід, проблеми, перспективи…… **781**
Секція 14. Надвірнянський фаховий коледж НТУ…… 796
Секція 15. Барський фаховий коледж транспорту та будівництва НТУ……..…… 815

ЗАГАЛЬНИЙ БЛОК

СЕКЦІЯ 1
ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ВІДНОВЛЕННЯ ТА РОЗБУДОВИ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ

УДК 656.135.073.42:63

Formation of the structure of integrated e-commerce systems taking into account the influence of trends in the development of transport and commercial activities

PhD, Prof. Petryk A., Hoik N., Finance Manager UPS Europe, Chekhivska Yu., IT Project Lead Logistics and Global Trade Services Daikin Europe NV, stud. Pierunov M.

Analysis of organizational and production relations in integrated customs and logistics systems of international orientation indicates the need to introduce the latest e-commerce technologies into the practice of international business entities. Therefore, the structure of such systems should take into account the presence of the necessary technical and technological characteristics of customs and logistics support. In addition, the specified system should correspond to such a level of technical and operational indicators that will satisfy the conditions of competitiveness of customs and logistics services.

Improvement of the infrastructure support of the specified transport and service systems involves improving the results of production activities in the conditions of a positive trend of increasing the share of e-commerce in the total volume of retail trade. System interaction of service entities in the specified formations is based on the implementation of modern organizational and technological principles in the process of creating and innovative servicing of consolidated cargo flows. Therefore, the proposed study outlines the technological advantages and financial risks of the introduction and spread of e-commerce in international business. In addition, the work identifies promising areas for the development of e-commerce.

Evaluation of production results in such systems takes into account the dominant factors of influence characteristic of the active development of Internet trade. These systems take into account the influence of digital content, the conditions of its use and the possibility of its application in the processes of sales promotion for Internet trade and e-commerce. Improving the competitiveness of customs and transport services in integrated production formations is achieved by implementing the digitalization of world society. A significant impact in such structures is associated with the use of the Internet and the use of infrastructure devices for e-commerce. According to the results of the study, a forecast of sales volumes in the e-commerce market was made, leading countries in this area were identified, and the distribution of consumption of goods and services in the European e-commerce market was summarized.

The study identifies the patterns of formation of consolidated foreign trade consignments and substantiates the role of state regulatory policy in the development of e-commerce. The feasibility of integrating the Ukrainian economy into the EU

Single Digital Market is analyzed, considering current challenges and opportunities. Based on multivariate calculations, the need to optimize customs and transport infrastructure is justified. The study also highlights the expansion of e-commerce driven by digitalization and information technologies, particularly through the implementation of digital platforms and electronic declaration systems that enable information exchange and automation of customs procedures.

УДК 539.3

Стратегічні пріоритети та інноваційно-технологічні засади повоєнного відновлення транспортної інфраструктури України у процесі євроінтеграції

доц. Шевчук Л.В., доц. Шлюнь Н.В., доц. Заєць Ю.О.

Сучасний стан автомобільних доріг України, що зазнали значного руйнування внаслідок повномасштабної війни, вимагає не просто ремонту, а повної модернізації галузі відповідно до європейських стандартів. Станом на початок 2024 року прямі збитки інфраструктури сягнули майже $155 млрд, а загальні потреби у відбудові оцінюються у $92,1 млрд. Проблема виникає в необхідності використання нових технологій дорожнього одягу з використанням модифікованих бітумів, геосинтетичних матеріалів та композитних сумішей, що дозволить суттєво підвищити зносостійкість покриття та подовжити міжремонтні терміни експлуатації в умовах підвищеного навантаження. Разом із тим, критичного значення набуває трансформація фінансових моделей через розвиток державно-приватного партнерства, цифровізація через впровадження інтелектуальних транспортних систем.

Відновлення інфраструктури має базуватися на комплексному інноваційному підході за наступними напрямками:

Технологічна трансформація та інженерні інновації: перехід до будівництва доріг із підвищеним життєвим циклом, використовуючи сучасні армуючі геосітки, стабілізатори ґрунту та модифіковані полімерами суміші, забезпечуючи створення покриття, здатного витримувати збільшені навантаження від великовагового транспорту та відповідати стандартам ЄС щодо безпеки та якості дорожнього полотна.

Державно-приватне партнерство: універсальний механізм залучення приватного капіталу для будівництва платних магістралей та логістичних вузлів, що забезпечує ефективний розподіл ризиків між державою та бізнесом через інструменти страхування й довгострокових концесій.

Впровадження інтелектуальних транспортних систем: комплексна цифровізація управління рухом через інтеграцію «системи автоматичного зважування в русі», сенсорів моніторингу стану покриття та адаптивних систем регулювання трафіку, що забезпечує максимальну пропускну здатність наявної дорожньої мережі.

Реалізація запропонованих напрямків дозволить Україні не лише відновити зруйновані об’єкти, а й сформувати принципово нову, високотехнологічну транспортну систему. Перспективи подальших досліджень полягають у розробці конкретних нормативних актів для стимулювання використання продуктів переробки промислових відходів у дорожньому будівництві та вдосконаленні механізмів залучення міжнародних інвестицій.

УДК 656.1/.5

Перспективи впровадження інтелектуальних транспортних систем в Києві

асист. Першина Н.О.

Із початком повномасштабного вторгнення демографічна ситуація в столиці зазнала істотних змін. Київ став осередком значних міграційних процесів: значна частина корінних мешканців досі перебуває за межами країни, водночас місто прийняло велику кількість внутрішньо переміщених осіб з Херсонської, Донецької, Луганської та Харківської областей. Для багатьох із них столиця перестала бути тимчасовим пунктом перебування й перетворилася на постійне місце проживання. Зростання кількості мешканців зумовлює подальше навантаження на міську інфраструктуру, зокрема транспортну систему.

Збільшення кількості людей сприяє щоденним пікованим транспортним потокам, які часто призводять до тривалих заторів, перевантаження громадського транспорту й високого рівня забруднення повітря. На жаль, низька якість транспортних послуг, незручність маршрутів та велика тривалість поїздок сприяють тому, що багато мешканців обирають приватний автомобіль, що ще більше завантажує вулично-дорожню мережу. Саме це створює потребу у впровадженні ефективних систем, здатних вирішити ключові проблеми міської мобільності. Однією з таких систем є інтелектуальні транспортні системи (ІТС).

У статті розглянута основна мета впровадження ІТС, а саме створення системи, яка дозволяє моніторити та керувати потоком транспорту в режимі реального часу. Це сприятиме збільшенню пропускної спроможності вуличної та дорожньої мережі, зниження витрат, підвищення рівня безпеки дорожнього руху та мінімізації екологічної шкоди. Також проаналізовано перспективи впровадження ІТС у Києві, завдяки чому можливе значне зниження рівня заторів.

За оцінками експертів, оптимізація руху на основі реальних даних може скоротити час у дорозі для водіїв до 30% за рахунок автоматичного аналізу й перенаправлення потоків трафіку на менш завантажені ділянки доріг. Це значно підвищить пропускну здатність наявної дорожньої мережі без капітальних будівництв. ІТС можуть також поліпшувати передбачені навантаження на транспортні вузли та оптимізовувати роботу світлофорів, зменшуючи тривалість очікування на світлофорі та підвищуючи пропускну здатність перехресть.

Проте, не зважаючи на очевидні переваги, існують і складнощі швидкого впровадження ІТС у столиці. Серед них – значні початкові інвестиції в інфраструктуру, необхідність адаптації існуючих систем, технічні бар’єри інтеграції старих дорожніх мереж з сучасними ІТ-рішеннями, а також потреба в професійних кадрах для обслуговування таких систем.

УДК 656.078.1, 656.078.12, 656.078.111/.117

Методика формування мережі мультимодальних терміналів України в сучасних умовах

проф. Ширяєва С.В., аспірант Ісаєнко В.Л.

Сучасний етап розвитку України характеризується глибокою трансформацією транспортної та логістичної системи, зумовленою як геополітичними змінами, так і потребами європейської інтеграції. Військова агресія, блокада морських шляхів, зміна напрямів експорту та імпорту призвели до різкого зростання навантаження на сухопутні шляхи сполучення. У таких умовах особливої актуальності набуває формування мережі мультимодальних терміналів (ММТ), здатної забезпечити безперервність, стійкість та ефективність вантажопотоків. ММТ виконує функцію ключових логістичних вузлів, де відбувається інтеграція різних видів транспорту: залізничного, автомобільного, річкового, морського та повітряного. Саме мережевий підхід, а не створення окремих терміналів, дозволяє забезпечити оптимальний розподіл потоків і мінімізувати залежність від окремих маршрутів.

Методика формування мережі мультимодальних терміналів України виступає основою для планування, інфраструктурних інвестицій, оцінки ефективності майбутніх проєктів та їх відповідності логістичним, економічним і безпековим вимогам сучасності. Запропонована методика дозволить створити збалансовану, стійку та інтегровану мережу мультимодальних терміналів, здатну функціонувати в сучасних умовах та адаптуватися до майбутніх викликів. В доповіді будуть висвітлені основні результати дослідження.

УДК 621.43

Translation of Transport Terminology in the Context of Post-War Reconstruction of Ukraine

prof. O.M. Nezhyva, student N.V. Mizhdorizhnia

The post-war reconstruction of Ukraine’s transport infrastructure has intensified international cooperation and increased the volume of English-language technical and regulatory documentation. This has made the accurate translation of transport terminology a key factor in effective professional communication. The paper examines the main features of translating transport terminology in the context of post-war reconstruction, focusing on newly актуалізовані terms, issues of terminological unification, and the influence of EU standards.

1. Transport Terminology in Post-War Reconstruction Discourse

Transport terminology represents a specialized lexical system used to describe infrastructure, logistics, and mobility processes. In the post-war context, terms such as reconstruction, resilience, sustainability, and multimodal transport have become central to international transport discourse.

2. Problems of Terminological Unification

A major challenge in translating transport terminology is the absence of standardized Ukrainian equivalents for many English terms. This results in terminological variation, including calques, descriptive translations, and borrowings.

3. Influence of English-Language Sources and EU Standards

English-language sources and EU transport standards significantly influence the formation of modern Ukrainian transport terminology. Translating EU directives and technical documents requires not only linguistic competence but also knowledge of regulatory and technical frameworks, positioning the translator as a mediator between different professional systems.
The translation of transport terminology in the context of post-war reconstruction is shaped by the emergence of new concepts and the influence of European standards. The lack of terminological unification increases the importance of a systematic translation approach aimed at ensuring accuracy, consistency, and compliance with EU requirements.

УДК 624.21

Лабораторна верифікація методу імпульсного випробування елементів прогонової будови мостів

проф. Онищенко А.М., аспірант Завгородній С.С.

Для оперативного оцінювання технічного стану елементів прогонової будови доцільно застосовувати динамічні методи, які забезпечують отримання інформативних показників за короткий час без тривалого прикладання навантаження. Одним із таких підходів є імпульсне випробування, за якого конструкцію збуджують короткочасною дією, після чого реєструють вільні коливання та визначають модальні параметри за сигналами відгуку. Власні частоти та показники демпфування розглядаються як узагальнені характеристики, чутливі до змін жорсткості та дисипативних властивостей, що створює підґрунтя для порівняння стану елемента у різні моменти часу.
Застосування методу в польових умовах ускладнюється наявністю експлуатаційних завад, обмеженнями доступу до елементів прогонової будови, а також варіативністю умов вимірювань, що знижує зіставність результатів. Усунути ці обмеження можливо шляхом попереднього лабораторного відпрацювання методики. Лабораторні випробування забезпечують перевірку працездатності імпульсного підходу на модельному елементі, оцінювання повторюваності результатів за серіями вимірювань та формування узгодженої процедури реєстрації й опрацювання сигналів.
Натурні випробування використовуються для підтвердження придатності методики на реальній прогоновій будові мосту з урахуванням експлуатаційних умов. Імпульсне збудження реалізується у вибраних точках конструкції, а відгук фіксується датчиками коливань і, за потреби, деформацій, що дозволяє отримати записи вільних коливань, придатні для виділення домінантних форм і частот. Особлива увага приділяється забезпеченню зіставності вимірювань між серіями, оскільки саме повторюваність результатів визначає можливість використання модальних параметрів для діагностичних висновків. Порівняння натурних модальних оцінок із лабораторно узгодженими положеннями дозволяє уточнити робочі межі методу, а також визначити практичні умови, за яких імпульсне випробування забезпечує стабільні та відтворювані показники.
Очікуваним результатом є формування відпрацьованої методики імпульсного випробування, придатної для періодичного контролю елементів прогонової

будови на основі зіставних у часі значень власних частот і параметрів демпфування та для підтримки рішень щодо подальших обстежень і ремонтних заходів.

УДК 624.21

Світовий досвід дослідження пріоритезації ремонтів та відновлення транспортних споруд, завідувач відділу будівельних конструкцій

аспірант Борисенко М.А.

Транспортні споруди, зокрема автодорожні мости, є ключовими елементами дорожньої мережі та критичної інфраструктури держави. Вони забезпечують безперервність транспортних зв'язків, економічну стійкість територій та безпеку дорожнього руху. В умовах старіння мостового фонду, зростання інтенсивності руху, підвищених тимчасових навантажень та обмеженого фінансування проблема належного утримання і відновлення мостів набуває системного характеру.

Метою дослідження є узагальнення світового досвіду застосування методів пріоритезації ремонтів і технічного обслуговування мостів, аналіз сучасних багатокритеріальних підходів до ранжування об'єктів та визначення напрямів розвитку інструментів підтримки управлінських рішень в умовах обмежених ресурсів.

У роботі виконано аналіз сучасних наукових підходів до управління мостовим фондом на основі результатів систематичного огляду публікацій за період 1990–2025 років. Показано, що еволюція систем управління мостами відбувалася від однофакторних моделей ранжування до інтегрованих рішень, які поєднують багатокритеріальний аналіз, оптимізацію бюджетів, оцінювання життєвого циклу та аналіз ризиків.

Встановлено, що основою сучасних систем пріоритезації є методи багатокритеріального прийняття рішень (MCDM/MCDA), зокрема AHP, TOPSIS, VIKOR, COPRAS та MOORA. Їх застосування дозволяє враховувати одночасно технічний стан мостів, інтенсивність руху, стратегічну роль споруд у транспортній мережі, соціально-економічні наслідки обмеження руху та вартість ремонтних заходів. Особливу увагу приділено проблемі визначення ваг критеріїв, які відображають управлінські пріоритети та істотно впливають на результати ранжування.

Пріоритезація ремонтів транспортних споруд є необхідною умовою ефективного управління мостовим фондом в умовах старіння інфраструктури та обмежених ресурсів. Світовий досвід свідчить, що найбільш результативними є комплексні підходи, засновані на багатокритеріальному аналізі, оптимізації бюджетів та оцінюванні життєвого циклу мостів.

Використання методів MCDM/MCDA забезпечує прозорість і обґрунтованість управлінських рішень, дозволяє формалізувати компроміси між безпекою, економічною ефективністю та соціальними наслідками. Інтеграція цифрових технологій і даних моніторингу створює передумови для впровадження адаптивних систем управління, що є особливо актуальним для забезпечення стійкості транспортної інфраструктури в умовах підвищених ризиків.

УДК 37(477):323.1

Ідейні засади української освіти крізь призму національної ідеї

проф. Нежива О.М.

Сучасна освіта перебуває в стані глибокої кризи, що має глобальний характер і особливо загострюється в умовах транзитивних пострадянських суспільств, зокрема в Україні. У зв'язку з цим актуалізується потреба наукового осмислення освіти та пошуку стратегій її реформування як важливого чинника становлення громадянського суспільства. Якісна освіта виступає необхідною умовою консолідації соціальних інститутів, формування нових світоглядно-ціннісних орієнтирів особистості та має бути узгоджена з національною ідеєю.

Відтак, національна ідея виконує важливу роль у процесах виховання, соціалізації та духовного розвитку особистості, сприяє формуванню національної солідарності, подоланню егоцентризму та засвоєнню культурних цінностей і традицій народу. Вона є підґрунтям світогляду, політичної позиції громадян і форм суспільної активності. Проблема національної ідеї широко представлена у працях зарубіжних і вітчизняних мислителів, однак, попри значний науковий доробок, українська національна ідея досі не набула чітко окресленої концептуальної форми. Проте, складність її визначення зумовлена багатовимірністю та полісемантичністю самого поняття, яке функціонує на рівнях буденної, політизованої, теоретичної та пізнавальної свідомості. У сучасному науковому дискурсі існують два основні підходи до розуміння української національної ідеї: скептичний, що заперечує її актуальність у добу глобалізації, та концептуальний, який наполягає на необхідності її формування як інтегративного чинника суспільного розвитку. Переважає уявлення про національну ідею як спільну мету, систему цінностей, довгострокову стратегію та духовний орієнтир нації. Перспективним є аналіз національної ідеї крізь призму національної ідентичності, покликання, ідеалу, цінностей, національних інтересів і безпеки. Адже національна ідентичність забезпечує усвідомлення спільності історичної долі, культури, території та політичної солідарності, тоді як національне покликання відповідає на питання сенсу існування народу у світовому співтоваристві. До того ж, важливими складниками національної ідеї є також національні цінності, інтереси та потреба гарантування суверенітету й безпеки держави. Крім того, національна ідея виконує низку взаємопов'язаних функцій: світоглядну, методологічну, ідеологічну, державотворчу, інтеграційну, мобілізаційну, модернізаційну, стабілізаційну та виховну. Вона сприяє консолідації суспільства, узгодженню інтересів різних соціальних груп, формуванню загальнонаціональних цілей і стратегій розвитку. Відтак, концептуалізація української національної ідеї має ґрунтуватися на принципах динамічності, демократизму, гуманізму та відкритості, узгоджувати національні цінності із загальнолюдськими та відповідати викликам сучасного глобалізованого світу. Продуктивними компонентами української національної ідеї є ідеї інтеграції й консолідації, розбудови громадянського суспільства і правової держави, суверенітету та демократичного розвитку. Таким чином, національна ідея постає як ключове підґрунтя розвитку української освіти, навколо якого відбувається консолідація суспільства та визначення стратегічних орієнтирів майбутнього розвитку держави.

УДК 378(811)

Формування міжкультурної компетенції у студентів освітньо-професійних програм філологічного профілю

доц. Ісаєнко С.А.

Об'єктом нашого дослідження виступає змістове та операційне наповнення дисципліни «Практика перекладу з ОІМ (усний/письмовий)» в умовах актуалізації проблем міжкультурного спілкування у світі та усвідомлення необхідності запобігання неконтрольованому використанню комп'ютерних допоміжних ресурсів. Предметом дослідження – визначення ефективних дидактичних умов реалізації освітньо-виховного потенціалу цієї навчальної дисципліни. Ретроспективний аналіз науково-педагогічної літератури засвідчує необхідність пошуку ефективних шляхів організації цілісного педагогічного процесу (зокрема, і в межах окремих навчальних дисциплін) із метою формування здатності до найбільш ефективної міжкультурної комунікації у студентів відповідно до сучасних суспільних вимог, які висуваються до особистості фахівця і рівня його фахової підготовки. Як відомо, у вітчизняній теорії та методиці навчання іноземної філології інтеграція культури до процесу навчання іноземних мов відображена у двох підходах: суспільствознавчому й філологічному. Згідно першого підходу різноманітні відомості про країну, мова якої вивчається, засвоюються у процесі вивчення курсу країнознавства. Філологічний підхід передбачає навчання іншомовної культури в рамках лінгвокраїнознавства. Викладання дисципліни «Практика перекладу з ОІМ (усний/письмовий)» тяжіє до одного із зазначених підходів, майже повністю ігноруючи інший. Сьогодні вже стало аксіоматичним, що одним із провідних принципів навчання міжкультурного спілкування є навчання норм іншомовного спілкування у контексті діалогу культур. За таких умов характерним є ставлення однієї культури до іншої, як до рівної, рівноправної та рівнозначної (за наявності усіх відмінностей), цікавої, потрібної саме в її несхожості, в її унікальності. Як свідчать наші дослідження, засвоєння знань про іншомовну культуру не проходять рівно. Нове розуміння світу, незвичні судження, настанови, ціннісні орієнтації, традиції часто не узгоджуються у свідомості студентів із тими, що були засвоєні у процесі їхньої первинної соціалізації. Конфлікт, що виникає між звичним й новим, часто вирішується відкиданням іншомовної культури. Подолати зазначені перешкоди для вирішення проблеми формування нового рівня сприйняття іншомовної культури допомагають аналіз й порівняння реалій іншомовної й рідної культур, які можна виокремити у самостійний чинник формування іншомовної соціокультурної компетенції. Діяльність викладача з організації ефективного навчального процесу має протікати у відповідності до розглянутих вище особливостей. Способи підвищення ефективності навчального процесу знаходяться у межах академічної та професійної сфер діяльності студентів, узгоджуються із цілями і змістом навчання студентів і забезпечують їм механізм виконання комунікативних завдань, пов'язаних із спеціалізацією.

УДК 625.70

Обґрунтування методики розрахунку стійкості армованих насипів на лесових просідних грунтах

проф. Гамеляк І.П., аспірант Пащенко Д.Е., студент Іжко О.О.

Забезпечення стабільності транспортних споруд на територіях, складених лесовими ґрунтами, є одним із пріоритетних завдань при відновленні інфраструктури України. Лесові ґрунти характеризуються високою пористістю та здатністю до різкої втрати несної здатності при зволоженні, що зумовлює виникнення просідних деформацій. Застосування геосинтетичного армування дозволяє ефективно перерозподіляти напруження в масиві, проте існуючі методики потребують уточнення в частині спільної роботи системи «армування — просідна основа».

Метою запланованого дослідження є наукове обґрунтування параметрів армування насипів на лесових основах із використанням ітераційних методів граничної рівноваги. На даному етапі проведено аналітичний огляд чинних нормативних підходів та встановлено, що найбільш перспективним для вирішення поставленої задачі є метод Бішопа однак реальна траєкторія руйнування не відповідає круглоциліндричним поверхням ковзання і потребує теоретичного обгрунтування. Він дозволяє найбільш точно врахувати нормальні напруження на поверхні ковзання, що є критично важливим при розрахунку зусиль, які мобілізуються в армуючих прошарках.

У межах майбутньої наукової роботи планується:

- Виконати порівняльний аналіз методів Бішопа, Ямбу та Шахунянса та інших для визначення найбільш достовірного алгоритму розрахунку стійкості укосів на зволожених лесових масивах.
- Провести чисельне моделювання напружено-деформованого стану насипу для оцінки впливу жорсткості геосинтетиків на локалізацію зон пластичних деформацій у просадочній основі.
- Розробити рекомендації щодо оптимізації кроку армування залежно від прогнозованої величини просадки ґрунту.

Результати досліджень дозволять вдосконалити інженерні методи проектування стійких земляних споруд, що забезпечить підвищення їх довговічності та надійності в складних інженерно-геологічних умовах.

Для розрахунку стійкості армованих насипів використовують спеціалізовані геотехнічні програмні комплекси, що базуються на методі скінченних елементів (МСЕ) або методах граничної рівноваги (Morgenstern-Price, Bishop). Популярними інструментами є GeoStudio (SLOPE/W), PLAXIS, ЛІРА-САПР, NormCAD тощо та спеціалізовані модулі для проектування армованих насипів з використанням геосинтетики RESSA, GEO5 тощо.

Робота може бути впроваджена при розрахунку стійкості насипів та схилів на мережі автомобільних доріг України та має високий потенціал траснферу технологій.

СЕКЦІЯ 2
РЕАЛІЗАЦІЯ ОСВІТНЬО-НАУКОВОГО ПРОЦЕСУ ТА ТРАНСФЕРУ ТЕХНОЛОГІЙ В УМОВАХ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ІНТЕГРАЦІЇ

УДК 378.1

Інтеграція науково-освітнього процесу в Україні в Європейський освітній та науковий простір: досягнення, виклики та перспективи

проф. Барабаш О.В.

Європейська інтеграція вищої освіти України – це системний процес, що трансформує науково-освітні практики відповідно до вимог Європейського освітнього простору та Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area (ESG). Таке поєднання сприяє підвищенню якості підготовки фахівців і наукової діяльності, зокрема у галузях, орієнтованих на сталий розвиток, екологічну безпеку та технології захисту навколишнього середовища.

Одним із ключових індикаторів інтеграційних процесів є академічна мобільність, що відкриває доступ українським здобувачам і науково-педагогічним працівникам до європейських програм навчання, обміну та наукових досліджень. Україна здобула 2425 мобільностей у рамках Програми Erasmus+ International Credit Mobility. Програми включають понад 1140 мобільностей для викладачів закладів освіти та 2423 мобільності для здобувачів між Україною та країнами ЄС. Україна стала лідером серед 144 країн-партнерів за показником кількості отриманих і реалізованих проєктів.

Участь у конкурсах Програми Erasmus+ CBHE (Capacity Building in Higher Education) дав змогу не лише отримати фінансування українським організаціям, але й увійти нашій державі до топ-3 країн світу за кількістю партнерів у міжнародних проєктах у сфері вищої освіти.

Все це є наслідком процесу гармонізації освітнього контенту з європейськими стандартами: станом на 2024 р. в Україні акредитовано понад 10000 освітніх програм, що відповідають вимогам ESG та є сумісними з рамками Європейського освітнього простору. Це створює фундамент для академічної мобільності, спільних дипломів та взаємного визнання кваліфікацій.

Водночас є виклики, які прямо впливають на реалізацію наукового процесу. Наприклад, у контексті повномасштабної російської агресії заклади вищої освіти, наукові центри та установи розробляють гібридні моделі співпраці, віртуальні дослідницькі мережі та дистанційні освітні формати.

Слід відзначити, що наукова інтеграція також включає створення спільних науково-дослідних ініціатив, доступ до європейських грантових платформ (Horizon Europe, Jean Monnet проектів, альянсів університетів ЄС), а також підвищення участі українських науковців у міжнародних публікаціях та конференціях.

Таким чином, інтеграція освіти та науки України з європейськими структурами є системним, послідовним та багатовимірним процесом, що включає: модернізацію освітніх програм згідно з ESG; зростання мобільності та

міжнародних проєктів; активну участь у європейських дослідних ініціативах для розробки та реалізації інноваційних рішень для сталого розвитку. Цей процес посилює інституційну спроможність закладів вищої освіти, формує культуру внутрішнього забезпечення якості та сприяє інтеграції української науки у глобальний дослідницький простір.

УДК 378:339.92(4)

Реалізація освітнього та наукового процесу в умовах європейської інтеграції

доц. Горбунович І.В.

Сучасна європейська інтеграція суттєво впливає на розвиток освітньо-наукового процесу в українських закладах вищої освіти. Вона визначає нові вимоги до змісту навчальних програм, форм і методів організації освітніх та наукових процесів, а також сприяє підвищенню академічної мобільності студентів і викладачів. Дотримання принципів Болонського процесу, участь у міжнародних програмах обміну, таких як Erasmus+, та спільні наукові проєкти з європейськими університетами відкривають нові можливості для розвитку університетів України.

Важливого значення набуває студентоцентроване навчання, яке передбачає активну участь здобувачів освіти у формуванні власної освітньої траєкторії. У нашому університеті студенти активно залучаються до наукових гуртків, участі у проєктних роботах і міжнародних конференціях, що підвищує їхню мотивацію та відповідальність за результати навчання.

Інтеграція освіти і науки реалізується через включення елементів дослідницької діяльності у навчальні курси, організацію студентських наукових заходів та підготовку спільних публікацій. Такий підхід формує аналітичне мислення, уміння самостійно шукати рішення і застосовувати знання на практиці, а також наближає освітній процес до європейських стандартів.

Система забезпечення якості освіти, яка включає регулярну перевірку програм, оцінювання результатів навчання та дотримання академічної доброчесності, допомагає підвищити довіру до навчання та полегшує інтеграцію українських університетів у європейську освітню систему.

Реалізація освітньо-наукового процесу в умовах європейської інтеграції потребує системної роботи на рівні закладу вищої освіти. Поєднання практичного підходу, активної наукової діяльності та використання європейських практик допомагає студентам і викладачам краще навчатися та працювати разом.

УДК 330.4 + 519.8

Математика – інструмент прийняття рішень для конкурентоспроможних менеджерів та економістів у контексті євроінтеграції

доц. Левківська Л.В.

В умовах європейської інтеграції та гармонізації освітніх стандартів особливої актуальності набуває формування математичної компетентності майбутніх фахівців. Сучасна економіка, керована глобальною конкуренцією, вимагає від менеджерів переходу від інтуїтивного управління до кількісно обґрунтованих

рішень. Математика у цьому процесі виступає не просто як теоретична дисципліна, а як критичний інструмент моделювання складних бізнес-процесів, що забезпечує мінімізацію ризиків та стратегічну стійкість підприємств на європейських ринках.

Математичний апарат дозволяє трансформувати абстрактні ринкові явища у точні цифрові моделі. Лінійна алгебра є фундаментом для аналізу багатовимірних систем, зокрема інвестиційних портфелів та міжгалузевих балансів за моделлю Леонтьєва. Математичний аналіз, зокрема диференціальне числення, дає змогу проводити глибокий маржинальний аналіз. Використання похідної перетворює ціноутворення зі «сліпого вгадування» на точну стратегію. Зокрема, обчислення еластичності попиту за ціною через похідну дозволяє менеджеру миттєво оцінити «чутливість» ринку та визначити, чи спровокує зміна ціни відтік покупців до конкурентів, чи забезпечить додатковий прибуток. Такий підхід дозволяє бізнесу гнучко адаптуватися до мінливих споживчих переваг на європейському просторі, використовуючи точне математичне моделювання замість ризикованих припущень.

Для конкурентоспроможного економіста важливо розуміти нелінійність ринкових процесів. Застосування похідних допомагає виявити миттєву швидкість зміни попиту при найменших коливаннях ціни, що є ключовим для динамічного ринку ЄС. Глибоке володіння інструментарієм граничного аналізу дозволяє фахівцю не лише констатувати поточний стан ринку, а й математично точно прогнозувати точки екстремуму для оптимізації витрат і максимізації чистого прибутку. Теорія ймовірностей та математична статистика, у свою чергу, стають основою для управління фінансовими ризиками та проведення маркетингових досліджень, дозволяючи перетворювати випадкові дані на надійні прогнози.

Інтеграція математичних методів в освітній процес підготовки економістів дозволяє формувати фахівців, здатних оперувати точними розрахунками замість приблизних оцінок. Це забезпечує високу якість підготовки кадрів, що відповідає європейським вимогам до аналітичної спроможності менеджменту в умовах цифрової трансформації економіки. Математична грамотність стає ключовою конкурентною перевагою, що визначає здатність фахівця успішно розвиватися у високотехнологічному європейському бізнес-середовищі.

УДК 37.09

Впровадження STEM-технологій у викладанні вищої математики

асист. Першина Н.О.

Вища математика традиційно є фундаментальною складовою підготовки фахівців у галузях інженерії, IT, природничих наук і економіки. Водночас, саме математичні дисципліни часто сприймаються студентами як абстрактні та “відірвані” від практики, що призводить до зниження мотивації та формального засвоєння матеріалу. На цьому тлі зростає потреба в таких дидактичних рішеннях, які одночасно зберігають строгість математичного апарату й демонструють його прикладну цінність у реальних задачах.

Використання STEM-технологій (Science, Technology, Engineering, Mathematics) у вищій освіті можна розглядати як ефективний механізм інтеграції теорії та практики через міждисциплінарні задачі, цифрове моделювання, роботу з даними, командні проєкти та інженерну постановку проблем. Для курсів вищої математики це означатиме перехід від моделі "формула → типова вправа" до моделі "проблема/дані → математична модель → обчислювальний експеримент → інтерпретація та перевірка результату". Така трансформація предмету відповідатиме як запитам економіки знань, так і сучасним освітнім вимогам, зокрема орієнтації на розвиток природничо-математичної (STEM) освіти в Україні.

Прикладами використання STEM-технологій на заняттях з вищої математики можуть бути розв'язування практичних задач, з наступних тем:

1 застосування похідної та інтегралу для розв'язування завдань, у яких використовується аналіз експериментальних даних руху/процесів, чисельне диференціювання та інтегрування, оцінка похибок;
2 використання методу найменших квадратів для розв'язування практичної задачі з прогнозування деякого процесу;
3 використання диференціальних рівнянь для моделювання різних процесів, наприклад: логістичне зростання або охолодження.

Таким чином, впровадження STEM-технологій у викладанні вищої математики є дієвим шляхом підвищення якості математичної підготовки та її практичної релевантності. STEM-підхід переводитиме навчання з репродуктивного виконання типових вправ у площину розв'язування реальних задач через моделювання, роботу з даними та обчислювальний експеримент. Це сприятиме глибшому розумінню математичних понять, формуванню інженерного мислення, розвитку цифрових компетентностей і підвищенню мотивації студентів. Найефективнішою є стратегія поступового впровадження через STEM-модулі, використання доступних інструментів (Python/Jupyter/Colab, GeoGebra, LMS, Git) та прозорих критеріїв оцінювання. Подальший розвиток цього напряму пов'язаний зі створенням міжкафедральних кейс-банків, методичних матеріалів і системною підтримкою викладачів у розвитку цифрово-педагогічних компетентностей.

УДК 378.014

Подвійні дипломи та спільні освітні програми з університетами ЄС

доц. Севост'янова А.В.

Інтернаціоналізація є одним із ключових напрямів розвитку українських університетів у контексті європейської інтеграції. Важливим інструментом цього процесу виступають програми подвійних дипломів та спільні освітні програми з університетами Європейського Союзу. Їх реалізація сприяє підвищенню якості підготовки здобувачів, інтеграції у Європейський простір вищої освіти та посиленню конкурентоспроможності випускників на міжнародному ринку праці.

Реалізація таких програм відкриває низку переваг для всіх учасників освітнього процесу. Для студентів це можливість отримати міжнародний академічний

досвід, покращити мовні компетентності, розширити професійні контакти та підвищити мобільність. Для викладачів – участь у спільних наукових дослідженнях, академічних обмінах і розробленні інноваційних навчальних курсів. Для університетів – розширення партнерських зв'язків, підвищення позицій у міжнародних рейтингах і доступ до грантового фінансування, зокрема в межах програм Erasmus+ та Horizon Europe.

Водночас впровадження програм подвійних дипломів супроводжується низкою викликів. Серед них – необхідність гармонізації навчальних планів, узгодження академічних календарів, забезпечення нормативно-правової відповідності, фінансування мобільності студентів і викладачів, а також питання взаємного визнання результатів навчання.

У сучасних умовах для України такі програми мають стратегічне значення. Вони сприяють інтеграції національної системи освіти до європейського освітнього простору, формуванню спільних академічних стандартів та зміцненню довіри між інституціями. Крім того, спільні освітні ініціативи створюють передумови для розвитку довгострокових наукових консорціумів і міжуніверситетських кластерів.

Отже, програми подвійних дипломів та спільні освітні програми з університетами ЄС є ефективним механізмом модернізації освітнього та наукового процесу. Їх подальший розвиток потребує системної державної підтримки, активної позиції університетського менеджменту та розширення міжнародної співпраці, що забезпечить сталість євроінтеграційного курсу української вищої освіти.

УДК 378.4:001.895

Особливості роботи вищого навчального закладу у сфері трансферу технологій

доц. Чупайленко О.А., наук. співр. Цвілюк О.Д.

Сучасний етап розвитку економіки характеризується зростанням ролі знань, інновацій та цифрових технологій як ключових факторів конкурентоспроможності. У цих умовах вищі навчальні заклади (ВНЗ) трансформуються з традиційних освітніх установ у центри генерації та комерціалізації знань. Одним із ключових напрямів такої трансформації є розвиток системи трансферу технологій, що забезпечує передачу результатів наукових досліджень у реальний сектор економіки.

Трансфер технологій у ВНЗ охоплює комплекс організаційних, економічних та правових механізмів, спрямованих на впровадження наукових розробок у виробництво. Основними формами реалізації цього процесу є ліцензування об'єктів інтелектуальної власності, створення стартапів і спін-офф компаній, укладання договорів про спільну науково-дослідну діяльність із бізнесом, а також участь у міжнародних інноваційних програмах.

Особливістю функціонування ВНЗ у сфері трансферу технологій є поєднання освітньої, наукової та підприємницької діяльності. Це вимагає формування ефективної інфраструктури, до якої належать офіси трансферу технологій, бізнес-інкубатори, наукові парки та центри комерціалізації інновацій. Важливу

роль відіграє також нормативно-правове забезпечення, зокрема регулювання прав інтелектуальної власності.
Суттєвим викликом для ВНЗ є забезпечення ефективної взаємодії з бізнесом. На практиці це ускладнюється різницею у цілях та часових горизонтах діяльності університетів і підприємств. У той час як наукові дослідження орієнтовані на довгостроковий результат, бізнес зацікавлений у швидкому впровадженні інновацій. Подолання цього розриву можливе через розвиток партнерських моделей співпраці та публічно-приватного партнерства.
Окремої уваги заслуговує цифровізація процесів трансферу технологій. Використання цифрових платформ, баз даних інноваційних розробок, систем управління проєктами та аналітичних інструментів сприяє підвищенню прозорості та ефективності взаємодії між наукою і бізнесом.
Таким чином, особливості роботи ВНЗ у сфері трансферу технологій визначаються необхідністю інтеграції освітньої, наукової та інноваційної діяльності, формуванням сучасної інфраструктури комерціалізації знань та розвитком ефективної взаємодії з бізнес-середовищем. Подальший розвиток цього напряму сприятиме підвищенню інноваційного потенціалу економіки та зміцненню позицій університетів як ключових суб'єктів національної інноваційної системи.

УДК 347.77:001.895

Проблеми ліцензування об'єктів інтелектуальної власності в сфері трансферу технологій

доц. Чупайленко О.А., наук. співр. Цвілюк О.Д.

У сучасних умовах розвитку інноваційної економіки трансфер технологій виступає одним із ключових механізмів комерціалізації результатів наукових досліджень. Важливе місце в цьому процесі займає ліцензування об'єктів інтелектуальної власності, яке забезпечує правову основу для передачі технологій від розробників до суб'єктів господарювання. Проте, незважаючи на значний потенціал, практика ліцензування у сфері трансферу технологій супроводжується низкою проблем організаційного, правового та економічного характеру.
Однією з ключових проблем є недосконалість нормативно-правового регулювання. Законодавча база у сфері інтелектуальної власності та трансферу технологій часто має фрагментарний характер, що ускладнює укладення ліцензійних договорів та їх ефективне виконання. Відсутність чітких механізмів оцінки вартості об'єктів інтелектуальної власності також створює труднощі при визначенні справедливої ціни ліцензії, що може призводити до конфліктів між сторонами.
Не менш важливою проблемою є низький рівень комерціалізації наукових розробок у вищих навчальних закладах та науково-дослідних установах. Значна частина результатів досліджень не доходить до стадії практичного впровадження через відсутність ефективних механізмів взаємодії між наукою та бізнесом. Це обумовлено, зокрема, недостатнім рівнем розвитку інфраструктури трансферу технологій, такої як офіси трансферу технологій та інноваційні центри.

Суттєвим бар'єром також виступає проблема захисту прав інтелектуальної власності. Недостатній рівень правозастосування та тривалі судові процедури знижують довіру потенційних ліцензіатів до механізмів ліцензування. Крім того, існують ризики незаконного використання технологій.
Економічні фактори також відіграють важливу роль. Високі трансакційні витрати, пов'язані з підготовкою та супроводом ліцензійних угод, а також обмежений доступ до фінансових ресурсів для впровадження інновацій значно ускладнюють процес трансферу технологій.
Окремої уваги потребує проблема недостатньої кваліфікації учасників процесу ліцензування. Відсутність практичного досвіду у сфері управління інтелектуальною власністю, оцінки технологій та ведення переговорів знижує ефективність укладення ліцензійних угод і реалізації інноваційних проєктів.
Таким чином, основні проблеми ліцензування об'єктів інтелектуальної власності у сфері трансферу технологій пов'язані з недосконалістю правового регулювання, слабкою взаємодією науки та бізнесу, високими економічними ризиками та недостатнім рівнем інституційної підтримки. Подолання цих проблем потребує комплексного підходу, що включає вдосконалення законодавства, розвиток інноваційної інфраструктури, підвищення рівня підготовки фахівців та активізацію співпраці між усіма учасниками інноваційного процесу.

УДК 378

Інтелектуальна власність у вищих навчальних закладах

наук. співр. Цвілюк О.Д.

Інтелектуальна власність відіграє важливу роль у дослідженнях та інноваціях у вищих навчальних закладах. ІВ викладачів і дослідників університетів до інноваційних досліджень і розробок Отримання патентів підвищує статус та репутацію вищого навчального закладу в науковому середовищі. Це може призвести до збільшення кількості студентів, які обирають цей заклад для навчання. Загалом ІВ є важливим інструментом розвитку наукових досліджень та інновацій у вищих навчальних закладах. Він сприяє креативності, комерціалізації інновацій, фінансовій підтримці та підвищенню статусу університетів як лідерів у сфері науки і технологій. Інтелектуальна власність має велике значення для досліджень та інновацій у вищих навчальних закладах, дає викладачам, дослідникам і студентам стимул для розробки нових ідей, технологій і наукових відкриттів. Захист результатів інтелектуальних досліджень у формі патентів, авторських прав, дозволяє зберегти інноваційний потенціал університету. ВНЗ можуть отримувати дохід від ІВ, продажу патентів, ліцензій, комерціалізації інноваційних розробок.
Науковцями університету у 2025 ріці було подано**:**
84 **–** заяви на отримання охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності; 9 – заявок, на корисну модель, 3 на винахід (корисну модель), та 72 – заяви на реєстрацію авторського права на службовий твір. Також було отримано: 88 – охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності, 8 - патентів на корисну модель, 80 – свідоцтв про реєстрацію авторського права на службовий твір.

УДК 378:81’243:656

Мовно-комунікативні механізми трансферу транспортних інновацій у системі вищої освіти

доц. Сілютіна І.О.

Одним із актуальних в сучасних умовах цифрової трансформації транспортної галузі є проблема ефективного трансферу інноваційних перетворень у систему вищої освіти. Суттєву роль у процесі трансферу грають мовно-комунікативні механізми, які забезпечують передачу, асиміляцію та інтерпретацію професійних знань у міждисциплінарному, міжкультурному та науково-виробничому середовищі.

Ефективність трансферу транспортних технологій у вищому навчальному закладі безпосередньо залежить від якості комунікативної взаємодії науковців, бізнес-груп та зарубіжних партнерів. У цьому плані іноземна мова стає стратегічним ресурсом для подолання комунікативних бар’єрів на шляху від наукової розробки до практичної імплементації перспективних напрямів у транспортній інфраструктурі

Мовно-комунікативний вимір трансферу інновацій охоплює термінологічну стандартизацію, професійний переклад, академічний та науково-технічний дискурс, інтеграцію англомовних джерел у навчальний процес, цифрові платформи професійної комунікації. Саме мовою здійснюється концептуалізація нових технологій та формування професійних компетентностей майбутніх фахівців.

До цієї сфери відноситиметься функціонування також ряду нових термінів та концептів, які пов’язані в першу чергу із розвитком транспортної галузі. Серед них будуть, насамперед: smart mobility; autonomous vehicles, intelligent transport systems; fuel efficiency; propulsion systems; поняття, які носять чергове або кілька стадій інноваційного циклу, такі як Technology Readiness Level; scalability; viability та багато інших, які потребують відповідного лінгвістичного тлумачення для успішної інтеграції зазначених інноваційних термінів та реалій у професійний чи навчальний вимір.

Мовний супровід зазначених вище процесів патентування, інтелектуалізації та фінансування інновацій пов’язаний зі спеціалізованою термінологією – patent claims, prior art search, proof of concept та дозволяє реалізовувати наукові результати, ставлячи університетські дослідження на більш конкурентоспроможні позиції у глобальному науково-технологічному просторі.

Отже, мовні та комунікативні механізми є важливою складовою інфраструктури трансферу транспортних інновацій у вищій школі та сприяють модернізації змісту професійної підготовки, формуванню іншомовної професійної компетентності та інтеграції української транспортної науки у міжнародний інноваційний.

УДК 001.895:378.4

Роль університетів у передачі технологій: від наукової ідеї до реального бізнесу

доц. Левківська Л.В., ст. викл. Левківський С.А.

Сьогодні університети — це не лише місця, де студенти слухають лекції, а й справжні «фабрики ідей». Трансфер технологій — це процес перетворення наукового відкриття, зробленого в лабораторії, на корисний продукт, який можна купити в магазині або використовувати на заводі. Для українських закладів вищої освіти (ЗВО) це шанс стати фінансово незалежними та допомогти країні розвиватися за європейськими стандартами. Важливо розуміти, що успішний трансфер починається з фундаментального дослідження, яке має потенціал для розв'язання конкретної технічної чи економічної проблеми.

Головне завдання університету в цьому процесі — стати містком між науковцем та підприємцем. Часто вчені роблять геніальні відкриття, але не знають, як їх продати, а бізнес шукає нові рішення, але не знає, де їх взяти. Університетські центри трансферу технологій допомагають знайти спільну мову: вони оформлюють патенти, шукають інвесторів та допомагають розрахувати, чи буде новий продукт прибутковим. Використання математичних моделей дозволяє оцінити ризики та спрогнозувати термін окупності інновацій ще до початку масового виробництва. Завдяки такій аналітиці університети можуть пропонувати бізнесу не просто ідеї, а вже готові розрахунки ефективності майбутнього продукту. Саме така співпраця дозволяє науці не «лежати на полицях», а працювати на користь суспільства.

Щоб цей процес працював ефективно, важливо залучати студентів до реальних проєктів ще під час навчання. Створення при університетах центрів підтримки стартапів дає молоді можливість спробувати себе у ролі справжніх власників бізнесу. Коли студент бачить, як його курсова чи дипломна робота перетворюється на працюючу технологію, це дає величезну мотивацію до навчання та наукової діяльності. Практика показує, що студентські стартапи часто стають основою для появи нових інноваційних компаній, які створюють робочі місця. Такий підхід повністю відповідає європейській практиці, де університети є головними двигунами інновацій.

УДК 004.65:001.895

Обробка даних при реалізації трансферу технологій

проф. Аль-Амморі Алі, асист. Олійник В.Л., студент Кучер В.В.

Обробка даних є фундаментальним етапом трансферу технологій у Data Science, оскільки якість вхідних даних безпосередньо визначає придатність моделі до промислового застосування. Невідповідність між розподілом даних у дослідницькому середовищі та реальними виробничими потоками є однією з головних причин деградації моделей після розгортання. На етапі підготовки до трансферу критично важливою є стандартизація пайплайнів обробки даних. Трансформація, нормалізація, кодування категоріальних змінних, обробка пропущених значень мають бути зафіксовані як відтворювані артефакти, а не як

одноразові скрипти. Інструменти Apache Beam, dbt або Feast забезпечують версіонування та аудит цих перетворень. Окремою проблемою є дрейф даних: з часом статистичні властивості вхідних потоків змінюються, що призводить до непомітної деградації якості передбачень. Вирішенням слугують системи моніторингу розподілу (evidently AI, Nannyml), які сигналізують про необхідність перенавчання або коригування пайплайну обробки. Питання конфіденційності даних набуває особливої ваги при трансфері між організаціями. Техніки диференційної приватності, синтетична генерація даних і токенізація дозволяють передавати необхідний досвід моделей без розкриття чутливої інформації, дотримуючись вимог GDPR та галузевих регуляторних норм. Документування походження даних (data lineage) через весь ланцюг обробки — від сирих джерел до фінальних фічей — є обов'язковою умовою відповідального трансферу. Платформи такі як Apache Atlas або Marquez фіксують метадані кожного кроку, що забезпечує відтворюваність результатів і спрощує аудит у regulated-середовищах.

УДК 004.8:001.895

Трансфер технологій у Data Science

проф. Аль-Амморі Алі, ст. викл. Туманова І.В., магістр Олех В.Б.

Трансфер технологій у сфері Data Science є процесом передачі методів, моделей та інструментів машинного навчання від академічного середовища до промислового застосування. Цей процес охоплює не лише програмний код, але й відтворювану методологію, документацію та супровідну інфраструктуру. Ключовою проблемою трансферу є розрив між дослідницьким прототипом і production-готовим рішенням. Академічні моделі, як правило, оптимізовані для точності на статичних датасетах, тоді як промислові системи потребують масштабованості, моніторингу дрейфу даних та інтеграції з наявними бізнес-процесами. Сучасні практики трансферу спираються на концепцію MLOps — набір принципів CI/CD, адаптованих для машинного навчання. Версіонування даних (DVC), реєстри моделей (MLflow, Weights & Biases) та контейнеризація (Docker, Kubernetes) формують технічну основу відтворюваного й аудитованого трансферу. Організаційний вимір трансферу не менш критичний: успішна передача технологій вимагає спільної мови між дослідниками, інженерами та бізнес-стейкхолдерами. Практики як-от Model Cards і Datasheets for Datasets забезпечують прозорість щодо обмежень, упередженостей і сфери застосування моделей. Перспективним напрямом є федеративне навчання та передача знань (knowledge distillation), що дозволяють ділитися інтелектуальними активами між організаціями без розкриття конфіденційних даних, тим самим демократизуючи доступ до складних моделей. Ефективний трансфер технологій у Data Science — це конкурентна перевага, яка скорочує шлях від наукового відкриття до створення реальної цінності.

УДК 004.056:001.895

Захист інформації при реалізації трансферу технологій

проф. Аль-Амморі Алі, студенти Калюжний Є.Б., Василишенко І.В.

Захист інформації при трансфері технологій у сфері Data Science охоплює одночасно кілька рівнів: безпеку самих даних, захист інтелектуальної власності на моделі та забезпечення цілісності пайплайнів передачі. Компрометація будь-якого з цих рівнів здатна знецінити весь результат трансферу або завдати суттєвої репутаційної та фінансової шкоди. На рівні даних ключовим інструментом є диференційна приватність — математично обґрунтований механізм додавання контрольованого шуму, що унеможливлює ідентифікацію індивідуальних записів у навчальній вибірці. У поєднанні з федеративним навчанням, де модель навчається безпосередньо на вузлах зберігання даних без їх централізації, це дозволяє проводити трансфер між організаціями без фізичного переміщення чутливої інформації. Захист моделей як інтелектуальної власності реалізується через шифрування ваг нейронних мереж, контейнеризацію з обмеженим інтерфейсом взаємодії та захист від атак типу model extraction — коли зловмисник намагається відтворити модель через масові запити до inference API. Техніки watermarking моделей дозволяють довести авторство у разі несанкціонованого копіювання. Безпека пайплайнів обробки та передачі забезпечується через наскрізне шифрування (TLS/mTLS), суворе розмежування доступу на основі ролей (RBAC) та аудитний журнал усіх операцій з даними. Інфраструктура секретів (HashiCorp Vault, AWS Secrets Manager) виключає хардкодування облікових даних у коді та конфігураціях. Відповідність регуляторним вимогам — GDPR, ISO/IEC 27001, галузевим стандартам — є невід'ємною частиною захищеного трансферу. Privacy Impact Assessment на початку проєкту та регулярні penetration-тести дозволяють виявляти вразливості до їх експлуатації, перетворюючи безпеку з реактивного заходу на проактивну архітектурну властивість системи.

УДК 330.341.1:001.895

Проблеми та бар'єри трансферу технологій в Україні та шляхи їх подолання

доц. Клочан А.Є., магістр Заварзіна В.В., студентка Міловська М.О.

У сучасних умовах цифровізації та глобалізації економіки трансфер технологій виступає одним із ключових механізмів забезпечення інноваційного розвитку держави. Система трансферу технологій в Україні характеризується наявністю низки системних проблем, що стримують її розвиток: недостатній рівень фінансування наукових досліджень; слабка взаємодія між наукою та бізнесом; недосконаліть нормативно-правової бази у сфері інтелектуальної власності та трансферу технологій; недостатній розвиток інноваційної інфраструктури та інші. Для підвищення ефективності трансферу технологій в Україні доцільно реалізувати комплекс заходів. Передусім необхідно збільшити державне та приватне фінансування прикладних наукових досліджень, орієнтованих на практичний результат. Важливим є також стимулювання участі бізнесу у фінансуванні інновацій через податкові пільги та механізми державно-

приватного партнерства. Другим напрямом є розвиток ефективної взаємодії між університетами та підприємствами. Це може бути реалізовано через створення спільних науково-дослідних центрів, проведення галузевих форумів та розвиток відкритих інновацій. Не менш важливим є вдосконалення законодавства у сфері трансферу технологій та інтелектуальної власності. Спрощення процедур передачі прав, забезпечення прозорості угод та захисту інтересів усіх сторін сприятиме активізації інноваційної діяльності. Крім того, необхідно приділяти увагу підготовці кадрів у сфері інноваційного менеджменту. Впровадження відповідних освітніх програм у закладах вищої освіти дозволить сформувати нове покоління фахівців. Розвиток інноваційної інфраструктури також є ключовим фактором. Створення ефективно функціонуючих технопарків, стартап-інкубаторів та центрів трансферу технологій сприятиме прискоренню процесу комерціалізації наукових розробок. Таким чином, трансфер технологій є важливим інструментом забезпечення інноваційного розвитку економіки України. Незважаючи на наявність значного наукового потенціалу, ефективність його використання залишається низькою через низку системних бар'єрів. Подолання цих проблем потребує комплексного підходу, що включає удосконалення фінансування, розвиток взаємодії між наукою та бізнесом, реформування нормативно-правової бази та розбудову інноваційної інфраструктури. Реалізація зазначених заходів дозволить підвищити конкурентоспроможність національної економіки та забезпечити сталий інноваційний розвиток.

УДК 001.895:378

Трансфер технологій як інструмент комерціалізації наукових досліджень в університетах

доц. Клочан А.Є., магістр Гончар П.О., студент Бузовський Я.А.

У сучасній економіці знань університети відіграють, зокрема, й інноваційну функцію. Вони виступають генераторами нових ідей, технологій і рішень, які можуть бути використані для розвитку реального сектору економіки. Трансфер технологій в університетах охоплює широкий спектр процесів, серед яких особливе місце займають ліцензування об'єктів інтелектуальної власності, створення стартапів, укладання договорів про спільну діяльність з підприємствами, а також реалізація прикладних науково-дослідних проєктів. Незважаючи на наявність різних механізмів, ефективність трансферу технологій у багатьох університетах залишається обмеженою. Серед основних причин можна виділити недостатній рівень фінансування, відсутність підприємницької культури серед науковців, слабку інтеграцію з бізнес-середовищем, а також недосконаліть організаційних структур. Підвищення ефективності трансферу технологій в університетах потребує комплексного підходу. Зокрема, необхідно розвивати інституційну спроможність університетів у сфері управління інноваціями, стимулювати підприємницьку активність серед студентів та науковців, розвивати партнерства між університетами та бізнесом, удосконалювати нормативно-правове забезпечення у сфері інтелектуальної власності, тощо. Загалом, трансфер технологій є

важливим інструментом комерціалізації результатів наукових досліджень в університетах. Його ефективне функціонування сприяє інтеграції науки та бізнесу, підвищенню конкурентоспроможності економіки та розвитку інноваційного потенціалу держави. Подальший розвиток системи трансферу технологій вимагає вдосконалення організаційних механізмів, активізації підприємницької діяльності в університетському середовищі та зміцнення співпраці з реальним сектором економіки.

Отже, трансфер технологій — це не лише про гроші, а й про нову культуру мислення в освіті. Університети мають стати гнучкими майданчиками для експериментів, де наукові розробки миттєво тестуються в реальних ринкових умовах. Наукові дослідження повинні бути орієнтованими на потреби ринку та запити сучасного бізнесу. Використання спеціальних цифрових платформ допомагає науковцям швидше знаходити промислових партнерів навіть за межами нашої країни. Системна робота у цьому напрямку дозволить перетворити вітчизняні ЗВО на потужні науково-виробничі кластери, здатні генерувати інтелектуальний продукт високої вартості. Активна підтримка інновацій у закладах вищої освіти допоможе Україні швидше інтегруватися в європейський науковий простір і створити сучасну економіку.

ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ НАПРЯМ

СЕКЦІЯ 1

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ АВТОМОБІЛІВ І ДОРОЖНІХ МАШИН, УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ЇХ РЕМОНТУ З МІНІМАЛЬНОЮ ЕНЕРГО - ТА МАТЕРІАЛОМІСТКІСТЮ

Підсекція виробництва, ремонту та матеріалознавства

УДК 621.891

Багатофакторний підхід оцінки мастильної дії олив з урахуванням впливу фізико-хімічного фактору

проф. Дмитриченко М.Ф., доц. Міланенко О.А., асист. Бобро А.М.

Запропонований та обґрунтований багатофакторний підхід оцінки мастильної дії олив з урахуванням впливу фізико-хімічного фактору щодо створення та адаптації ХМГШ до реальних умов експлуатації в умовах часткового ЕГД режиму мащення. Обґрунтований вибір сучасного спектрального і трибометричного обладнання дав можливість комплексно оцінити трибологічну поведінку контактної пари, оскільки коефіцієнт тертя відображає енергетичні характеристики процесу тертя, тоді як товщина / лінійний знос характеризує геометричні наслідки роботи трибологічної системи.

УДК 621.891

Оцінка товщини мастильного шару фрикційних вузлів двигуна внутрішнього згорання з врахуванням зміни типу мастила

проф. Дмитриченко М.Ф., проф. Міланенко О.А., Богданов І.М.

Прогнозування ресурсу на етапі проектування є нагальною потребою для сучасної техніки, особливо, що стосується фрикційних вузлів, які працюють в екстремальних умовах експлуатації в машинах стратегічних підприємств нафтогазової, теплоенергетичної та авіакосмічної галузей. А також у виробництві швидкісного транспорту, сільськогосподарської та гібридної військової техніки. Актуальним завданням є узагальнення експериментальних даних, прогнозування надійності та ресурсу в широкому діапазоні змін навантажень, швидкостей, температур та впливу мастила. Питання ефективності тісно пов'язані із забезпеченням надійності роботи цих машин і механізмів та визначають цілий комплекс конструкторських, інженерних та експлуатаційних досліджень, які і визначають економічну ефективність їх використання. Одним із способів підвищення цих показників – є підвищення ефективності змащення і зносостійкості фрикційних пар. Зі врахуванням вище зазначеного було розроблено математичну модель для оцінки товщини мастильного шару між верхнім компресійним кільцем і гільзою циліндра двигуна внутрішнього згоряння з урахуванням змін ходу поршня і типу мастила. Згідно з отриманим рівнянням у розмірних координатах встановлено

домінуючу роль впливу безрозмірного параметра швидкості — на 50 %, безрозмірного параметра матеріалу — на 47,6 % та безрозмірного параметра навантаження — на 9 %.
На основі результатів моделювання було розроблено номограми для оцінки ефективності змащення та інтенсивності зносу деталей двигуна внутрішнього згоряння на основі реологічних властивостей моторної оливи, числа обертів і ходу поршня двигуна, що дозволило підібрати оптимальний тип мастила для забезпечення стабільного змащення і зносостійкості фрикційних елементів в екстремальних умовах експлуатації.

УДК 621.891

Оптимізація встановлення концентрації присадки сульфідно-фосфідного типу

проф. Міланенко О.А., асист. Бобро А.М., асист. Петрекуци В.О.
Встановлено оптимальну концентрацію присадки сульфідно-фосфідного типу в діапазоні: *3,9 – 4,9%*, з масовою часткою фосфору: *0,046 – 0,057%*, при дотриманні умов виробника присадки щодо масової частки сірки, що призводить до миттєвого формування та адаптування модифікованих шарів товщиною в середньому до 30 мкм при максимальному навантаженні 50 Н, при якій спостерігається комбінована дія протизношувальних та антифрикційних властивостей для всього досліджуваного ряду олив.

УДК 621.891

Обґрунтування критеріїв модифікування фізико-хімічного складу мастильних матеріалів

проф. Міланенко О.А., доц. Кущ О.І., асист. Бобро А.М., аспірант Вансовський О.В.
Визначено, що для всього досліджуваного ряду олив, концентрація присадки сульфідно-фосфідного типу в концентрації *4,9%*, при якій спочатку відбувається суттєве зменшення тертя до 200 м пробігу в середньому на 30%, а потім після 200 м впродовж всього пробігу - поступовим зменшенням тертя в середньому на 10% при максимальній температурі 120^0С, проявляються універсальні властивості з точки зору формування надміцних ХМГШ для умов високих навантажень та найшвидшого адаптування до екстремальних умов тертя, коли суттєво змінюються робочі температурні і навантажувальні умови, наприклад, при експлуатації в суміщених системах двигуна та трансмісії одночасно.

УДК 621.891

Вплив фізико-хімічного фактору на еволюцію формування товщини модифікованого шару залежно від пробігу

проф. Міланенко О.А., асист. Бобро А.М., студент Бондаренко В.В.
Згідно результатів математичного моделювання еволюції формування товщини модифікованого шару залежно від пробігу, були встановлені критерії керування концентрації активних хімічних компонентів присадок на еволюцію

формування товщини модифікованого шару на всіх стадіях реального часу тертя та зношувальних процесів: на початкових стадіях припрацювання; хімічної взаємодії та механічної активації поверхні; адаптування цих процесів через стабілізацію структури модифікованого шару; зниження активності поверхні тертя, з високою точності і адекватності моделі, яке забезпечує повноцінну статистичну верифікацію отриманих результатів.

УДК 629.3.083

Вплив фізико-хімічного фактору на закономірності зміни коефіцієнту тертя залежно від пробігу

проф. Міланенко О.А., асист. Бобро А.М., студентка Авдєєва С.Р.

Згідно результатів математичного моделювання, що визначає закономірності зміни коефіцієнту тертя залежно від пробігу, встановлені критерії керування концентрації активних хімічних компонентів присадок на рівень антифрикційних властивостей з високою точності і адекватності моделі, яке забезпечує повноцінну статистичну верифікацію отриманих результатів.

УДК 378.147:004

Удосконалення метрологічного забезпечення процесів автосервісу

проф. Зубрецька Н.А., Коваленко І.Б., студентка Марченко Я.С.

З метою узагальнення та систематизація методів і засобів метрологічного забезпечення процесів автосервісних підприємств та розробки рекомендацій щодо їх удосконалення виконано аналіз технологічних і контрольно-діагностичних процесів автосервісу, технологічного та діагностичного обладнання, діагностичних параметрів технічного стану автомобілів і сформульовано вимоги до них. Розроблено структурну модель системи метрологічного забезпечення контрольно-діагностичних процесів автосервісу і принципову схему типової ІВС контролю ТЗ. У результаті дослідження системи збору вимірювальної інформації розроблено методику визначення тягових характеристик автомобіля на стенді з біговими барабанами та виконано метрологічну оцінку результатів перевірки вимірювальної системи ПДС-Л. Виконано дослідження методів затемнення скла та засобів вимірювання його світлопропускної здатності, сформульовано вимоги та умови їх використання, представлено методику визначення ступеню світлопропускання скла. Запропоновано практичні рекомендації щодо удосконалення метрологічного забезпечення контролю автомобілів за разунок комплектації постів контролю їх технічного стану сучасною інформаційно-вимірювальною технікою, сформульовано переваги комп'ютерної діагностики автомобіля та запропоновано сучасне обладнання для неї.

УДК 006:063.477

Дослідження методів і принципів стандартизації транспортної галузі

проф. Зубрецька Н.А., студент Лановий Є.В.

Стандартизація в транспортній галузі – це процес встановлення й застосування єдиних правил, вимог та норм для забезпечення безпеки, ефективності та

взаємодії всіх елементів транспортної системи, від транспортних засобів до логістики та інфраструктури. Вона охоплює розробку стандартів для якості транспортних послуг, безпеки руху, сумісності обладнання та уніфікації процесів, що сприяє підвищенню конкурентоспроможності, зниженню витрат та спрощенню міжнародної торгівлі. Дослідження методів і принципів стандартизації транспортної галузі, таких як системність, оптимальність, динамізм, директивність та обов'язковість, спрямоване на систематизацію нормативної документації, що встановлюють прогресивні вимоги до транспортних послуг і продуктів. З метою систематизації та узагальнення теоретичного, нормативного та організаційного забезпечення вимог до складових транспортної галузі України на основі аналізу сучасного стану транспортної системи України, обгрунтовано необхідність впровадження сучасних стандартів і міжнародних практик, дотримання стандартів транспортної безпеки та екології, забезпечення сумісності транспортних систем з країнами ЄС. Виконано систематизацію та структурне моделювання суб'єктів державного управління та стандартизації на транспорті, наведено перелік підприємств, що здійснюють безпосереднє регулювання у всіх напрямках діяльності транспортної галузі.. Побудовано узагальнену модель методологічних аспектів її стандартизації транспортної галузі України. Визначено класи, групи і підгрупи стандартів транспортної галузі за НК 004:2020 і коди за УДК. Виконано дослідження технічних комітетів транспортної галузі, їх функцій та сфер діяльності.

УДК 006:063.477

Дослідження методів методів і принципів стандартизації у сфері метрології та метрологічної діяльності

проф. Зубрецька Н.А., студентка Подорова А.О.

Актуальність дослідження стандартизації у сфері метрології та метрологічної діяльності зумовлена зростаючою потребою в забезпеченні точності, достовірності та єдності вимірювань у різних галузях промисловості, науки та техніки. В умовах інтеграції України до європейського та світового простору особливого значення набуває гармонізація національних стандартів із міжнародними, що сприяє підвищенню конкурентоспроможності продукції та розвитку інноваційних технологій. З метою систематизації, узагальнення теоретичних відомостей та практичних аспектів стандартизації в сфері метрологічної діяльності проведено аналіз нормативно-правових документів із стандартизації та метрології, обґрунтовано потребу вивченні й систематизації сучасних стандартів, дотриманні вимірювальних норм та забезпеченні сумісності вимірювальних систем із країнами ЄС. Виконано систематизацію та структурне моделювання суб'єктів державного управління та стандартизації, а також подано перелік наукових шкіл, що безпосередньо досліджують напрями метрологічної діяльності.

УДК 006:063.477

Складові національної системи оцінки відповідності колісних транспортних засобів

проф. Зубрецька Н.А., студент Голубничий К.В.

Метою оцінки відповідності (ОВ) колісних транспортних засобів (КТЗ) є забезпечення безпеки учасників дорожнього руху та довкілля шляхом перевірки відповідності їхньої конструкції та технічного стану встановленим нормам; спрощення процедури для імпортованих авто, а також підтвердження їх технічної справності та відповідності стандартам під час експлуатації. Дослідження націлені на систематизацію та узагальнення інформації про нормативно-правове та організаційне забезпечення, методи та процедури оцінки відповідності КТЗ. На основі аналізу вимог до КТЗ визначено об’єкти, параметри і методи контролю при сертифікації, проаналізовано законодавство, етапи і напрямки розбудови системи оцінки відповідності України. Розроблено узагальнену структурну та концептуальну схеми системи ОВ, представлено класифікацію діагностичних параметрів КТЗ, які використовуються при сертифікаційних випробуваннях, сформульовано вимоги до них та обґрунтовано критерії їх виконання. Окрема увага приділена дослідженню методів діагностування КТЗ, Розроблено алгоритми сертифікації КТЗ. Виконано порівняльний аналіз вимог Технічних регламентів до ЗВТ, які використовуються при сертифікації КТЗ.

УДК 621.891

Динаміка розвитку масляного голодування у триботехнічних системах

доц. Савчук А.М., доц. Туриця Ю.О., аспірант Ахматов В.В., студенти Завадський Д.О., Фомін М.А.

Залежно від умов експлуатації, конструктивних особливостей вузлів та властивостей оливи, масляне голодування може розвиватися поетапно або різко, провокуючи утворення задирів, втрату герметичності, відмову механізмів. Особливо критичним воно є для дизельних двигунів і турбін, де інтенсивні навантаження та температури сприяють швидкому руйнуванню мастильної плівки. У результаті проведеного аналізу можна зробити висновок, що масляне голодування є одним із найнебезпечніших явищ у триботехнічних системах, зокрема в елементах машин і двигунах внутрішнього згоряння. Механізм його розвитку включає поступове виснаження мастильного шару, що призводить до переходу від гідродинамічного до граничного режиму мащення, де контакт між поверхнями стає майже прямим. Така зміна супроводжується різким зростанням тертя, температури та зношування.

УДК 658.562

Способи та технічні засоби контролю якості зварних з’єднань

доц. Савчук А.М., доц. Туриця Ю.О., ст. викл. Сопоцько Ю.О., студенти Фещук М.В., Котляр І.М.

Зварні з’єднання є невід’ємною частиною сучасного виробництва в таких галузях, як машинобудування, енергетика, будівництво, авіа- та суднобудування.

Від їхньої якості залежить надійність, довговічність і безпека експлуатації складних конструкцій, зокрема мостів, трубопроводів, резервуарів високого тиску та транспортних засобів. Навіть незначні дефекти у зварному шві, які не виявлені вчасно, можуть призвести до катастрофічних наслідків, включно з аваріями, економічними втратами та загрозою для людського життя.
Саме тому контроль якості зварних з'єднань набуває особливої актуальності. Застосування ефективних методів контролю дозволяє не лише виявити дефекти на ранньому етапі, а й запобігти їхньому поширенню, забезпечивши безпечну та довготривалу експлуатацію об’єктів. У період стрімкого розвитку технологій особливу увагу приділяють неруйнівним методам контролю, які дозволяють перевіряти якість без порушення цілісності виробу.

УДК 621.891

Удосконалення експлуатаційних характеристик технологічних рідин у процесі ремонту транспортних засобів

доц. Савчук А.М., доц. Туриця Ю.О., аспірант Стецький Д.В., студенти Река Д.І., Рева Р.І.

Технологічні рідини відіграють надзвичайно важливу роль у процесах технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів. Вони забезпечують ефективність технологічних операцій, подовжують термін служби агрегатів і вузлів, а також сприяють безпеці й екологічності ремонту. Сучасні технологічні рідини сприяють зниженню витрат на обслуговування транспорту, зменшують кількість браку під час ремонту та підвищують загальну безпеку праці на станціях технічного обслуговування. Правильне використання технологічних рідин забезпечує якісний ремонт, знижує витрати на обслуговування транспорту, а також підвищує безпеку та надійність його експлуатації.

УДК 621.7

Підвищення фізико-механічних властивостей деталей машин шляхом поверхневого зміцнення

доц. Савчук А.М., доц. Туриця Ю.О., студенти Крижанівський Д.Б., Капленко С.С.

У сучасних умовах експлуатації машин і механізмів дедалі зростають вимоги до надійності, довговічності та ефективності роботи деталей. Одним із найважливіших напрямів підвищення їх експлуатаційних властивостей є застосування методів поверхневого зміцнення. Саме поверхня деталі першою зазнає впливу навантажень, тертя, корозії та зношування, що значною мірою визначає термін її служби. Методи поверхневого зміцнення, такі як термічна обробка, хіміко-термічна обробка, лазерне, плазмове та ультразвукове зміцнення – дозволяють локально змінити структуру поверхневого шару без зміни геометрії деталі та суттєвих витрат на матеріали. Це особливо важливо в умовах сучасного виробництва, де прагнуть до енергоефективності, економічності й підвищення продуктивності. Актуальність теми зумовлена також постійним удосконаленням технологій зміцнення, розробкою нових матеріалів і потребою у відновленні зношених деталей без їх повної заміни.

УДК 621.436

Забезпечення працездатності колінчастих валів форсованих дизелів після зношування

доц. Савчук А.М., доц. Туриця Ю.О., студенти Бочечка Н.Ю., Катишев Д.О.

Передчасний знос робочих поверхонь колінчатих валів вище граничних значень веде, як правило, не тільки до значних витрат на ремонт або заміну колінчатих валів, але й до збитків через простій транспортного засобу в ремонті, а вихід з ладу головного двигуна при поломці колінчатого вала може призвести до аварії. Існуючі технологічні процеси відновлення деталей тертя не забезпечують необхідну довговічність колінчатих валів, оскільки при їх проектуванні не враховуються комплексно технологічні особливості методів нанесення покриттів та зміцнення, техніко-економічні показники, а також умови експлуатації деталей. Складність вирішення даного завдання обумовлена низькою формалізацією відомостей про відмови колінчатих валів, закономірностях та залежностях їх утворення та розвитку. Знання щодо розвитку деградаційних процесів – причини руйнувань та ушкоджень деталей тертя, охоплюють широке коло галузей знань (металознавство, трибо техніка, механіка руйнування), відомості про ушкодження та аварії носять описовий характер. Незабезпечення необхідних показників довговічності відновлених колінчатих валів визначає необхідність удосконалення методів відновлення деталей тертя в тому числі і з застосуванням композиційних матеріалів.

УДК 621.43

Характеристика економічності та екологічності дизельних генераторів порівняно з бензиновими в теперішній час

доц. Рибак І.П., студенти Данилюк В.П., Левченко Є.М.

Економічність і екологічність дизельних генераторів у порівнянні з бензиновими є одним із ключових питань сучасної малої та резервної енергетики, що зумовлено зростанням вартості енергоресурсів, посиленням екологічних норм та підвищенням вимог до надійності енергопостачання. Дизельні генератори відрізняються вищим коефіцієнтом корисної дії, більшою енергоємністю дизельного палива та нижчими питомими витратами пального при тривалій безперервній роботі, що робить їх економічно вигідними для промислових об’єктів, медичних установ та об’єктів критичної інфраструктури. Крім того, дизельні двигуни мають більший моторесурс і здатні працювати в умовах підвищених навантажень без істотного зниження надійності. Бензинові генератори, у свою чергу, характеризуються меншою масою, компактнішими габаритами та простішою системою запуску, що зумовлює їх поширене використання в побуті та для короткочасних потреб, однак при тривалій експлуатації вони поступаються дизельним за економічними показниками.

З екологічної точки зору дизельні генератори традиційно вважаються джерелом підвищених викидів оксидів азоту, твердих частинок і сажі, що негативно впливає на стан атмосферного повітря. Проте сучасні дизельні установки оснащуються високоточною системою упорскування палива, турбонаддувом, каталізаторами окиснення та фільтрами сажі, що дозволяє значно знизити

рівень шкідливих викидів і привести їх у відповідність до чинних екологічних стандартів. Бензинові генератори мають нижчі викиди твердих частинок, але характеризуються підвищеним вмістом чадного газу та незгорілих вуглеводнів у відпрацьованих газах, що також негативно впливає на екологічну безпеку. Вибір типу генератора повинен ґрунтуватися на комплексному аналізі економічних, екологічних та експлуатаційних показників з урахуванням умов використання, тривалості роботи та вимог до рівня шуму. Комплексний підхід до оцінки економічності та екологічності дизельних і бензинових генераторів дозволяє оптимізувати витрати на виробництво електроенергії та мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище. У доповіді розглянеться основні характеристики, переваги та недоліки дизельних і бензинових генераторів у сучасних умовах експлуатації, а також перспективи їх подальшого вдосконалення з урахуванням енергоефективності та екологічних вимог.

УДК 669

Розвиток важкої металургії в Україні у воєнний час

доц. Рибак І.П., студент Дейнеко Б.Ю.

Розвиток важкої металургії в Україні у воєнний час є надзвичайно актуальним і стратегічно важливим питанням, оскільки металургійна галузь традиційно відіграє ключову роль в економіці держави, забезпечуючи потреби оборонного комплексу, будівельної галузі та енергетичної інфраструктури. Воєнні дії суттєво вплинули на виробничі потужності підприємств важкої металургії через руйнування інфраструктури, перебої з енергопостачанням, логістичні обмеження та дефіцит сировинних ресурсів. Значна частина металургійних комбінатів була змушена скоротити або тимчасово припинити виробництво, що призвело до зниження обсягів виплавки чавуну, сталі та прокату. Водночас галузь демонструє здатність до адаптації шляхом переорієнтації виробництва, впровадження енергозберігаючих технологій та оптимізації виробничих процесів. В умовах воєнного часу важка металургія України зосереджується на забезпеченні внутрішніх потреб держави, зокрема виготовленні металопродукції для оборонної промисловості, відновлення зруйнованих об’єктів інфраструктури та підтримки критично важливих галузей економіки. Важливим чинником стабілізації роботи підприємств є державна підтримка, розвиток альтернативних логістичних маршрутів та поступове відновлення експортних можливостей. Особливу увагу приділяють збереженню кадрового потенціалу, підвищенню рівня автоматизації виробництва та модернізації обладнання з метою підвищення ефективності та конкурентоспроможності продукції на світовому ринку. Крім того, актуальним напрямом розвитку є впровадження екологічно безпечніших технологій виробництва, що відповідають сучасним європейським вимогам. Комплексний підхід до відновлення та розвитку важкої металургії в Україні у воєнний час дозволяє не лише підтримати економічну стабільність держави, а й створити передумови для повоєнної модернізації галузі. У доповіді розглянеться основні тенденції розвитку важкої металургії України в умовах воєнного стану, ключові проблеми функціонування підприємств та перспективні напрями їх подальшого відновлення і розвитку.

УДК 621.891

Розробка програмного забезпечення для розрахунку кількісного показника якості мастильної дії масел з карбонофторидними присадками при нестаціонарних режимах тертя

доц. Леусенко Д.В.

Існуючі методи оцінки мастильних матеріалів часто базуються на статичних тестах або на усереднених параметрах, які не враховують змінюваність умов тертя. Раніше проведені дослідження та експерименти з використанням карбонофторидних присадок показали їхню високу ефективність у зниженні тертя та зносу у стандартних умовах. Однак більшість цих досліджень проводились в стаціонарних режимах, що не відображає реальних умов експлуатації механізмів. Проте в нестаціонарних умовах параметри можуть суттєво коливатися, і важливо мати інструмент, який дозволяє кількісно оцінити ефективність мастильного матеріалу в таких умовах. Точний кількісний показник якості мастильної дії, що враховує динамічні зміни параметрів тертя, є критично важливим для оптимізації вибору та використання мастильних матеріалів. Введення присадки КФ у мастильні середовища значно зменшує, а в окремих випадках повністю усуває тимчасове погіршання мастильної дії при нестаціонарних режимах за рахунок високих адсорбційних властивостей та хімічної активності карбонофторидів. За розробленими критеріями оцінена ефективність мастильної дії шести марок масел з КФ-присадками при нестаціонарних режимах тертя. Ефективність застосування КФ-присадок залежить від властивостей базової олії та їх концентрації. Для випробуваних масел різного складу та призначення оптимальна масова частка присадки становила 0,25 – 0,5 %.У зв'язку з тим, що компоненти масел можуть конкурувати з КФ-присадками та перешкоджати утворенню ними твердоподібних плівок, доцільно застосовувати КФ-присадки в умовах слабкого утворення самогенеруючих органічних плівок. Розроблена програма оцінки ефективності масляної дії олив з карбонофторидними присадками при нестаціонарних режимах тертя за інтегрованим показником ефективності масляної дії Q є дієвим інструментом для визначення областей для поліпшень та для відстеження ефективності масляної дії олив з присадками при нестаціонарних режимах тертя.

УДК 621.891

Оптимізація технології відновлення деталей типу вал металополімерними композиціями

ст.викл. Богданова О.І., ст.викл. Глухонець О.О., студенти Фартушний В.І., Яценко Р.Я.

Сьогодні однією з найгостріших проблем ремонтного виробництва є відсутність високоефективних, але в той же час простих у реалізації технологічних процесів відновлення посадкових поверхонь валів і осей механізмів машин. Існуючі нескладні й недорогі технології, до яких відносяться зварювально-наплавлювальні, відновлення пластичним деформуванням, полімерними матеріалами, як правило, не дозволяють забезпечити необхідний

ресурс відновленої деталі, а складні в реалізації й дорогі технології: плазмове й лазерне наплавлення, приварка сталевої стрічки й інші значно підвищують собівартість продукції й нерентабельні при невеликій програмі ремонту. Розв'язати дану проблему можна комбінуючи першу групу технологічних процесів з одержанням багатошарових покриттів із заданими гарантованими фізико-механічними, реологічними й триботехнічними властивостями, а також у забезпеченні заданої розмірної й геометричної точності відновлюваних деталей. Металополімери − це різні матеріали, від паст і гелів до легко-текучих композицій, двокомпонентні («базис» і «активатор») ремонтні склади на основі спеціальних, модифікованих фізико-хімічним способом епоксидних смол і наповнених багатокомпонентним наповнювачем з металевих, керамічних і мінеральних часток, що надають необхідні фізико-технологічні властивості металополімерам: високу механічну міцність і адгезію до різних металів (у тому числі чавуну, нержавіючій сталі, кольоровим металам), дереву, склу, бетону, кераміці, пластмасам (текстоліт, склопластик), що зберігаються при тривалій експлуатації у воді, масляному, хімічно активному середовищу при високих (до 200^0 С) температурах і тиску (до 250 кг/см^2).

УДК.629.083

Сучасні автотранспортні засоби в процесі експлуатації та зміни їх системних властивостей

ст. викл. Головащук М.В.

Багаторічний досвід свідчить, що існуюча система ремонту автотранспортних засобів є недосконалою через високу трудомісткість та низький рівень якості ремонту. Забезпечення ресурсу автотранспортних засобів в процесі експлуатації головним чином залежить від ремонту та технічного обслуговування (ТО). Вирішити цю проблему можна шляхом впровадження незнеособленого методу ремонту на основі поглиблення спеціалізації авторемонтних виробничих структур з використання гнучких систем відновлення та зміцнення деталей. Але у виробництві існують різні думки щодо економічної доцільності впровадження гнучкого устаткування і вибору оптимального рівня його гнучкості. Одні вважають, що гнучкі системи – це суцільні збитки для підприємства, а інші – навпаки, наполягають на тому, що будь-яке гнучке устаткування економічно вигідне, тому що воно підвищує продуктивність праці і забезпечує відновлення деталей одного функціонального призначення рухомого складу всіх видів. За даними питома вага поломок по КТЗ в цілому складає менш 8 %. Проведені дослідження показують, що найбільше їх приходиться на підвіску (поломки листів ресор та амортизаторів), кабіну і кузов (через недбале навантаження (розвантаження) вантажу. На основі визначень деталей формується множина задач з розвитку виробництва по відновленню деталей і створенню виробничих структур та (дільниць), які виступають у вигляді конструктивних рішень.

УДК 621.4

Екологічні аспекти діагностування двигунів дорожніх транспортних засобів

проф. Ковбасенко С.В., студент Фундурат М.Ю.

Сучасні транспортні засоби характеризуються високим рівнем автоматизації та широким використанням електронних систем керування, що зумовило активне впровадження комп'ютерної діагностики. Підключення діагностичного обладнання до стандартного сервісного роз'єму дозволяє отримувати інформацію від електронних блоків керування щодо основних параметрів роботи двигуна, систем живлення, запалювання, упорскування палива та систем очищення відпрацьованих газів. Аналіз отриманих даних дає змогу своєчасно виявляти несправності та контролювати роботу основних систем машин.

Окремим напрямом сучасної технічної діагностики є контроль екологічних показників двигунів. Підвищення вимог до екологічної безпеки транспортних засобів зумовлює необхідність застосування спеціалізованого вимірювального обладнання для визначення складу відпрацьованих газів та оцінки рівня шкідливих викидів. З цією метою використовуються газоаналізатори, які дозволяють визначати концентрації основних компонентів відпрацьованих газів. Аналіз співвідношення цих компонентів дозволяє оцінити повноту процесу згоряння, ефективність роботи систем живлення та запалювання, а також справність систем нейтралізації відпрацьованих газів. Необхідність контролю екологічних показників двигунів зумовлена також впровадженням сучасних міжнародних екологічних стандартів. Для дорожніх транспортних засобів діють нормативи рівня токсичності відпрацьованих газів стандарту Euro-6, які встановлюють гранично допустимі значення викидів оксиду вуглецю, вуглеводнів, оксидів азоту та твердих частинок. Для позадорожньої техніки, зокрема дорожньо-будівельних машин, застосовуються екологічні норми Stage, що регламентують допустимі рівні викидів шкідливих речовин двигунами внутрішнього згоряння цієї техніки. У зв'язку зі зростанням кількості транспортних і спеціальних машин та підвищенням їх технологічної складності підтримання необхідного рівня технічної готовності без використання сучасних методів і засобів діагностики стає практично неможливим. Це підвищує вимоги до алгоритмів оцінювання технічного стану машин, роблячи процес діагностування більш комплексним і точним.

Таким чином, застосування сучасних методів діагностики, зокрема екологічного контролю за допомогою газоаналітичних комплексів, дозволяє комплексно оцінювати технічний стан двигунів дорожніх транспортних і дорожньо-будівельних машин. Застосування цих методів сприяє підвищенню надійності експлуатації техніки, зменшенню витрат палива, зниженню рівня шкідливих викидів та забезпеченню відповідності сучасним екологічним вимогам.

УДК 621.436.12

Комплексне вдосконалення експлуатаційних характеристик машин подвійного призначення

проф. Ковбасенко С.В., студент Дяченко В.В.

Сучасний етап розвитку техніки формує підвищені вимоги до машин подвійного призначення, які повинні забезпечувати високу ефективність як у цивільній сфері, так і під час виконання спеціалізованих завдань у складних умовах експлуатації. Такі машини мають поєднувати комфорт і паливну економічність цивільних транспортних засобів із живучістю, прохідністю та функціональною стійкістю спеціальної техніки. Ключовим інженерним завданням є забезпечення надійної роботи агрегатів у критичних режимах без зниження енергоефективності.

Підвищення експлуатаційних характеристик доцільно розглядати як результат комплексної модернізації конструктивної та функціональної основи машини. Визначальним чинником є зростання надійності систем і агрегатів. Основою сучасного технічного сервісу стає реалізація стратегії прогнозованого технічного обслуговування, в якій, на відміну від традиційної системи планово-попереджувальних ремонтів, застосовується дистанційний моніторинг технічного стану з використанням сенсорних систем і телематики. Це дає змогу оцінювати ступінь зносу елементів у реальному часі, своєчасно виявляти передумови відмов і запобігати поломкам в умовах обмеженої ремонтної інфраструктури.

Перспективним для машин подвійного призначення є застосування багатопаливних двигунів, а також гібридних і комбінованих енергетичних схем. Це забезпечує зниження експлуатаційних витрат у звичайних умовах та підвищує автономність під час виконання спеціальних завдань.

Інтеграція інтелектуальних систем управління є невід’ємною складовою сучасних машин подвійного призначення, адже системи підтримки водія, бортова діагностика й телематичні комплекси забезпечують постійний контроль технічного стану та підвищують безпеку експлуатації. Важливим кроком є уніфікація вузлів і запасних частин із серійними цивільними моделями, що спрощує логістику, скорочує терміни постачання комплектуючих і знижує витрати на утримання техніки протягом усього життєвого циклу.

Таким чином, комплексне вдосконалення експлуатаційних характеристик машин подвійного призначення доцільно здійснювати на основі інтеграції сучасних конструктивних рішень, енергоефективних силових установок, стратегій прогнозованого технічного обслуговування та цифрових систем управління. Системний підхід до підвищення надійності, мобільності й економічності формує передумови для створення універсальної технічної платформи, здатної стабільно функціонувати в широкому діапазоні умов експлуатації та ефективно реалізовувати завдання подвійного призначення.

УДК 725.38:625.08:004.94

Оптимізація об'ємно-планувальних рішень сервісних центрів дорожньо-будівельної техніки із використанням методів імітаційного моделювання

доц. Сімоненко В.В., доц. Варфоломєєв Ю.М., студент Косько Б.О.

Розвиток сучасної дорожньо-транспортної інфраструктури висуває жорсткі вимоги до надійності та оперативності обслуговування парку дорожньо-будівельної техніки. Ефективність функціонування сервісних центрів значною мірою визначається раціональністю об'ємно-планувальних рішень, які формують основу технологічного процесу. Складність їх проєктування полягає у необхідності поєднання великогабаритних ремонтних зон, спеціалізованих складських комплексів та адміністративних блоків у єдину систему, що працює в умовах високої варіативності вхідного потоку замовлень.

Традиційні методи проєктування, що засновуються на статичних нормативних розрахунках, дуже часто не враховують стохастичний характер процесів обслуговування та високу невизначеність тривалості ремонтних робіт важкої техніки. У цьому випадку ключовим інструментом, що дозволяє віртуально апробувати різні конфігурації планування та виявити «вузькі місця» ще на стадії передпроєктних пропозицій, стає імітаційне моделювання.

Для формування архітектурно-планувальної структури доцільно використовувати методологію систематичного планування об'єктів, що базується на аналізі логістичних та нелогістичних факторів. Побудова системи взаємозв'язків дозволяє сформувати «кістяк» планування, де найбільш інтенсивно взаємодіючі вузли (наприклад, зона технічного обслуговування та склад запчастин) розташовуються максимально близько один до одного.

Перехід від статичних схем до динамічного відтворення життєдіяльності сервісного центру реалізується за допомогою програмних продуктів (AnyLogic, FlexSim тощо). Такі інструменти дозволяють моделювати накопичення великогабаритної техніки на під'їзних шляхах, оптимізувати внутрішню логістику та рух вантажопідйомних механізмів, уникаючи просторових колізій. Оцінка ефективності планування здійснюється через ключові показники: пропускну здатність, середній час обробки, коефіцієнт використання постів та обсяг незавершеного виробництва.

Оптимізація за методом систематичного планування у поєднанні з імітаційним моделюванням дозволяє скоротити загальну дистанцію пробігу персоналу та техніки від 31 до 48% в залежності від масштабу підприємства. Лише за рахунок раціонального розміщення буферних зон пропускна здатність об'єкта може бути збільшена на 22%.

Отже, застосування імітаційного моделювання при оптимізації об'ємно-планувальних рішень є необхідним кроком для мінімізації логістичних витрат та скорочення часу перебування техніки в ремонті на 20…40%. Цей підхід забезпечує створення гнучкої інфраструктури, здатної адаптуватися до пікових навантажень, що стратегічно підвищує ефективність усього дорожньо-будівельного комплексу.

УДК 621.8:62-52

Створення мехатронних систем як пріоритетний напрям підвищення експлуатаційних характеристик машин Caterpillar

проф. Білякович М.О., доц. Сімоненко В.В., асист. Куликівський О.В., студент Нестерчук В.О.

Важке машинобудування є зростаючою та складною галуззю, яка вимагає все більшої продуктивності, енергоефективності, надійності та безпеки машин, при цьому збільшуючи складність виробничих та експлуатаційних процесів. Рішення цих проблем безпосередньо пов'язане із застосуванням мехатронних пристроїв, які об'єднують механічні, електронні, гідравлічні та інформаційні елементи в інтегровану, високопродуктивну систему обладнання з центральним інтелектуальним управлінням. Машини Caterpillar мають високу інтеграцію силового агрегату, трансмісії, гідравлічних та робочих компонентів, що робить їх ефективною системою як мультифізичну систему «двигун - трансмісія - гідравліка - робоче обладнання - середовище». Взаємодія між цими підсистемами добре координована, так що потужність розподіляється ефективно, а втрати потужності в режимі переходу мінімізуються, і машини працюють у широкому діапазоні навантажень без додаткової роботи оператора. Одне з ключових місць у структурі мехатронних систем займають електрогідравлічні системи управління, які складають виконавче ядро сучасних важких машин. Їх використання гарантує високу точність управління робочим органом, кращу плавність руху, зменшення дросельних втрат, налаштування режимів роботи до змінних умов експлуатації. Інтегроване використання електронних контролерів з гідравлічними схемами відповідає технічним вимогам автоматизації процесів та напівсамостійних режимів роботи для будівельної та гірничої техніки. Сучасні сенсорні мережі та телематичні системи для постійного відстеження технічного стану вузлів та агрегатів працюють у реальному часі. Аналітична обробка експлуатаційних даних допомагає вчасно виявляти відхилення параметрів та прогнозувати потенційні відмови, що дозволяє застосовувати концепцію прогнозного обслуговування. Це призводить до мінімізації простоїв машин, зменшення витрат на ремонт та зниження загальної вартості володіння обладнанням. Поєднання мехатронних технологій, алгоритмів штучного інтелекту та навіть певної автономії в управлінні важким машинобудуванням є новою концепцією. Інтелектуальні кіберфізичні машини є важливим рушієм для покращення продуктивності, безпеки та сталого розвитку гірничої та будівельної галузей в контексті сучасної цифрової трансформації промисловості.

УДК 621.86/87

Напрямки модернізації мостових кранів та шляхи підвищення надійності та безпеки

доц. Посвятенко Н.І., студент Федоза В.О.

Мостові крани є одним із найпоширеніших видів підйомно-транспортного обладнання, що широко застосовується у промисловості, будівництві, металургії, машинобудуванні, складських комплексах та інших галузях. Вони

забезпечують переміщення вантажів у межах виробничих приміщень та відкритих майданчиків, виконуючи важливу роль у технологічних процесах.
У сучасних умовах зростання вимог до ефективності виробництва, енергоощадності та безпеки праці особливого значення набуває модернізація мостових кранів. Багато кранів, що експлуатуються на підприємствах, були виготовлені 20–40 років тому та морально і фізично застаріли. Це призводить до зниження продуктивності, підвищення витрат на обслуговування, збільшення простоїв і ризику аварій.
Основними проблемами експлуатації мостових кранів є зношування металоконструкцій, канатів, гальмівних систем, електрообладнання та механізмів пересування. З часом виникають тріщини в зварних швах, деформації головних балок, збільшуються люфти в редукторах і підшипниках. Негативний вплив на продуктивність і безпеку роботи мають наступні фактори: використання застарілих електродвигунів з низьким ККД;
відсутність частотного регулювання швидкості; механічні гальма без сучасних систем контролю; відсутність систем обмеження навантаження та діагностики; високий рівень енергоспоживання.
Модернізація мостових кранів може відбуватись наступним чином. Підсилення або заміна елементів металоконструкції. Застосування сучасних високоміцних сталей, встановлення додаткових ребер жорсткості дозволяє зменшити масу конструкції без втрати міцності, що позитивно впливає на динаміку роботи крана та знижує навантаження на підкранові шляхи. Модернізація механізмів крана включає заміну електродвигунів на енергоефективні, встановлення частотних перетворювачів, що дозволяє забезпечити плавний пуск і гальмування, зменшити динамічні навантаження, підвищити точність позиціонування вантажу та знизити зношування механізмів. Синхронізація приводів механізмів пересування запобігає перекосу моста та зменшує зношування коліс і рейок.
Одним із ефективних шляхів модернізації є впровадження автоматизованих систем керування. Використання програмованих логічних контролерів (PLC) дозволяє контролювати всі параметри роботи крана; здійснювати діагностику несправностей; реалізовувати обмеження навантаження; інтегрувати кран у загальну систему управління виробництвом. Дистанційне радіокерування підвищує безпеку оператора та покращує огляд робочої зони.
Системи моніторингу дозволяють своєчасно виявляти дефекти та запобігати аваріям

УДК 625.7/.8:621.879.4

Вторинне використання асфальтобетонних покритів та їх переробка

асист. Сивка І.О, студент Солодовнік О.А.

Навантажувач є самохідною машиною з двома ведучими мостами. В його склад входять наступні складальні одиниці і агрегати: силова установка, коробка передач роздаточна коробка, карданні вали, передній і задній мости, рама, кабіна, пневмосистема, електрообладнання, елеватор, редуктор відбору

потужності, конвеєр, гідросистема підйому та повороту конвеєра, опорна рама, вирівнювач.
Принцип роботи багатоківшевого навантажувача полягає в тому, що рухаючись на робочій швидкості вперед, він обертається шнек- живильником та розпушуючим обладнанням знімає шар розігрітого асфальтобетону, після зачерпує його ківшом елеватора що рухається і підіймає вгору. Огинаючи зірочки верхнього валу елеватора, ківші перекидаються та матеріал викидається через оголовок на стрічку конвеєра що рухається. В зоні розвантаження матеріалу з елеватора на стрічковому конвеєрі встановлено приймальний лоток. Матеріал що рухається на стрічці транспортується вгору і вивантажується в транспортний засіб.
До комплексно-механізованої відносяться роботи, виконані прогресивними методами за допомогою раціонального підібраного комплексу машин, зі спільною продуктивністю та іншими важливими техніко-економічними і екологічними показниками.
Комплексна механізація забезпечує безперервність виконання робіт, найвигідніше використання машин, найвищу продуктивність труда, скорочення терміну виконання робіт, зниження їх трудомісткості, собівартості та покращення якості.
Головні напрями розвитку дорожньо-транспортного машинобудування: створення самохідних високопродуктивних надійних і довговічних дорожньо-будівельних машин на базі уніфікованих вузлів та агрегатів, виготовлених на спеціалізованих заводах та підприємствах; підвищення потужності машин що випускаються; підвищення мобільності машин завдяки використанню прогресивних гідромеханічних та електричних трансмісій і силі низького тиску; підвищення довговічності і надійності машин завдяки застосуванню високоякісних матеріалів з одночасним зниженням металоємності в результаті раціонального конструювання машин та їх робочих органів; пошук нових принципів роботи машини та удосконалення існуючих в результаті застосування найбільш раціональних форм і режимів роботи робочих органів; стандартизація і уніфікація машин.

УДК 621.87 : 621.767

Дослідження можливості заміни металевих деталей у вузлах машини деталями з термопласту з використанням 3D друку

доц. Коваль А. Б. студент Щербін К.Ю.

Метою дослідження є дослідження можливості заміни металевих деталей машин які не є сильно навантаженими на такі самі з термопласту для 3д друку, а саме PETG (Поліетилентерефталатгліколь).
У дослідженні зроблено спробу замінити розподільчий вал малолітражного двигуна внутрішнього згоряння з металу на розподільчий вал з термпласту. Випробування розподільчого валу з поліетилентерефталатгліколю дозволить оцінити його зносостійкість. У розі позитивних результатів процес виготовлення цієї деталі може спроститься. На відміну від металевої деталі, виробництво якої потребує дорогих і складних машин і технологій, для

виробництва деталей з термопластів достатньо мати її 3д модель, 3д принтер та сам термопласт. Це також зможе здешевити виготовлення деталі і, звісно, кінцеву вартість продукту для споживача.
Відомі експерименти із заміни зірочки розподільчого вала та зірочки колінчастого валу на спеціальні пластики, таки як нейлон з вмістом вуглецю. Результати таких експериментів показують, зменшення ваги обох зірочок у можливе у 4 рази, що добре помітно у збільшенні потужності. Експерименти були не тривалі, проте принаймні зірочки витримали постійні різкі старти та зупинку і запуски двигуна. Це дає підгрунтя для висновку, що є сенс протестувати сучасні пластики як замінники сталі для деталей вузлів і агрегатів машин.

УДК 621.879.4

Підвищення курсової стійкості землерийної машини безперервної дії

доц. Коваль А.Б., студент Лазько Ю.В.

Роботу присвячено дослідженню універсальної роторної землерийної машини, що працює в умовах віяльно-поступальної подачі робочого обладнання на забій. Розроблено технічну пропозицію забезпечення бічної стійкості універсальної землерийної машини (УЗМ) під час спорудження траншей різної ширини та глибини в ґрунті.
Земляні роботи, надто копання протяжних виїмок різного призначення в ґрунті пов‘язано з розробкою та переміщенням мільярдів кубічних метрів ґрунту. В Україні такі роботи набувають особливого значення, позаяк пов’язані з безпекою країни та необхідні для фортифікаційного облаштування позицій сил оборони. Виконання таких обсягів робіт можливо лише з використанням високопродуктивних землерийних машин, насамперед екскаваторів безперервної дії. Крім підвищення продуктивності праці під час виконання земляних робіт, екскаватори поздовжнього копання забезпечують значне підвищення якості виконуваних робіт.
Актуальною є проблема створення високоефективних УЗМ здатних розробляти виїмки різної ширини без зміри робочого обладнання. Проте підвищення продуктивності машин тягне за собою збільшення потужності машини, відповідно збільшення навантажень на базовий тягач від робочих ґрунторозробних органів та можливі втрати курсової стійкості машини.
Тому підвищення курсової стійкості машин є актуальним завданням. Одним рішень підвищення курсової стійкості машин є використання додаткових опорних лиж.
Запропоновано використати конструкцію опорних лиж яка описана в патенті України на винахід № 127825 «Опорний вузол землерийної машини безперервної дії», власником якого є НТУ та проведено відповідні розрахунки.
Використавши удосконалену методику визначення курсової стійкості гусеничної землерийної машини безперервної дії, що розроблено на кафедри інженерії машин транспортного будівництва університету, визначають величину сумарного моменту опору розвороту M_{op} машини, оснащеної опорними лижами запропонованої конструкції. Перевірка умови збереження курсової стійкості та визначення величини коефіцієнту її запасу доводить доцільність використання удосконалених опорних лиж.

УДК 629.3: 621.436.12

Формування експериментальної бази даних за результатами натурних заїздів із використанням вимірювально-реєструючого комплексу

проф. Ковбасенко С.В., аспірант Гонтар Ю.В.

Теоретичні основи розробки локально орієнтованих міських випробувальних циклів базуються на принципах імітаційного відтворення реальних режимів руху. У сучасних умовах міської експлуатації, що супроводжується інтенсивними перехідними процесами та нерівномірністю транспортних потоків, традиційні підходи оцінювання паливної економічності й екологічних показників потребують адаптації, а вирішальним чинником стає якість зареєстрованої інформації. Тому формування експериментальної бази даних за результатами натурних заїздів є базовим етапом, який визначає подальшу достовірність виділення типових режимів міського руху та коректність синтезу локально орієнтованого циклу. Збір експлуатаційних даних здійснюється з використанням вимірювально-реєструючого комплексу, що забезпечує синхронний запис параметрів руху та режимів роботи силової установки. Архітектура комплексу включає навігаційний модуль (GNSS), реєстратор із внутрішньою пам’яттю та інтерфейси зчитування параметрів із бортових систем (CAN/OBD-II), що забезпечує синхронне об’єднання параметрів руху транспортного засобу та режимів роботи двигуна в єдиний часовий ряд, підвищує надійність збору й дає змогу здійснювати взаємний контроль каналів. Перед початком натурних заїздів виконуються перевірка коректності вимірювальних каналів і зв’язку, налаштування параметрів запису та частоти дискретизації, синхронізація часових міток усіх джерел даних, а також визначення процедур старту й зупинки реєстрації з урахуванням режиму запуску (холодний/гарячий старт).

Формування експериментальної бази передбачає серії поїздок у різні періоди доби та дні тижня за різного рівня транспортного навантаження. Для кожного заїзду фіксують умови проведення (погода, температура, обмеження руху, дорожні події/затори, відхилення від маршруту, зупинки, нештатні ситуації). Первинні записи зберігаються без втрат інформації, а метадані поїздки забезпечують простежуваність і коректну інтерпретацію під час подальшої обробки. Мінімально необхідні дані для опису режимів руху включають часову мітку, координати та швидкість із можливістю розрахунку шляху й прискорення. Для аналізу енергоефективності та екологічних показників доцільно додавати параметри силової установки (частота обертання колінчастого валу, витрату палива та інші діагностичні показники), формуючи синхронізований часовий ряд в уніфікованих одиницях.

Після натурних заїздів потрібно виконати уніфікацію та валідацію даних: приведення до спільної часової сітки, контроль пропусків і зсувів, перевірку узгодженості параметрів та вилучення некоректних фрагментів. Результатом є структурована база з «паспортами поїздок», придатна для оцінювання частки простою, інтенсивності зупинок і подальшого синтезу локально орієнтованого міського циклу.

УДК 624.132.3:621.879.4

Підвищення ефективності роторних робочих органів землерийних машин шляхом адаптивного розвантаження

доц. Ніколаєнко В.А., аспірант Сивка І.О.

Ефективність функціонування землерийних машин безперервної дії значною мірою визначається режимами роботи їх роторних робочих органів, які взаємодіють з ґрунтовим масивом у складних і змінних умовах. Під час розробки ґрунту фізико-механічні властивості середовища можуть істотно змінюватися в межах одного робочого циклу, що спричиняє коливання навантаження на ротор, зміну крутного моменту приводу та зростання енергоспоживання машини. У таких умовах особливої актуальності набувають питання підвищення енергетичної ефективності та стабілізації режимів роботи землерийної техніки.

Традиційні системи захисту приводів роторних робочих органів, такі як запобіжні муфти, гідравлічні клапани перевантаження або пружні елементи, мають переважно пасивний характер дії. Вони забезпечують обмеження максимальних навантажень, однак не здатні ефективно реагувати на швидкі зміни опору ґрунту різанню та не дозволяють оптимізувати енергетичні параметри процесу копання. У результаті частина потужності приводу використовується нераціонально, що призводить до підвищених витрат палива та зменшення ресурсу вузлів машини.

Одним із перспективних напрямів підвищення ефективності роторних робочих органів є застосування систем адаптивного керування навантаженням, які забезпечують активне регулювання режимів роботи приводу залежно від поточних умов взаємодії з ґрунтом. У таких системах використовуються датчики крутного моменту, частоти обертання ротора, параметрів гідравлічного приводу та вібраційних характеристик, інформація з яких надходить до контролера керування. На основі аналізу отриманих даних формується керуючий вплив, що змінює швидкість обертання ротора, глибину врізання ріжучих елементів або швидкість подачі машини.

Застосування адаптивного розвантаження дозволяє підтримувати оптимальний рівень силового навантаження на роторний механізм, зменшувати амплітуду динамічних коливань і забезпечувати більш стабільний режим різання ґрунту. Це сприяє підвищенню енергоефективності процесу розробки ґрунтового масиву, зменшенню питомих витрат енергії та збільшенню ресурсу ріжучого інструменту і приводних механізмів. Додаткові можливості відкриває використання сучасних систем керування гідроприводами типу Load-Sensing або електроприводів з частотним регулюванням, що дозволяє реалізувати складні алгоритми адаптивного керування.

Проведений аналіз особливостей роботи роторних робочих органів землерийних машин показав, що значні коливання сил опору різанню ґрунту є основною причиною перевантаження приводів та зниження ефективності роботи техніки. Встановлено, що традиційні пасивні системи захисту не забезпечують необхідного рівня адаптації машини до змінних умов взаємодії з ґрунтовим середовищем. Обґрунтовано доцільність застосування систем

адаптивного розвантаження, які на основі аналізу параметрів навантаження дозволяють здійснювати регулювання швидкості обертання ротора, глибини різання та подачі машини. Реалізація таких систем забезпечує зменшення динамічних навантажень, підвищення енергоефективності процесу копання та збільшення продуктивності землерийних машин, що особливо важливо під час виконання інженерних робіт у складних експлуатаційних умовах.

УДК 621.879.4

Обґрунтування вибору параметрів дискового робочого органу для машин безперервної дії при прокладанні оптоволоконних ліній зв'язку

проф. Мусійко В.Д., аспірант Чумак Є.В.

Розширення телекомунікаційних мереж супроводжує активне будування нових оптоволоконних ліній зв'язку. Обсяги передавання інформації зростають, а розвиток цифрових сервісів змушує операторів прокладати значну кількість нових підземних кабельних трас. Надійна робота кабельних мереж значною мірою залежить від умов, у яких кабель укладають у ґрунт. Якщо під час земляних робіт порушується нормативна глибина закладання або пошкоджується оболонка кабелю, довговічність кабельної лінії зменшується.

Конструкція робочого органу машини безпосередньо впливає на технологію укладання кабелю. Фізико-механічні властивості ґрунту також змінюють характер навантаження на робочий орган. Піщані та супіщані ґрунти чинять порівняно невеликий опір різанню, тому різальний інструмент руйнує ґрунтовий масив із невеликими витратами енергії. Щільні суглинки й глини створюють інші умови роботи. У таких ґрунтах різальний інструмент зустрічає значно більший опір, тому навантаження на привід і ходову частину машини зростає.

Під час спорудження підземних кабельних ліній інженери застосовують різні типи машин. Ланцюгові траншеєкопачі належать до найбільш поширених технічних засобів. Ланцюг із різцями інтенсивно руйнує ґрунтовий масив і забезпечує стабільну роботу машини у широкому діапазоні ґрунтових умов. Разом із тим ланцюговий робочий орган формує траншею значної ширини. Поперечний переріз траншеї часто перевищує 0,02–0,03 м². Коли машина виймає великий об'єм ґрунту, навантаження на її механізми зростає, а енергії на виконання земляних робіт потрібно більше.

Плужні кабелеукладачі працюють за іншою технологічною схемою. Робочий орган у вигляді плуга розсовує ґрунт і утворює вузьку щілину без вилучення значного об'єму ґрунтового масиву. У такому режимі машина рухається з досить великою швидкістю, тому кабель укладають швидше. Щільні зв'язні ґрунти створюють значний опір переміщенню плуга. Через це тягове зусилля базової машини збільшується, що обмежує використання плужної технології.

Інженерів також цікавить схема, у якій кабель прокладає машина з дисковим робочим органом. Різальний диск під час роботи обертається і поступово врізається у ґрунтовий масив. Кромка диска входить у ґрунт по коловій траєкторії. Плавний рух інструмента зменшує нерівномірність навантаження вздовж різальної кромки. Дисковий робочий орган прорізає траншею невеликої

ширини. У більшості конструкцій траншея має ширину приблизно 60–120 мм. Диск руйнує значно менший об’єм ґрунтового масиву порівняно з ланцюговими траншеєкопачами. Через це машина витрачає менше енергії на земляні роботи.

Обертання диска стабілізує рух інструмента в ґрунті. Різальна кромка входить у ґрунт під близьким кутом атаки. Машина рухається без різких коливань навантаження, а робочий орган утримує задану глибину траншеї. Дотримання глибини має важливе значення під час укладання оптичного кабелю.

Поступальний рух базової машини разом з обертанням різального диска формує безперервний технологічний процес. Під час одного проходу машина прорізає траншею, укладає кабель і частково повертає ґрунт у розроблену щілину. Такий спосіб роботи скорочує тривалість робіт на кабельній трасі та зменшує витрати енергії.

УДК 621.879.4

Перспективи гібридизації роторних та ланцюгових робочих органів траншейних екскаваторів безперервної дії

проф. Мусійко В.Д., аспірант Лейченко М.Ю.

Сучасний стан розвитку землерийної техніки безперервної дії характеризується широким застосуванням двох основних типів робочих органів траншейних екскаваторів: роторних (ківшевих та безківшевих) і ланцюгових (скребкових та ківшевих). Кожен із зазначених типів має як суттєві переваги, так і принципові недоліки, що обмежують сферу їх ефективного використання.

Роторні робочі органи мають більш сприятливий розподіл потужності двигуна: на копання витрачається 67–81 % потужності проти 31–66 % у ланцюгових. Зусилля копання, що реалізуються на робочих органах однакових за потужністю машин, у роторних є вищими, що дозволяє розробляти більш міцні ґрунти. Водночас маса ланцюгових машин перевищує масу роторних на 12–15 %, а продуктивність є в 1,7–2 рази нижчою. Проте роторні ківшеві робочі органи мають суттєвий недолік – їх продуктивність лімітується ємністю ківшів та умовами розвантаження, а при підвищених швидкостях подачі ґрунт запресовується у ківшах. Крім того, розвантажувальні вузли не забезпечують повну очистку ротора, особливо при роботі з вологими та липкими ґрунтами, що призводить до залишкових просипів обсягом до 20 % від відкопаної траншеї.

Перевагою ланцюгових робочих органів є розділення процесів різання та транспортування ґрунту по фазах, а також можливість спорудження траншей значної глибини (до 6 м і більше). Однак значні витрати енергії на подолання сил тертя в численних шарнірах ланцюга, просипи ґрунту та втрати потужності на переміщення ґрунту скребками по забою знижують загальну ефективність цих машин.

Гібридизація конструктивних рішень роторних та ланцюгових робочих органів дозволяє поєднати переваги обох типів. Зокрема, використання безківшевих роторних елементів для руйнування ґрунту з одночасним застосуванням ланцюгових механізмів транспортування дає змогу: усунути обмеження на

швидкість різання ґрунту завдяки примусовому розвантаженню; забезпечити ефективний винос ґрунту із забою суцільним потоком; підвищити продуктивність машини за рахунок оптимального розподілу потужності між процесами різання та екскавації; розширити діапазон глибин копання при збереженні низької енергоємності розробки ґрунту. Подальші дослідження спрямовані на оптимізацію параметрів гібридного робочого органа та експериментальне підтвердження його ефективності.

УДК 621.879.4

Особливості розробки рухомих робочих органів фрезерного типу для траншейних екскаваторів безперервної дії

доц. Коваль А. Б. аспірант Кафтанов А.О.

Забезпечення високої продуктивності траншейних екскаваторів безперервної дії в різних типах ґрунтів визначається насамперед керованістю процесу руйнування масиву та організацією стійкого потоку ґрунту (різання - транспортування – викидання).

Проведено порівняльний аналіз компонувальних схем і як найбільш раціональну базу для застосування на траншейних машинах переднього краю обрано схему з фрезою поперечного копання та роторним лопатевим метальником, що з першого погляду мала б дозволяти: обробляти повний профіль траншеї, організувати викид ґрунту за межі траншеї з формуванням бруствера, знизити ризик відмов у польових умовах за рахунок простішої та надійнішої кінематики. Ключова проблема полягає в тому, що класична фреза поперечного копання (на прикладі МДК-3) конструктивно орієнтована на багатопрохідну розробку котловану, коли в різанні задіяна лише частина робочої поверхні, тоді як траншейний режим потребує одно-прохідного копання повним профілем при русі машини по дну траншеї. Це формує дослідницьке протиріччя: необхідно зберегти переваги фрези поперечного копання (технологічна простота, універсальність за ґрунтами, сумісність із роторним лопатевим метальником), але змінити логіку її роботи для розробки забою за один прохід.

Обґрунтування вибору майбутньої конструкції виконано через постановку вимог до робочого процесу та виявлення невизначених параметрів, які неможливо коректно задати суто емпірично.

Новизна запропонованого підходу полягає у перенесенні принципів побудови поля різців із тунелепрохідницьких плит (радіально-спіральна організація траєкторій руйнування) на фрезерний траншейний робочий орган з поперечним копанням, це забезпечує: безперервне формування стружки по всій ширині профілю, стабільну подачу ґрунту в зону метальника, зменшення пікових моментів шляхом рознесення зон максимального навантаження в часі. Вузол транспортування й розвантаження приймається за принципом МДК-3, але з додатковим направленням зрізаної стружки в робочу зону метальника. Дослідження розгортається від рівня робочого процесу до рівня елемента різання.

Висновки: вибір траншейного фрезерного робочого органа поперечного копання з роторним лопатевим метальником є наслідком системного порівняння компоновок і вимог до малогабаритної траншейної машини; наукова складова зосереджується на оптимізації режимів різання та топології розміщення різальних елементів для одно-прохідного повнопрофільного копання з гарантованим викидом ґрунту за межі траншеї, що переводить рішення з рівня адаптації відомої фрези на рівень формалізованої інженерної методики проєктування.

УДК 621.879.4:621.01

Оптимізація конструктивних параметрів міні-робочого органа землерийної машини безперервної дії

доц. Коваль А.Б., аспірант Кисляк О.Ю.

В умовах ведення активних бойових дій критично важливим завданням є забезпечення високих темпів зведення фортифікаційних споруд (окопів, траншей) для збереження життя особового складу. Використання стандартної великогабаритної інженерної техніки часто є неможливим через її високу помітність та вразливість. Це зумовлює гостру потребу у створенні компактних (міні) землерийних машин безперервної дії. Однак, існуючі типи робочих органів (ланцюгові, роторні) не завжди здатні забезпечити формування траншеї правильного прямокутного профілю за один прохід, що вимагає додаткових витрат часу та ручної праці на доопрацювання стінок і дна.

Метою дослідження є обґрунтування нової кінематичної схеми фрезерного міні-робочого органа землерийної машини та постановка задачі щодо подальшої оптимізації його конструктивних параметрів для ефективного копання фортифікаційних споруд.

Для вирішення проблеми формування траншеї з рівними стінками та плоским дном за один прохід пропонується впровадження інноваційного принципу руху фрезерного робочого органа. В основу концепції покладено кінематику трикутника Рело. Запропонований робочий орган являє собою трилопатеву фрезу, вісь обертання якої здійснює планетарний рух (обертається по ексцентриковій траєкторії). Завдяки такому поєднанню рухів, крайні точки лопатей описують траєкторію, що наближається до ідеального квадрата.

Таке конструктивне рішення має низку потенційних переваг для військової інженерної техніки:

- Один прохід: формування готового профілю окопу (з вертикальними стінками та горизонтальним дном) без потреби додаткового зачищення.
- Компактність: можливість створення малогабаритної, низькопрофільної та мобільної машини, що є критичним фактором виживання на полі бою.
- Зниження енергоємності: порівняно з традиційними фрезами, кінематика різання дозволяє оптимізувати кути зустрічі різців з ґрунтом.

На даному етапі дослідження формується база для створення математичної моделі взаємодії запропонованого робочого органа з ґрунтовим масивом. Заплановано проведення теоретичних та імітаційних досліджень для визначення наступних параметрів:

1. Залежності між ексцентриситетом приводу, радіусом фрези та кінцевими габаритами профілю траншеї.
2. Оптимальних швидкостей обертання фрези та швидкості подачі машини для різних типів ґрунтів.
3. Силових навантажень на лопаті для забезпечення надійності конструкції в умовах високих динамічних навантажень.

УДК 629.3: 621.436.12

Сучасні підходи до оцінювання екологічної безпеки транспортних засобів

проф. Ковбасенко С.В.

В умовах глобальних процесів декарбонізації та посилення екологічних вимог до транспорту актуальним завданням є підвищення рівня екологічної безпеки рухомого складу на основі раціонального використання енергетичних ресурсів. За таких умов зростає потреба у вдосконаленні методів оцінювання екологічного впливу транспортних засобів, здатних відображати реальні умови їх експлуатації. У науковій та нормативній практиці сформувався комплекс методів оцінювання екологічного впливу транспортних засобів, який охоплює стандартизовані випробувальні процедури, експериментальні дослідження в реальних умовах руху та розрахунково-аналітичні підходи. Вагому роль у системі оцінювання екологічної безпеки відіграють стандартизовані випробувальні процедури, що ґрунтуються на узагальнених режимах руху та дозволяють оцінювати шкідливі викиди машин. Розвиваються та адаптуються випробувальні цикли, орієнтовані на конкретні умови руху, а також застосовуються методи оцінювання з переносними вимірювальними системами для отримання результатів, наближених до фактичних умов роботи. Окрему групу становлять розрахунково-аналітичні методи та технології дистанційного моніторингу викидів, що ґрунтуються на питомих паливно-енергетичних характеристиках або сенсорних системах для віддаленого вимірювання шкідливих компонентів. Їх перевагою є можливість масштабного використання та оперативного збору даних, проте такі підходи не забезпечують однозначного зв’язку між показниками екологічної безпеки, енергетичними витратами та фактично виконаною транспортною роботою.

Аналіз існуючих методів показує, що ключовою проблемою оцінювання екологічної безпеки є неузгодженість між показниками викидів і реальними умовами експлуатації транспортних засобів. Екологічні характеристики переважно розглядаються окремо від енергетичних витрат під час експлуатації, що ускладнює комплексну оцінку ефективності як автотранспортних засобів, так і технологічних машин з нетиповими або індивідуальними режимами роботи. Для подолання цих проблем перспективним є підхід, що інтегрує екологічні та енергетичні показники шляхом застосування узагальнених критеріїв, які пов’язують шкідливий вплив із реальною транспортною або технологічною роботою. Це дозволяє виявляти етапи роботи з підвищеними енергетичними витратами та значним впливом на довкілля, стимулює використання альтернативних видів палива та формує наукове підґрунтя для комплексної системи управління екологічною безпекою транспортних засобів.

Впровадження такого підходу забезпечує перехід від формального контролю окремих показників токсичності до комплексної оцінки екологічної ефективності та безпеки транспортних засобів із урахуванням їх фактичних режимів експлуатації.

УДК 620.197

Моделювання екскаваторів всесвітньо відомих виробників

проф. Кириченко І.Г., студенти Бей В.В, Тімченко О.А. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Сучасні екскаватори працюють у широкому діапазоні умов та виконують велику кількість технологічних операцій, для яких потрібна точна оцінка їхніх виробничих характеристик. Саме тому важливим завданням є моделювання та віртуальні дослідження роботи робочого обладнання машин до початку їхнього реального виготовлення чи модернізації.

Створення цифрових моделей екскаваторів середнього класу виробництва Volvo і Kobelco відбувалось в програмному забезпеченні Autodesk Inventor. Сучасні методи та засоби 3D моделювання відкривають широкі можливості для проведення кінематичних та динамічних досліджень екскаваторів на етапі проєктування. Кінематичний аналіз дозволяє оптимізувати робочу зону та траєкторії руху робочого обладнання. Динамічний аналіз забезпечує визначення навантажень, оптимізацію енергозатрат та перевірку міцності конструкції. Комплексне використання різних методів моделювання - від спрощених аналітичних моделей до складного моделювання - дозволяє створювати екскаватори з покращеними експлуатаційними характеристиками при зниженні витрат на проєктування та випробування.

У динамічних дослідженнях 3D моделі виступають не лише як геометричні об’єкти, а як повноцінні механічні системи, що мають масові та інерційні характеристики. За допомогою модулів Dynamic Simulation задаються параметри мас, моментів інерції, сил тертя, гідравлічних тисків тощо. Результати симуляції дають змогу отримати часові графіки зміни навантажень, а також візуалізувати розподіл сил у конструкції. На основі динамічного аналізу можуть бути оптимізовані параметри гідроциліндрів, зменшено навантаження на окремі вузли, підвищено плавність руху й довговічність машини.

Перед тим як перейти до моделювання екскаваторів середнього класу виробництва Volvo і Kobelco, були проведені статистичні дослідження продукції цих машинобудівних гігантів, вивчена номенклатура їх продукції, встановлені закономірності розподілу типорозмірів технологічних машин. Найбільша увага була приділена екскаваторам. Встановлені статистичні залежності між масою і потужністю двигунів екскаваторів у всьому діапазоні виробництва, від міні-екскаваторів до найпотужніших машин для виконання супер важких робіт. Після цього були розроблені 3 D моделі екскаваторів середнього класу з декількома варіантами виконання робочого обладнання, а також їз застосування таких систем як Tiltrotator і Steelwrist. Для прискорення віртуальних експериментів були розроблені спрощенні 3D моделі цих

екскаваторів. Головним чином, були збережені: специфічна конфігурація робочого обладнання, геометричні параметри та конструктивні особливості стріли, рукояті і ковша.

УДК 631.173

Використання гвинтового тягнучого органу для створення комунікацуйних порожнин в ґрунті

проф. Супонєв В.М., доц. Рагулін В.М., аспіранти Барський А.Я., Лемець О.О. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Будівництво розподільних мереж з відносно невеликим діаметром трубопроводів та кабелів різного призначення в умовах щільної забудови міст має значні труднощі при перетинанні доріг, трамвайних та залізодорожніх колій. При цьому найбільш ефективними є безтраншейні технології прокладання інженерних мереж. При цьому в ґрунті необхідне створити горизонтальну свердловину, крізь яку потім протягується захисний футляр у вигляді трубопроводу більшого перетину ніж сама комунікаційна лінія. Існуючі технології формування інженерних порожнин в ґрунті мають різні принципи дії та своє призначення. Їх ефективність визначається енергоємністю процесу, розмірами установки та принципом її дії. Враховуючи, що існує тенденція що до розвитку об'ємів прокладання інженерних мереж можна вважати що удосконалення технологій прокладання мереж є актуальною задачею.

Одним з напрямів розвитку технологій формування горизонтально-спрямованих свердловин пропонується використання гвинтового робочого органу. Завдяки тягнучої силі від гвинтової пари «лопать – ґрунт» необхідність в осьової задавлюючої силі для переміщення робочого органу в ґрунті відпадає. В порівнянні з методом статичного проколу, цей метод дозволяє суттєво підвищити точність проколу ґрунту та збільшити довжину його прольотів. Крім того зменшується радіальна напруженість від ущільнення ґрунту та підвищується темп виконання робіт.

Результати пошукових експериментів натурними зразками обладнання в цілому підтвердили працездатність технології проколу ґрунту і розширення свердловини для безтраншейного прокладання інженерних комунікацій за допомогою гвинтового робочого органу. Встановлена технічна продуктивність установки, яка в 2.5 рази вище продуктивності установок для статичного проколу ґрунту і складає 4.2 м/год.

Експериментальні дослідження в цілому підтвердили теоретичні положення по визначенню параметрів гвинтових робочих органів.

Підтверджено, що необхідні осьові зусилля загвинчування робочого органу на початковому етапі втілення його у ґрунт зменшуються у 3 – 4 рази, якщо попередньо желонкою створити стартову свердловину по осі траси глибиною, рівною двом діаметрам лопаті гвинту. Ця умова дозволяє обійтися без додаткового пристрою для осьового задавлювання обладнання.

Отримані результати досліджень можуть бути рекомендовані при безтраншейному прокладанні трубопровідних та кабельних мереж в стислих міських умовах та можуть бути рекомендовані для практичного використання при прокладанні інженерних мереж.

УДК 631.173

Встановлення впливу вібраційних коливань ножових робочих органів на опір ґрунту при його глибокому різанні

проф. Супонєв В.М., доц. Рагулін В.М., аспірант Макопух Є.В. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Відомо, що прокладання інженерних лінійно-протяжних об’єктів, до яких можна віднести кабелі різного призначення, міжселищні водогони та розподільні ґазопроводи, дренажні системи та інше, найбільш ефективно прокладати машинами для безтраншейного прокладання. В основі технології закладено глибоке прорізання ґрунту ножовим робочим орґаном та створення комунікаційної порожнини у яку потім прокладається безпосередньо трубопровідна нитка. Існує дві технології: метод протяґування трубопроводу в ґрунті та метод заґлиблення туби з поверхні. Цей процес вимагає значних тяглових зусиль. Для його зниження використовують різні способи інтенсифікації, одним з найефективніших яких є механічне коливання робочого обладнання.

Як відомо, загальний опір ґрунтів глибокому різанню включає наступні складові: силу тяжіння вирізаного ґрунту; зовнішнє і внутрішнє тертя; опір відділенню ґрунту від масиву.

Зниження впливу тих або інших складових можливе різними способами, найефективнішими з яких є використання вібрації робочих органів. Такі теоретичні і експериментальні дослідження по застосуванню ефекту вібрації для зменшення зусиль різання проводилися в КІБІ. Встановлені залежності впливу на ефективність зниження тягового зусилля таких чинників як швидкість різання амплітуда і частота коливань і так далі.

Встановлено, що зростання ефекту використання від частоти коливального процесу і зниження цього впливу при збільшенні швидкості різання. Наголошується, що максимальний ступінь зниження зусилля копання може досягати 90 % у лабораторних умовах проведення експериментів, що говорить про високу ефективність цього способу інтенсифікації робочого процесу.

Застосування віброударних коливань вертикального ножа при глибині копання до 2 м для натурних робочих органів дають ще вищий ефект (60 – 95 %), тоді як тільки вібраційний режим коливань дозволяє понизити тягове зусилля машини тільки на 35 – 48 %.

З існуючих досліджень відомо, що вібруючі ножі здійснювали як вертикальні або подовжні коливання, так і складніші – циркуляційні (тобто одночасне переміщення кромки ножа в подовжній і поперечній площині). Вході експериментальних досліджень встановлено, що застосування вібрації дає можливість понизити тягове зусилля: при вертикальних коливаннях – до 2,22 рази; при подовжніх коливаннях – до 8,83 рази; при циркуляційних коливаннях – до 11,5 рази. При цьому ефект вібрації у всіх розглянутих випадках збільшується з підвищення частоти і амплітуди вимушених коливань.

УДК 621.869

Комп'ютерне моделювання при проєктуванні спеціалізованих машин на базі шарнірного тягача

аспірант Сумінов А.В. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Сучасне виробництво дорожньо-будівельної техніки залишається обмеженим, що пов'язано, зокрема, з недостатнім рівнем методичного забезпечення проєктування таких машин. Значний інтерес становить створення спеціалізованих машин на базі серійних тракторів із шарнірною рамою, зокрема сімейства ХТЗ-240К. Використання таких базових машин дозволяє реалізувати модульний принцип створення різних типів техніки: фронтальних навантажувачів, бульдозерів, грейдерів, скреперів та інших машин.

Однак під час проєктування подібних машин розрахунок, як правило, виконується лише для робочого обладнання, тоді як навантаження на несучу систему базового тягача враховуються недостатньо. Це може призводити до виникнення значних напружень та руйнування окремих елементів рами.

В рамках дослідження роглянута методики проєктування дорожньо-будівельних машин на базі шарнірного тягача із забезпеченням необхідного рівня міцності, надійності та довговічності його несучої системи. Запропонована методика передбачає використання сучасних систем комп'ютерного моделювання для аналізу навантаженості конструкції базового тягача під час виконання робочих операцій.

На першому етапі створюються тривимірні комп'ютерні моделі машин, що створюють найбільші навантаження на раму тягача, зокрема колісного бульдозера та фронтального навантажувача. Геометричні моделі будуються в середовищах SolidWorks та SpaceClaim або інших CAD пакетах.

На другому етапі виконується чисельне моделювання напружено-деформованого стану конструкції із застосуванням пакета ANSYS. У розрахунках враховуються як статичні, так і динамічні навантаження, що виникають під час взаємодії робочого обладнання з ґрунтом або матеріалом.

Особлива увага приділяється аналізу навантаження на опору вертикального шарніра рами, яка є одним із найбільш відповідальних елементів конструкції. Для цього створюється окрема комп'ютерна модель вузла та виконується його розрахунок на міцність із використанням експериментальних даних.

Результати моделювання дозволяють визначити небезпечні зони концентрації напружень і виконати конструктивну оптимізацію елементів несучої системи.

Проведені дослідження показали, що під час роботи машин напірної дії у конструкції рами виникають значні динамічні навантаження, які можуть призводити до руйнування опори вертикального шарніра.

Комп'ютерне моделювання підтвердило наявність зон максимальних напружень у конструкції та дозволило запропонувати конструктивні зміни, спрямовані на підвищення міцності та довговічності рами базового тягача.

Розроблена методика дозволяє враховувати реальні статичні та динамічні навантаження, що виникають під час експлуатації машин.

УДК 621.874:539.43:004.94

Прогнозування втомної довговічності металоконструкцій кранів-маніпуляторів на основі інтеграції технології digital twin

доц. Ярижко О.В., асист. Пенкіна Н.П. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Сучасний етап розвитку машинобудування характеризується стрімким підвищенням інтенсивності експлуатації кранів-маніпуляторів, що висуває жорсткі вимоги до надійності їхніх несучих систем. Металоконструкції стрілового обладнання в процесі роботи піддаються дії складних знакозмінних динамічних навантажень, зумовлених як масою вантажу, так і інерційними силами при пуску та гальмуванні механізмів. Основним чинником, що обмежує термін служби таких машин, є втомне руйнування металу, яке часто має прихований характер. Традиційні методи технічного обслуговування, що базуються на планово-попереджувальних ремонтах або візуальному огляді, не здатні повною мірою врахувати індивідуальну історію навантаження конкретної одиниці техніки, що призводить або до передчасного виходу з ладу, або до невиправдано раннього списання металоконструкцій із невичерпаним ресурсом.

Ключова науково-технічна проблема полягає у відсутності прямого зв’язку між проєктними розрахунковими моделями та реальним технічним станом машини в режимі експлуатації. Статичні розрахунки на етапі проєктування не враховують випадковий характер експлуатаційних впливів, деградацію властивостей зварних з'єднань та локальну концентрацію напружень, що виникає внаслідок зносу шарнірних вузлів. Це створює дефіцит достовірної інформації для точного прогнозування моменту переходу металоконструкції в граничний стан.

Перспективним шляхом вирішення зазначеної проблеми є впровадження концепції «цифрових двійників» (Digital Twin), яка передбачає створення інтелектуальної динамічної моделі крана-маніпулятора, синхронізованої з реальним об’єктом за допомогою мережі сенсорів (тензометрії та акселерометрії). Застосування такого підходу дозволяє реалізувати безперервний моніторинг накопичення втомних пошкоджень у критичних зонах металоконструкції. Технічна реалізація даного методу базується на створенні високодеталізованих скінченно-елементних моделей, які автоматично корегують свої параметри відповідно до сигналів, отриманих від бортових систем телеметрії у реальному часі. Це дає змогу враховувати не лише амплітуду напружень, а й частотний спектр коливань, що є критично важливим для оцінки динамічної стійкості стрілового обладнання при інтенсивних режимах роботи. Інтеграція алгоритмів машинного навчання у структуру цифрового двійника дозволяє виявляти аномалії в роботі конструкції ще на стадії інкубаційного періоду зародження мікротріщин, що фактично трансформує систему діагностики з пасивної в проактивну. Завдяки поєднанню методів скінченно-елементного аналізу та предиктивної аналітики стає можливим перехід від консервативних оцінок довговічності до адаптивного управління залишковим ресурсом, що забезпечує підвищення промислової безпеки та значну оптимізацію витрат на сервісне обслуговування протягом усього життєвого циклу машини.

УДК 378.147; 37.01.09; 004.92; 004.94

Інтенсифікація використання ШІ здобувачами технічної освіти як наслідок дистанційного формату навчання

доц. Назарько О.О., доц. Рагулін В.М. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

В умовах розвитку четвертої технічної революції ШІ віднайшов глибоке впровадження в усі сфери людського життя: промисловість та виробництво, інженерія, медицина та побут. Звичайно, що сфера освіти, а технічної зокрема, в даних умовах зазнає постійної стрімкої трансформації. Зміна парадигми навчання від традиційної до цифрової неминуче вплинула на спосіб мислення здобувачів та сприйняття інформації. Питанням впливу використання ШІ в освітньому процесі та прогнозуванню ризиків пов'язаних з цим присвячено багато робіт.

В даній роботі пропонується зробити акцент на впливі вимушеної часткової суспільної ізоляції здобувачів, як необхідного убезпечнюючого засобу нашого сьогодення, що є основним чинником впровадження масовості дистанційної освіти на стрімкість використання ШІ-систем.

Дистанційний формат навчання передбачає роботу з великою кількістю цифрової інформації. Підготовка сучасних інженерів в умовах компетентностного підходу технічної освіти вимагає розвитку здатності майбутніх фахівців до ретельного аналізу та систематизації інформації, володіння спеціалізованими програмними продуктами, особливо застосованими в машинобудівній та автомобільній галузях, творчого прояву, тобто розвинутого критичного мислення. В умовах дистанційного навчання грамотно створений та структурований освітній контент спрямовує здобувача до вирішення поставлених задач. Цифровий формат навчальних матеріалів має ряд переваг: впорядкована подача інформації, цілодобова доступність, інтерактивні вправи, можливість використання смартфонів для навчання та ін. Але поряд з тим змінюється і фізіологічна структура сприйняття інформації формуючи небажаний ефект кліпового мислення. Традиційна форма навчання на відміну від дистанційної має чіткішу структуру, формує дисципліну та конкретний асоціативний простір, він фізичний - навчальна аудиторія. При онлайн форматі "налаштування" на навчання покладено на самодисципліну здобувача. Кінестетична складова сприйняття інформації відходить на другий план. Як приклад, не потрібно писати конспект - основний зміст є в електронному вигляді: текстовому, аудіо або відеозаписі. Так регулярна робота виключно з цифровими джерелами викликає ефект перевантаження інформацією. В результаті інструменти ШІ, що покликані оптимізувати навчальну діяльність здобувача, стають повсякчас доступною "електронною шпаргалкою", швидким генератором відповідей, економлячи час та мінімізуючи здатність до концентрації на конкретному питанні, розгляду різних рішень поставленої задачі. Таким чином використання ШІ є складним амбівалентним фактором впливу на освітню сферу.

УДК 624.133.3

Апроксимаційне спрощення моделі визначення критичної швидкості різання ґрунту

проф. Кравець С.В., проф. Тхорук Є.І., ст. викл. Степанюк Б.І. (Національний університет водного господарства та природокористування)

Сучасний розвиток землерийної техніки характеризується зростанням швидкостей виконання технологічних операцій та підвищенням вимог до енергоефективності робочих процесів. Важливою задачею при проєктуванні робочих органів є визначення раціональних швидкісних режимів різання ґрунту, оскільки швидкість суттєво впливає на характер руйнування ґрунтового масиву та величину опору різанню.

Більшість існуючих моделей опису процесу різання ґрунту базуються на емпіричних коефіцієнтах, значення яких залежать від фізико-механічних властивостей ґрунту. Це ускладнює практичне використання таких моделей і потребує проведення значної кількості експериментальних досліджень. Тому актуальним є розроблення спрощених аналітичних залежностей для визначення критичної швидкості різання.

Критичною вважається швидкість, за якої інтенсивність деформування ґрунтового масиву зрівнюється з інтенсивністю його руйнування. За швидкостей, менших за критичну, ґрунт перед ножем зазнає пластичних деформацій, а при досягненні критичної швидкості руйнування набуває крихкого характеру.

На основі аналітичних залежностей отримано значення критичної швидкості різання для різних типів ґрунтів залежно від кута різання ножа. Встановлено, що зі збільшенням кута різання критична швидкість зменшується.

З метою спрощення інженерних розрахунків виконано апроксимацію отриманої залежності. Запропонована спрощена аналітична модель, що містить два коефіцієнти апроксимації (один з яких залежить від типу ґрунту) і використовує значення кута різання, дозволяє визначати критичну швидкість різання з максимальною похибкою до 4,15 %. Отримана залежність може бути використана при проєктуванні робочих органів землерийних машин та оптимізації режимів різання ґрунту.

УДК 631.3:631.51

Використання технологій точного землеробства в конструкціях сільськогосподарських машин

доц. Голотюк М.В., доц. Пилипака Т.С., студенти Пащук А.Ю., Гушпет А.Р. (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

Сучасний розвиток аграрного виробництва характеризується зростанням вимог до ефективності використання ресурсів, підвищення продуктивності праці та збереження родючості ґрунтів. Однією з актуальних проблем сучасного землеробства є значна просторово-часова неоднорідність ґрунтового покриву, яка проявляється у відмінностях фізичних, механічних та агрохімічних властивостей ґрунтів навіть у межах одного поля. Традиційні технології

обробітку ґрунту та вирощування сільськогосподарських культур передбачають застосування однакових норм висіву, внесення добрив і засобів захисту рослин на всій площі поля. Такий підхід часто призводить до перевитрат матеріальних ресурсів, зниження ефективності агротехнологій і погіршення екологічного стану агроландшафтів.

Одним із перспективних шляхів вирішення зазначених проблем є впровадження технологій точного землеробства, які базуються на використанні сучасних інформаційних технологій, систем позиціювання, дистанційного зондування Землі та автоматизованих систем управління. Основною ідеєю точного землеробства є адаптація технологічних операцій до конкретних умов кожної ділянки поля з урахуванням її агрофізичних, агрохімічних та біологічних особливостей. Реалізація таких підходів неможлива без удосконалення конструкцій сучасних сільськогосподарських машин та оснащення їх відповідними електронними системами контролю і керування.

Особливе значення має інтеграція в конструкції машин систем диференційованого внесення матеріалів. Такі системи застосовуються у посівних машинах, розкидачах мінеральних добрив, обприскувачах та інших агрегатах. Завдяки використанню електронних контролерів, датчиків витрати та виконавчих механізмів забезпечується автоматична зміна норми внесення насіння, добрив або засобів захисту рослин відповідно до карти завдання та координат агрегату на полі. Це дає можливість більш раціонально використовувати матеріальні ресурси та підвищити ефективність агротехнологій. Впровадження технологій точного землеробства пов’язане з рядом технічних та організаційних проблем. До них належать висока вартість обладнання, необхідність модернізації існуючого машинно-тракторного парку, потреба у кваліфікованому персоналі для обслуговування електронних систем та аналізу отриманих даних.

Інтеграція сучасних інформаційних технологій, систем автоматизованого керування та сенсорних систем у конструкції сільськогосподарських машин є важливим напрямом розвитку агроінженерії. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на вдосконалення технічних рішень, розроблення нових інтелектуальних систем керування та створення високоефективних машинно-тракторних агрегатів, здатних забезпечити реалізацію принципів точного землеробства в умовах сучасного аграрного виробництва.

УДК 631.3:631.51

Підвищення ефективності використання машинно-тракторних агрегатів у сучасному агровиробництві

доц. Пахаренко В.Л., доц. Валецька О.В., студенти Ходаківський І.Л., Вавринюк О.М. (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

Ефективність функціонування сучасного аграрного виробництва значною мірою визначається рівнем технічного забезпечення та раціональністю використання машинно-тракторних агрегатів (МТА). Саме вони забезпечують виконання основних технологічних операцій у рослинництві — обробіток

ґрунту, сівбу, догляд за посівами, внесення добрив, збирання врожаю та транспортування продукції. У сучасних умовах зростання вартості енергоресурсів, техніки та матеріалів питання підвищення ефективності використання машинно-тракторних агрегатів набуває особливої актуальності.

Раціональне використання МТА залежить від багатьох факторів, серед яких важливе місце займають правильний підбір складу агрегату, відповідність потужності трактора параметрам робочої машини, оптимальні режими роботи, технічний стан машин та рівень організації польових робіт. Невідповідність цих параметрів призводить до зниження продуктивності агрегатів, підвищення витрат пального, збільшення простоїв техніки та зростання експлуатаційних витрат. Одним із важливих напрямів підвищення ефективності використання машинно-тракторних агрегатів є оптимізація їх технологічних параметрів. Раціональний вибір швидкісних режимів руху, ширини захвату робочих органів, глибини обробітку ґрунту та навантаження на двигун трактора дозволяє забезпечити максимальну продуктивність при мінімальних енергетичних витратах. Значну роль відіграє також правильна організація технологічних процесів у полі, зокрема оптимізація маршрутів руху агрегатів, зменшення перекриттів і непродуктивних проходів.

Суттєвим фактором підвищення ефективності використання МТА є впровадження сучасних технічних рішень і цифрових технологій. Використання систем супутникової навігації, автоматичного водіння, контролю витрат пального та моніторингу технічного стану машин дозволяє підвищити точність виконання польових операцій, скоротити витрати ресурсів і підвищити продуктивність праці. Технології точного землеробства дають можливість диференційовано виконувати агротехнологічні операції з урахуванням особливостей окремих ділянок поля.

Сучасне технічне обслуговування, діагностування вузлів та агрегатів, а також застосування сучасних методів ремонту сприяють підвищенню надійності техніки та зменшенню простоїв під час виконання польових робіт.

Отже, підвищення ефективності використання машинно-тракторних агрегатів у сучасному агровиробництві можливе за умови комплексного підходу, що включає оптимізацію технологічних режимів роботи, удосконалення конструкцій сільськогосподарських машин, впровадження цифрових технологій управління та належну організацію виробничих процесів. Реалізація зазначених заходів сприятиме зниженню енерговитрат, підвищенню продуктивності техніки та покращенню економічних показників аграрного виробництва.

УДК 631.3:631.51

Оптимізація режимів роботи машин для зменшення енерговитрат у польових умовах

доц. Ювчик Н.О., ст. викл. Змієвська О.Г., студенти Джафарова А.Р., Семенюк В.М. (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

Сучасне сільськогосподарське виробництво характеризується високою енергоємністю технологічних процесів, що пов’язано з використанням значної кількості машинно-тракторних агрегатів під час виконання основних польових робіт. У структурі витрат аграрних підприємств значну частку становлять витрати пального та енергетичних ресурсів, що зумовлює необхідність пошуку шляхів підвищення енергоефективності технологічних процесів. Одним із ефективних напрямів вирішення цієї проблеми є оптимізація режимів роботи сільськогосподарських машин у польових умовах.

Енергетична ефективність роботи машинно-тракторних агрегатів значною мірою залежить від раціонального вибору швидкісних режимів руху, глибини обробітку ґрунту, ширини захвату робочих органів, навантаження на двигун трактора та технічного стану агрегатів. Невідповідність режимів роботи умовам експлуатації призводить до перевитрати пального, підвищеного зношування вузлів і деталей машин, а також до зниження якості виконання технологічних операцій.

Важливим чинником, що впливає на енерговитрати під час виконання польових робіт, є фізико-механічні властивості ґрунту. Щільність, вологість, гранулометричний склад та структура ґрунту безпосередньо впливають на величину тягового опору робочих органів машин. За несприятливих умов експлуатації зростає навантаження на трактор, що призводить до збільшення витрат пального та зниження продуктивності машинно-тракторного агрегату.

Одним із перспективних напрямів підвищення енергоефективності є використання методів оптимізації режимів роботи агрегатів на основі математичного моделювання та експериментальних досліджень. За допомогою факторного аналізу та побудови регресійних моделей можна встановити оптимальні значення параметрів роботи машин, які забезпечують мінімальні енерговитрати при збереженні необхідної якості виконання технологічних операцій. Суттєву роль у зниженні енерговитрат відіграє також удосконалення конструкцій робочих органів сільськогосподарських машин, застосування сучасних матеріалів, а також використання систем автоматичного керування режимами роботи агрегатів. Використання елементів точного землеробства, зокрема систем навігації та контролю параметрів роботи машин, дозволяє оптимізувати технологічні процеси та підвищити ефективність використання енергетичних ресурсів.

Оптимізація режимів роботи сільськогосподарських машин є важливим напрямом підвищення енергоефективності аграрного виробництва. Раціональний вибір технологічних параметрів роботи машинно-тракторних агрегатів з урахуванням умов експлуатації та властивостей ґрунту дозволяє зменшити витрати енергетичних ресурсів, підвищити продуктивність техніки та забезпечити ефективне виконання польових робіт.

Підсекція комп'ютерне моделювання та дизайн машин і споруд

УДК 629.1:74

Промисловий дизайн модульного комплексу роботизованих машин з інтелектуальним керуванням

проф. Кузьмінець М.П.

Після завершення військових дій очікується зростання обсягів транспортування первинних енергоносіїв, що робить модернізацію трубопровідної інфраструктури пріоритетним завданням державної енергетичної стратегії. У цьому контексті безтраншейні технології (Trenchless technology) стають оптимальним рішенням, поєднуючи технічну ефективність з мінімальним впливом на ландшафт та екосистему.

Враховувати роль інтелектуального керування (AI та IoT) – самостійно визначати траєкторію залягання підземного трубопроводу, визначення відстаней та попередження контакту з рухомими елементами робочого обладнання землерийної машини, передбачення модулів діагностики, як обладнання так і трубопроводу, впроваджувати інтелектуальні системи, що дозволяють мінімізувати людський фактор. Впроваджувати Smart-діагностику - використання комп'ютерного зору для виявлення мікротріщин та дефектів, які непомітні для людського ока, оцінка напружено-деформованого стану трубопроводу під дією близько розташованої рухомої техніки.

Дослідження є актуальним, оскільки воно об'єднує інженерну необхідність відновлення ресурсів з новітніми досягненнями в галузі робототехніки та промислової естетики, що відповідає концепції " The Fourth Industrial Revolution 4.0" - четвертої промислової революції, згідно з якою найближче майбутнє визначатиметься широким впровадженням кіберфізичних систем у виробництво і обслуговування людських потреб, що визначило її, як засіб підвищення конкурентоспроможності обробної промисловості через посилену інтеграцію «кіберфізичних систем», або CPS, у технологічні промислові процеси.

Практичне значення дослідження полягає у створенні концепції промислового дизайну модульного комплексу роботизованих машин для безтраншейного ремонту трубопроводів, що: підвищує ефективність і безпеку ремонтних робіт; забезпечує зручну взаємодію «людина – машина» та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс; зберігає ландшафт та екосистему; може бути використане при модернізації існуючої техніки та проєктуванні нових технологічних комплексів.

УДК 738(477)

Значення навчальної дисципліни скульптура для процесів розвитку об'ємного мислення, яке необхідне у подальшій проєктній діяльності майбутніх дизайнерів

проф. Білик М.І., доц. Лампека М.Г.

Значення навчальної дисципліни "Скульптура" є беззаперечним у процесах ознайомлення студентів з законами пластики об'ємних форм та надбання ними спеціальних знань та практичних навиків на основі вивчення зразків

класичного мистецтва, національних традицій, народної творчості, а також живої натури для розвитку об'ємного мислення, яке необхідне у подальшій дизайнерській діяльності.
В процесі навчання студенти розвивають здатність володіти різними техніками та технологіями роботи у відповідних матеріалах, а також здатність володіти засобами та прийомами формотворення, макетування і моделювання об'єктів дизайну. Майбутні фахівці повинні знати закони та структуру формотворення, принципи композиційного співвідношення форм, властивості різних скульптурних матеріалів. Вони мають вміти вірно відображати об'ємну форму, знаходити взаємозв'язок деталей з пластикою моделі, відбирати головне та типове у відображенні моделі, використовувати пластичні можливості різних скульптурних матеріалів. Майбутні фахівці повинні мати навички вірного відображення об'ємної форми, знаходження взаємозв'язків деталей з пластикою моделі, відбору головного та типового для відображення моделі.

УДК 629.7.358.4

Проектування дрона-розвідника військового призначення з системою дистанційного спостереження

проф. Кузьмінець М.П., студент Шевченко Є.В.

Дрони-розвідники – це безпілотні літальні апарати, які є сектором авіації, вони розвивається дуже швидко і має великий потенціал для зростання і створення нових робочих місць. За останні кілька років Українська армія і промисловість активно розвивають свої можливості у сфері безпілотних літальних апаратів , у тому числі і дронів-розвідників. Концепція бойового багаторазового застосування таких дронів стає все більш актуальною в умовах сучасних бойових дій та стратегічних викликів. Розробка та виробництво дронів-розвідників сприяє модернізації оборонно-промислового комплексу України. Це може стати не лише джерелом безпеки для країни, а й важливим фактором для економічного розвитку. Багаторазові дронів-розвідників можуть забезпечити збільшення стратегічної мобільності в умовах сучасного бойового середовища. Вони можуть бути швидкими, гнучкими та ефективними інструментами для реагування на загрози. Отже, перебуваючи в стані активних бойових дій, головною метою держави, має бути- збереження людського складу збройних сил. Дрони-розвідники багаторазового використання можуть значно допомогти у просуванні на лінії фронту з максимальним збереженням життів солдат. Практична значимість дослідження полягає в можливості створення дрону, здатного працювати тривалий період, вести спостереження та збір необхідного матеріалу, в складних умовах у тому числі і бойових.

УДК 747:725.3

Екстер'єрний інтер'єр: інтеграція вуличних рішень у дизайн внутрішніх просторів

проф. Меженна Н.Ю.

Сучасна урбаністика та дизайн інтер'єрів дедалі частіше відмовляються від жорсткого розмежування «зовнішнього» та «внутрішнього». Концепція

«екстер'єрного інтер'єру» (інтер'єр з рисами вулиці) стає ключовим інструментом для створення гуманного, адаптивного та візуально насиченого середовища. Це особливо актуально для великих інфраструктурних об'єктів: транспортних вузлів (вокзалів, аеропортів), торгових центрів та офісних хабів.
Використання екстер'єрних рішень у приміщеннях виконує ряд функцій: зняття стресу від перебування в замкненому просторі за рахунок імітації відкритого середовища, візуальне розширення за рахунок елементів масштабу вулиці та урізноманітнення рішень за рахунок поєднання тактильності вуличних матеріалів (бетон, бруківка, грубий метал) із затишком інтер'єру.
Транспортна інфраструктура є ідеальним майданчиком для реалізації концепції «міста в місті». Для досягнення ефекту «екстер'єрності» використовуються наступні технологічні і дизайнерські прийоми та інструменти:

- Логіка «маленьких вуличок». Замість монотонних довгих коридорів пропонується створення компактних локацій, що нагадують міські дворики.
- Впровадження вуличних доріжок, плитки та систем вуличного освітлення всередині терміналів допомагає інтуїтивній навігації.
- Використання елементів меблювання вуличних форм замість стандартних крісел, форми, що імітують парапети, вуличні лави, або шезлонги.
- Озеленення. Заміна декоративних вазонів на повноцінні паркові зони всередині будівель, використання дерев у великих діжках.
- Освітлення та декор. Вуличні ліхтарі як основні джерела світла; використання «грубого» та «м'якого» декору, що контрастує з індустріальним фоном.
- Часткова огородженість. Створення напівзакритих зон усередині великих площ (кафе-тераси всередині вокзалів, ТРЦ), що дає відчуття перебування на площі міста.

У висновку зазначимо, що інтеграція вуличних рішень у дизайн інтер'єру – не просто стилістичний прийом, а стратегія створення співмасштабного людині середовища. У транспортній інфраструктурі та громадських об'єктах це дозволяє перетворити транзитні зони на місця повноцінного життя, де межа між «тут» і «там» стирається на користь комфорту та естетики, а замкнений простір приміщень психологічно сприймається відкритішим, «вуличним».

УДК 74.01/.09

Від академічного рисунку до декоративної стилізації, трансформації та інтерпретації в образотворчому мистецтві та дизайні

доц. Бражнік О.В.

Вільне володіння всіма професійними прийомами та навичками академічного рисунку стає запорукою створення унікального, неповторного образу, матеріалом якого є відчуття творчої особистості, що кожен раз по новому втілюються майстром в твір мистецтва.
В образотворчому мистецтві кінця XIX — початку XX ст. завдяки трансформації та деформації форми виникають та поширюється такі художні напрямки як кубізм, експресіонізм, фовізм, футуризм, сюреалізм.

Трансформація є також одним з важливих прийомів як в промисловому проектуванні так і в архітектурних проєктах. Сучасний художник-дизайнер спираючись на основи та закономірності академічного рисунку, фахово вживає графічні і пластичні складові в проєктах, керуючись принципами формоутворення та засобами гармонізації створює образ сьогочасної новітньої епохи.

Отже, базові академічні знання безперечно стимулюють творчий процес, вони сприяють розвитку візуального мистецтва і зокрема дизайну.

Завдяки оволодінню фаховими навичками досяжною стає розробка нових виразних засобів та подальший розвиток власної майстерності, створення авторської манери та стилістики, візуалізація глибинної сутності емоційного відчуття, що активізує творче мислення та сприяє появі новаторських рішень в сучасному образотворчому мистецтві та дизайні.

УДК 629.7.358.4

Світові тенденції інтеграції штучного інтелекту в креативні професії на прикладі вдосконалення підготовки дизайнерів

проф. Кузьмінець М.П., асист. Антонов О. А., студентка Гриненко В.Р.

У доповіді розглядається феномен вибухоподібного зростання використання штучного інтелекту у всіх сферах діяльності людини, бурхливе зростання кількості різних інструментів, з вбудованим штучним інтелектом, що дозволяє вирішувати з кожним днем все більше і більше різноманітних завдань у всіх сферах людської діяльності, а також зростання в останні роки використання штучного інтелекту при вирішенні різних завдань промислового та художнього дизайну. Так, частота використання штучного інтелекту при вирішенні завдань у різних секторах економіки, а також дизайнерами, як у промисловості, так і в креативних професіях, 88 % компаній використовують ШІ за даними опитування від McKinsey (2025).

ШІ присутній не тільки у вузькому промисловому дизайні, але й у широкому спектрі творчих професій. (WifiTalents). За даними галузевого звіту, виконаного вже в 2026 році маркетинговим агентством Gitnux: 72% графічних дизайнерів використовують інструменти ШІ для генерації зображень у своїх робочих процесах. (Gitnux); 65 % дизайнерів інтегрували ШІ в процес генерації ідей (ideation). (Gitnux); 67 % продуктових дизайнерів щодня використовують ШІ-інструменти при прототипуванні. (Gitnux); 62% промислових дизайнерів застосовують ШІ для оптимізації CAD-завдань. (Gitnux).

Отже, знання в області використання ШІ, вміння широко застосовувати різні цифрові інструменти з використанням штучного інтелекту при вирішенні різноманітних завдань промислового та штучного дизайну, на сьогоднішній день вже є обов’язковою умовою ефективної професійної діяльності дизайнера.

З метою актуалізації курсу підготовки дизайнерів в НТУ з урахуванням новосформованих тенденцій, підвищення конкурентоспроможності випускників НТУ на ринку праці, ведеться робота з впровадження в програму підготовки дизайнерів курсу, який дозволив би освоїти студентам основні навички роботи з використанням ШІ.

УДК 738.1

Декорування керамічних виробів за допомогою деколей: специфіка технології та економічний чинник

доц. Лампека М.Г., доц. Нагірняк Л.І.

У доповіді аналізуються особливості створення та декорування зразків керамічних виробів на Київському експериментальному кераміко-художньому заводі. Основне завдання дослідження полягає у виявленні культуротворчого потенціалу української порцеляни в контексті виробництва тонкої кераміки декорованої методом декалько. Також обґрунтовується необхідність висвітлення специфічних рис локальної культури оздоблення промислової продукції, як ланки загальноукраїнської традиції у декоративно-прикладному мистецтві. Характеризуються особливості створення замкнутого циклу виготовлення офсетної та шовкотрафаретної деколі на КЕКХЗ, та аналізується вплив цих процесів на економічні чинники зростання суспільного виробництва. Систематизується інформація про невідомі раніше порцелянові вироби декоровані способом декалькоманії.

UDC 74

Justification of the Name of the Department of Design and Spatial Modeling

Prof. M.P. Kuzminets

The name of the Department of Design and Spatial Modeling is a modern concept, as it encompasses not only all types of design specializations (industrial, graphic, environmental), but also effectively combines: design + engineering graphics and descriptive geometry + modeling (3D modeling); CAD (SolidWorks, Fusion, Rhino); parametric design and engineering spatial modeling; digital prototypes; VR/AR visualization.

Such a name sounds modern and international. Digital modeling is now becoming a fundamental concept and is very popular at technical universities in Europe, as it combines design, digital technologies, modeling, and innovation for both design and engineering fields of study.

Name – Department of Design and Spatial Modeling: has an academic name, sounds scientific, modern, and clear, combines design and engineering (descriptive geometry, engineering graphics, computer modeling), emphasizes engineering, is suitable for CAD and design, looks good at a technical university, and is associated with systems such as SOLIDWORKS, Autodesk Inventor, and Fusion 360. It takes into account spatiality and visualization, covers parametric design and parametric modeling, has a futuristic focus, includes digital design and manufacturing technologies, has a European ring to it, and appears in the names of departments at European universities—such as Delft University of Technology

Benefits for prospective students: “Design” is a buzzword that appeals to young people in the IT and creative fields, promising careers at creative companies. It is associated with creativity and high salaries. This name strikes a balance between academic standards and marketing, making the department a magnet for talent.

УДК 7.072

Теорії циклічного стильового розвитку в образотворчому мистецтві та дизайні

доц. Овчаренко О.І.

В теорії мистецтва та дизайну особлива роль належить питанням стилю. На сучасному етапі вивчення, структурування стильової еволюції стилів розглядається в рамках концепцій циклічного розвитку, які найближче дозволяють підійти до уявлення про загальний динамічний процес на усіх ланках соціокультурного цілого. Стосовно мистецтва і дизайну одним з основних питань є стильова характеристика художнього процесу, яка виступає як зручний інструмент абстрагування та формалізації. Однак стиль не є сукупністю формальних ознак, які можна механічно комбінувати.

Поняття історичного стилю є одним із найбільш комплексних та фундаментальних у мистецтвознавстві. В ньому поєднались діаметральні інтенції загальне та індивідуальне, формальне та змістовне, технічно-матеріальне та світоглядне. Існує значне різноманіття дефініцій у питаннях стилю. Найбільш сталим є визначення «історичного стилю» (готика, бароко, класицизм), позначеного високою мірою цілісності та органічного взаємозв'язку між ідейно-змістовними та матеріально-пластичними аспектами. В дизайні поняття «стиль» трактується більш локально, у прикладному ключі, на межі стильових тенденцій часового періоду та явищ швидкоплинної моди, яка зрештою теж підвладна закономірностям циклічного повтору

Циклічно-хвильові теорії суспільного розвитку (і зокрема культурно-мистецькій аспект) наполегливо розроблялись починаючи із представників класичної грецької філософії, але особливо активно у XX ст., яке встигло пережити дві світові війни, а якщо рахувати Холодну війну 1945 – 1991 років то цілих три глобальних конфлікти. Перша чверть XXI століття засвідчує ще більш стрімкі і кардинальні зміни. Методи раціонального аналізу та моделювання художнього процесу в його світовому та національних вимірах активно прогресували протягом XX – початку XXI століття. На цій основі сформувались кілька теорій про стильову еволюцію, зокрема теорія еволюції Ф.Шміта, що поклали початок пошуків раціонального пояснення і прогностичного бачення взаємозв'язку мистецтва та ключових питань розвитку суспільного життя. Сукупність напрацьованих на даний момент підходів робить можливою спробу зазирнути за межу стильового колапсу, який вочевидь становить основний зміст поточної метамодерністичної доби.

UDC 004.92:748.5(043.3)

Design of Stained-Glass Panels for Three-Dimensional Printing

Prof., Petrushevskyi A.O. (NAKKKIM)

Three-dimensional printing technology opens fundamentally new possibilities for reproducing complex artistic objects, including stained-glass panels. Traditional stained glass is produced from coloured glass using lead cames, which requires considerable material resources and manual labour. Modern materials for 3D printing — transparent and semi-transparent photopolymer resins — make it possible to

reproduce the optical effects characteristic of glass at significantly lower cost. The development of methodological approaches to designing such products with regard to the specific requirements of additive manufacturing is therefore a pressing task.

Several key factors must be taken into account when designing a stained-glass panel for 3D printing. First, the geometric structure of the product must ensure mechanical stability without the use of additional fastening elements. Second, the thickness of individual sections directly affects the degree of light transmission, enabling the formation of the desired colour and chiaroscuro effect. Third, the distribution of mass within the panel structure must preclude deformation during and after the printing process.

The proposed approach involves the use of parametric modelling within a CAD environment, followed by adaptation of the model to the requirements of FDM or SLA printers. At the artistic design stage, the principles of contemporary stained-glass art are applied: the transformation of ornamental motifs into geometrically precise forms, the harmonisation of section proportions, and the selection of colour filters in accordance with the creative concept. The digital model is constructed as a multi-layer structure with varying infill parameters, simulating the texture of traditional glass.

Practical testing of the approach was carried out by printing a series of specimens from semi-transparent polymer on an SLA printer. Analysis of the results confirmed that adjusting layer thickness within the range of 0.4–2.0 mm provides a sufficient range for varying luminosity and colour saturation. The internal backlighting effect characteristic of stained glass is achieved through the uniform diffusion of natural or artificial light through the semi-transparent material.

Thus, the combination of digital design tools and additive manufacturing technologies opens prospects for the serial production of stained-glass elements while preserving the individual artistic character of each piece. Further research will be directed towards developing an algorithm for the automated conversion of a raster image into a parametric 3D model of a stained-glass panel.

УДК 004.92:748.5

Олена Бражник як художник-дизайнер і педагог

доц. Петрушевська Х.А.

Олена Бражник — це приклад митця, чий творчий шлях тісно переплітається з педагогічною діяльністю та постійним пошуком власного художнього бачення. Народившись у Києві, вона з ранніх років обрала шлях мистецтва, який згодом визначив усе її професійне життя. Навчання у Київському державному художньому інституті стало важливим етапом її становлення. Саме тут, під впливом видатного сценографа Данила Лідера, формувалося її мислення як художника. Його підтримка і вміння пояснювати складні речі просто допомогли їй не лише знайти власний стиль, а й повірити у свої сили. Такі моменти часто стають визначальними у житті творчої людини.

У подальшій діяльності Олена Бражник не обмежується лише одним напрямком. Вона працює в живописі, графічному дизайні, сценографії, але водночас значну частину свого життя присвячує викладанню. Починаючи з

1980 року, вона передає свій досвід студентам у різних мистецьких закладах, поступово формуючи власний підхід до навчання. Паралельно з викладанням Олена Бражник активно займається творчістю. Її роботи представлені на численних виставках в Україні та за кордоном, а стиль вирізняється тонким відчуттям кольору, м'якістю живопису та увагою до емоційного стану зображуваного. В її натюрмортах і пейзажах відчувається особлива атмосфера, де поєднуються традиція і особисте бачення. Важливою складовою її діяльності є також участь у науковій роботі, написання статей і створення навчальних програм, які допомагають сучасним студентам краще зрозуміти професію дизайнера та художника.

УДК 69.002.5 (539.3)

Станкова графіка, як практична складова процесу підготовки фахівців вітчизняного графічного дизайну

доц. Лампека М.Г., доц. Базилевич О.А.

В дослідженні розглядається впливів графічних технік, стилістики і виражальних засобів мистецтва графіки на становлення вітчизняного графічного дизайну і вплив навчальних процесів на мистецькі арт-практики. Вітчизняна система дизайн освіти орієнтується на практичну складову у підготовці висококваліфікованих фахівців з графічного дизайну. Майбутні графічні дизайнери повинні володіти теоретичними базовими знаннями, орієнтуватися у сучасних напрямках мистецтва та культури, вільно оперувати притаманними дизайну методами, а також методиками фахової діяльності, володіти інструментами та технологіями, які базуються на проєктному підході і демонструють здатність майбутніх фахівців виявляти теоретичні навички у процесі застосування отриманих знань і умінь під час практичної реалізації своїх задумів у дизайн-діяльності.

УДК 539.3

Застосування методу скінченних елементів зі змінними та усередненими параметрами у проектуванні

проф. Кузьмінець М.П., проф. Максим'юк Ю.В., доц. Мартинюк І.Ю., студентка Карауш О.С.

Дослідження проблем, що відносяться до розробки чисельних методів розрахунку конструкцій на основі МСЕ, слід особливо виділити обґрунтування достовірності отриманих результатів і порівняння ефективності підходів, що розвиваються по відношенню до існуючих. Теоретично це не завжди вдається виконати навіть для окремих випадків, через це до розв'язання зазначених питань залучаються, як правило, дані чисельних експериментів, одержуваних на контрольних задачах. У цій статті шляхом розв'язання конкретних задач проводиться порівняння ефективності скінченних елементів зі змінними і усередненими механічними і геометричними параметрами і досліджується збіжність рядів Фур'є, поліномів і МСЕ. Крім того для більш повного обґрунтування достовірності результатів, одержуваних на основі розробленої методики та програм, додатково розглянуто в пружному та пружно-пластичному постановках ряд контрольних прикладів, які охоплюють масивні і тонкостінні об'єкти.

УДК 74

Навчально-проектна проблематика редизайну середовища студентського містечка на прикладі курсового проектування

доц. Гук Л.Й., магістрант Якобчук Р.

Особливості дизайнерської проектної методології в форматі «самі собі». Специфічність проектного формату «самі собі» полягає в психологічних аспектах методологічного ведення проекту. Проектант має враховувати вимоги замовника і свої уявлення про предмет проектування. Це може створювати проблему концептуального аспекту проектування і відповідно вимагає додаткових спроможностей проектанта у вирішенні зазначеної проблеми.

Особливості організаційно-інформаційного комплексу проекту. Будучи основою проекту, організаційно-інформаційний комплекс, стикається з багаточисельністю та різновекторністю свого наповнення. Методологія узагальнення та концептуалізації інформації набуває особливої актуальності у ведені зазначеного типу проектування і вимагає додаткових здібностей проектанта. Особливості диференціації концептуального і технологічного аспектів редизайну студентського середовища. Зазначену проблему можна спростити до моделі «хочу-можу». Враховуючи вищезазначені аспекти проектування, диференціація концептуального і технологічного в проекті набуває визначального змісту і відповідно колегіального вирішення колективом.

Демонстраційно-маркетингові особливості проекту редизайну студентського містечка. Будучи підсумком проектного процесу, демонстраційно-маркетинговий аспект, є визначальним успішності комплексного проекту, що в свою чергу вимагає підсумкової концептуальної візуалізації та науково-аналітичного обґрунтування.

УДК 539.3

Формування розрахункових співвідношень напіваналітичного методу скінченних елементів

проф. Кузьмінець М.П., доц. Мартинюк І.Ю., проф. Максим'юк Ю.В., аспірант Колотинський С.В.

У роботі розроблено варіант напіваналітичного методу скінченних елементів для розрахунку призматичних тіл з використанням як системи координат функції рядів Фур'є. Застосування тригонометричних рядів забезпечує максимальну ефективність напіваналітичного методу скінченних елементів, однак на торцях тіла вдається задовольнити лише граничні умови, що відповідають спиранню об'єкта на абсолютно жорстку у своїй площині та гнучку діафрагму. У результаті виконаних досліджень отримано подання переміщень поліномами, що дає змогу значно розширити коло граничних умов на торцях тіла. У цьому випадку звести розв'язання вихідної просторової крайової задачі до послідовності двовимірних задач не є можливим, тому особливого значення набуває обґрунтований вибір відповідних поліномів. Від їх правильного вибору залежить як обумовленість матриці системи розв'язувальних рівнянь, а отже, збіжність інтеграційних алгоритмів її розв'язання, так і універсальність підходу щодо можливості задоволення різних варіантів граничних умов на торцях тіла.

УДК 738.1

Викладання мистецтвознавчих дисциплін для здобувачів вищої освіти за спеціальністю «Декоративні мистецтва та ремесла»

викл. Хананова Н.Ф., ст. викл. Музиченко Т.І.

У доповіді аналізуються особливості викладання теоретичних дисциплін у художніх вищих навчальних закладах. Основне завдання дослідження полягає у виявленні більшої різноманітності варіантів подачі інформації на теоретичних курсах для майбутніх художників та дизайнерів. Також обґрунтовується необхідність збільшення дискусійних та інтерактивних форматів навчання та завдань, а також інтегрування у теоретичні курси відсилок до сучасних мистецьких та дизайнерських практик. Дослідження спирається на приклади навчальних дисциплін Київської державної академії декоративно-прикладного мистецтва та дизайну ім. М. Бойчука, Національного транспортного університету та інших закладів вищої освіти.

УДК 74

Взаємозв'язок естетичних та аеродинамічних характеристик у дизайн-проєктуванні кузова легкового автомобіля

проф. Кузьмінець М.П., аспірант Колотинський С.В., студент Запорожець Є.В., магістрант Якобчук Р.

Розглянуті особливості взаємозв'язку властивостей естетичної і аеродинамічної форми кузова легкового автомобіля в процесі дизайн-проектування.

Прискорена динаміка процесів в автомобілебудуванні в сьогоденні диктує інноваційні підходи в автодизайні. В процесі дизайн-проектування кузова при творчому підході, домінують п'ять основних факторів: винахідництво (оригінальна концептуальна ідея), художній образ як виразник естетичної функції (раціональної краси) у пластиці форми, компонування у вигляді клаузури (пошукових ескізів), видових ортогональних проекцій, формоутворення в дизайні кузова (макетування, об'ємне моделювання форми), аеродинамічне проектування – знаходження оптимальної аеродинамічної форми, статистичні розрахунки. Названі чинники формують естетико-аеродинамічну концепцію і стимулюють створення дизайнерського продукту– сучасну методологію дизайн-проектування кузова легкового автомобіля.

Визначити формоутворюючі естетичні і аеродинамічні принципи дизайн-проектування кузова легкового автомобіля, зробити на основі синтезу естетико-аеродинамічної форми, математичний аналіз аеродинаміки на основі обтічності форми кузова легкового автомобіля.

УДК 74

Біодизайн у сучасному формоутворенні

проф. Кущ. А.В., доц. Кузьмінець О.М., студент Марченко А.

Біодизайн є найактуальнішою галуззю сучасного дизайну в цілому, але найбільше відобразився на формоутворенні. Він дозволяє поєднувати природні принципи з інженерними та дизайнерськими рішеннями.

Його основою є перенесення природних властивостей: наслідування форми, структури, процесів та загалом фізичних властивостей. Ці підходи можливо створюють не лише естетично привабливі речі, а також функціональні та енергоефективні.
Дизайнер може придивлятися до форми рослин і тварин та використовувати їхні певні властивості у створенні дизайну. Наприклад: форма обтічності наслідує форми птахів для зменшення опору повітря, а вентиляційні системи — будову термітника для природного охолодження, а також цікавий проєкт потяга на одному колесі по принципу «груші».
У даному проєкті використовуються особливості груші, а саме центра ваги. У проєкті крісла-гойдалки також частково використовую грушоподібну форму, коригуючи її під задані потреби.

УДК 74
Проектування дитячої іграшки з розмовною функцією
проф. Кузьмінець М.П., проф. Кущ А.В., студентка Рудь В.
Актуальність теми полягає в тому, що інноваційні іграшки поєднують традиційну гру з застосуванням електроніки та сенсорів, мають високу актуальність у зв’язку з великим і значним числом дітей у світі: сьогодні на планеті налічується більше одного мільярда дітей віком 0–10 років. Всі вони використовують різноманітні іграшки. Зі зростанням сучасних інформаційних та інноваційних технологій для освітніх, терапевтичних і безпекових функцій, іграшки постійно вдосконалюються. Даний проект - іграшка-автомобіль з вбудованими камерою й мікрофоном стане потрібною та своєчасною розробкою що поєднує в собі функції моторики а використовує сучасні інноваціє технології. Метою проекту є: розроблення концепції та конструкції дитячого автомобіля, оснащеного відеокамерою та мікрофоном, який поєднує естетичну привабливість, ергономіку, безпеку та функціональність. Проект спрямований на створення сучасного дитячого транспортного засобу, що стимулює пізнавальну активність, сприяє комунікації дитини з навколишнім світом і відповідає вимогам інноваційного дизайну. Об’єктом дослідження є: дитячий іграшка-автомобіль як сучасний засіб для ігрового та навчального розвитку дитини. Предметом дослідження є конструкційні, ергономічні та функціональні дитячого автомобіля, який обладнано відеокамерою та мікрофоном для інтерактивної взаємодії.

УДК 625.7/.8:378
Використання AvtodorPave для проєктування дорожнього покриття в навчальних лабораторіях транспортної галузі
доц. Дубовенко Ю.І., доц. Степаненко Т.С., студент Глушкова К.Б.
Сучасна підготовка інженерів транспортної галузі вимагає інтеграції теоретичних знань з практичними навичками проєктування дорожніх конструкцій. Програма «AvtodorPave» (розрахунок конструкції дорожніх покриттів) є ефективним інструментом для автоматизованого розрахунку нежорстких дорожніх покриттів на основі каталогу типових конструкцій

відповідно до ОДН 218.046–01. Використання цього ПЗ у навчальних лабораторіях дозволяє студентам опановувати реальні методи проєктування, застосовувані в дорожньому господарстві.
Аналіз альтернатив: Традиційні ручні розрахунки за нормативами є надзвичайно трудомісткими, потребують значного часу та схильні до помилок. Існуючі альтернативні програми (наприклад, CREDO RADON, IndorPavement) пропонують подібні функції, але AvtodorPave безпосередньо інтегрує каталог типових конструкцій, які використовує державна компанія «Укравтодор», відповідає національним стандартам і спрощує процес підбору варіантів.
Результати: Студенти отримують можливість швидкого аналізу кількох варіантів, розуміння впливу окремих параметрів на міцність конструкції, підготовки професійних звітів та креслень. Це підвищує мотивацію та якість засвоєння матеріалу. Висновки: Застосування AvtodorPave у навчальних лабораторіях суттєво підвищує ефективність підготовки фахівців, сприяє формуванню практичних компетенцій та забезпечує відповідність проєктних рішень актуальним нормам. Програма ідеально підходить для формування навичок, необхідних у реальному проєктуванні дорожнього покриття, і підтримує компетенції, зазначені у відповідних навчальних програмах.

УДК 625.7/.8:711

Оптимізація міських автодоріг задля максимізації безпеки трафіку

доц. Дубовенко Ю.І., доц. Гук Л.Й., студенти Троян А.В, Карауш О.С.

Безпека дорожнього руху в українських містах залишається критичною проблемою. Традиційний підхід, що спирається переважно на знаки, розмітку та штрафи, демонструє обмежену ефективність. Сучасна концепція Vision Zero акцентує увагу на інфраструктурних рішеннях, які фізично зменшують ризики та роблять небезпечну поведінку складною або неможливою.
Методика: Оптимізація дизайну проїзної частини включає: звуження смуг руху до реально необхідної ширини; улаштування острівців безпеки, чокерсів та горизонтальних зміщень; застосування кільцевих перехресть малого радіусу; виділення простору для паркування та велосипедної інфраструктури; фізичне відокремлення потоків пішоходів, велосипедистів та автотранспорту. На етапі проєктування обов’язково проводиться аудит безпеки дорожнього руху. Перспективним напрямком є інтеграція штучного інтелекту для моніторингу стану водія (виявлення сонливості, сп’яніння, агресії) тощо.
Результати: Такі рішення дозволяють наблизити «комфортну швидкість 85-го перцентиля» до безпечної. Міжнародний досвід демонструє суттєве зниження кількості та тяжкості ДТП, особливо фронтальних і бокових зіткнень, наїздів на пішоходів та велосипедистів. Правильний дизайн покращує пропускну здатність за рахунок зменшення конфліктних точок і підвищує загальну пильність учасників руху.

УДК 625.7/.8:711

Посилення безпечної мобільності українських автодоріг в рамках повоєнного відновлення

доц. Дубовенко Ю.І., доц Степаненко Т.С., Шевчук В.О., студент Гріненко В.Р.

Повоєнне відновлення транспортної інфраструктури України створює стратегічне вікно для переходу від відновлення «як було» до будівництва сучасної, безпечної та стійкої дорожньої мережі. Стратегія Vision Zero, започаткована у Швеції в 1990-х роках, пропонує досягти нуля смертей і тяжких травм у ДТП шляхом системного дизайну доріг, який «прощає» людські помилки та забезпечує безпечну, здорову й рівноправну мобільність для всіх учасників руху.

Методика: Під час повоєнного відновлення пропонується комплексна методика: обов'язковий аудит безпеки дорожнього руху для кожного проєкту; застосування горизонтальних засобів заспокоєння трафіку (звуження смуг до реальної ширини, острівці безпеки, чокери, кільцеві перехрестя малого радіусу); оптимізація проїзної частини під фактичні потреби (виділення місць для паркування, велосипедних смуг, фізичне розділення потоків); інтеграція ШІ-систем моніторингу стану водія (виявлення сп'яніння, сонливості, агресії з точністю 90–95%); використання даних Waze та аналізу зносу покриття для пріоритезації ділянок. Усі рішення узгоджуються з принципами рівності учасників руху та мультидисциплінарного підходу Vision Zero.

Висновки: Повоєнне відновлення українських автодоріг має стати каталізатором впровадження Vision Zero. Перехід від реактивних заходів до проактивного Safe System Design забезпечить не лише максимальну безпеку, але й сучасну, комфортну та рівноправну мобільність. Для цього необхідні оновлення нормативної бази, підготовка проєктувальників та обов'язковий аудит безпеки. Лише такий підхід перетворить відбудову на створення доріг майбутнього. Зважаючи на це, автори рекомендують запровадити в навчальний процес практики Safe System Design для транспортних спеціальностей НТУ.

УДК 55:338.483 + 55:7.01:504

Підхід до повоєнної трансформації геосередовища України на принципах геоестетики

доц. Дубовенко Ю.І., студенти Сірченко М.С., Мисько А.С.

Геологічне середовище України, як частина земної кори, що взаємодіє з ландшафтом, атмосферою та поверхневими водами, зазнало значного техногенного порушення через інтенсивний видобуток корисних копалин, а також інтенсивні військові дії на сході країни. У повоєнний період відновлення відкриває унікальну можливість перейти від традиційної рекультивації до комплексної трансформації геосередовища на принципах геоестетики – естетичного осмислення геологічних явищ як елементу культури та сталого розвитку. Геоестетика, як напрямок екологічної естетики, поєднує художнє сприйняття природи з вирішенням екологічних і економічних завдань.

Методика: Методика базується на алгоритмі трансформації геосередовища за В.

Вернадським, що інтегрує три вектори: економічний, екологічний та естетичний. На першому етапі проводиться аналіз родовищ корисних копалин України з акцентом на супутні запаси дорогоцінного каміння (джеспіліт Кривбасу, графічні пегматити, епідозити, агати тощо). Далі розробляються художні проєкти (інтер'єри, мозаїки, скульптури) з використанням текстур і кольорів мінералів. Обов'язковим є залучення бізнесу, створення естетичних культурно-освітніх центрів і обов'язковий екологічний аудит. Практична реалізація передбачає адаптацію міжнародних кейсів до українських умов з урахуванням наявної інфраструктури.
Висновки: Повоєнна трансформація геосередовища України на принципах геоестетики є перспективним шляхом сталого розвитку. Вона дозволяє перетворити екологічні проблеми на ресурс для економіки, культури та туризму. Реалізація вимагає державної програми, вдосконалення законодавства та залучення великого бізнесу. Такий підхід не лише відновить порушені території, а й сформує нову ідентичність України як країни, де геологічна спадщина стає частиною сучасного художнього та екологічного простору.

УДК 378.1:656

Технологія мікростартапів у транспортній освіті як шлях до навчання протягом життя

доц. Дубовенко Ю.І., студентка Осокіна В.А.

Сучасна транспортна галузь стикається з швидкими трансформаціями: автоматизація, зелена мобільність, інтеграція ШІ та стійкі логістичні рішення. Традиційна освіта не встигає за цими змінами, тому технологія мікростартапів (малих студентських проєктів за методологією стартапів) стає ефективним інструментом формування компетентностей для навчання протягом життя. Всеукраїнське підвищення кваліфікації «Технологія стартапів в освіті» (180 год., 6 кр. ECTS) пропонує готову модель, яку слід адаптувати до транспортної освіти для розвитку підприємницького мислення у майбутніх інженерів, логістів та фахівців з дорожнього господарства.
Методика: Методика базується на адаптації 9 модулів програми до транспортної галузі: *стартап як інструмент навчання* – розробка проєктів розумних транспортних систем; *командна взаємодія* – симуляція стартап-команд для проєктів з автономного транспорту; *дизайн-мислення* – створення user-центричних рішень для пасажирських потоків; *розвиток креативності* – генерація ідей зеленої мобільності в цифровому середовищі; *Lean Canvas* – побудова бізнес-моделей для транспортних інновацій; *пітчинг* – презентація проєктів (з дрон-доставки чи EV-зарядних мереж); *дослідження ринку* – аналіз трендів за допомогою цифрових інструментів (Waze-подібні дані, конкурентів); *створення MVP* – тестування прототипів логістичних додатків; *індивідуальні консультації* від професіоналів галузі. Навчання триває протягом семестру (2 год. щодня) з акцентом на мікронавчання та інтеграцію ШІ-інструментів.
Результати: Студенти набувають практичних умінь: від генерації ідей до тестування MVP, що підвищує їхню конкурентоспроможність на ринку праці. Формуються компетентності для навчання протягом життя — адаптивність,

креативність, командна робота. За аналогією з міжнародними кейсами, мікростартапи генерують реальні прототипи (системи оптимізації трафіку чи платформи каршерінгу), сприяють мікрокреденціалам і готують фахівців до підприємництва в умовах VUCA-середовища.

УДК 7.05:629.114.6

Дизайн інноваційного туристичного фургона для сімейних подорожей

доц. Гук Л.Й., доц. Базилевич О.А., студентка Сівко М.

Туристичний фургон використовується для сімейних подорожей у період відпусток. Подорожі стали популярним видом дозвілля та відпочинку для більшості людей, тому постала проблема пересування з комфортом. Фургон дозволяє їздити у подорожі та залишатись на ночівлю у ньому або ж відпочивати під час зупинок. Таким чином, вони є досить потрібними та набувають поширення у сфері мандрів вихідного дня чи літніх вакацій. Досліджується туристичний фургон, що забезпечує автономність та комфорт, що дозволяє їздити навіть у віддалені місця континенту. Він має властивості пересування та ночівлі. Тому це безпосередньо дозволяє багатьом людям самостійно планувати свої подорожі. Було запропоновано його зробити безпілотним, тобто без присутності кабіни водія, що є ультрасучасним рішенням. Мета – створити туристичний фургон. Предмет дослідження: пошук дизайнерського рішення, що відповідатиме естетичним та практичним якостям.

УДК 7.05:629.7:502.2

Дизайн FPV дрона-камікадзе з біонічною конструкцією

проф. Кузьмінець М.П., студентка Кучинська Р.В.

Метою проєкту є розробка дизайну FPV-дрона-камікадзе, адаптованого для швидкої збірки та стабільного польоту в бойових умовах. Основний акцент зроблено на поєднанні міцності конструкції та спрощенні виготовлення апарату в польових майстернях. Особливість: Проєкт базується на біонічному аналізі павука-вовка (*Lycosa*). Його анатомічна структура дозволила створити компактну Х-подібну архітектуру, де фронтальний модуль камери надійно захищений у заглибленні корпусу. Це забезпечує ідеальну центровку мас та стабільність керування. Інновація**:** розроблено багатофункціональні посадкові ніжки. Вони одночасно опора при старті та формують «гніздо» для кріплення заряду під центром рами. Це рішення дозволило відмовитися від зайвих кріплень, зменшити вагу та підвищити аеродинамічність апарату. Захисна верхня накладка з вентиляційними прорізами забезпечує надійний захист електроніки та охолодження систем під час польоту.

УДК 621.355:629.113

Сучасні технології тягових акумуляторів електромобілів: порівняльний аналіз характеристик та перспектив розвитку

аспірант Дудко А.Ю.

Вступ: Стрімкий розвиток електромобільності зумовлює зростання вимог до тягових акумуляторних батарей як ключового елемента електротранспорту.

Енергетична щільність, ресурс циклів заряд–розряд, безпечність та експлуатаційні властивості визначають запас ходу, масогабаритні показники та конкурентоспроможність електромобілів.
Аналіз альтернатив: Свинцево-кислотні акумулятори характеризуються низькою енергетичною щільністю (30–50 Вт·год/кг), значною масою та потребою в обслуговуванні. Нікель-метал-гідридні (NiMH) батареї мають кращі показники (60–120 Вт·год/кг), але поступаються літієвим технологіям за енергоємністю та масогабаритними характеристиками. Методика: Порівняльний аналіз проводився за ключовими технічними параметрами: питомою енергетичною щільністю, ресурсом циклів, термічною стабільністю, безпечністю експлуатації та особливостями обслуговування на основі даних провідних виробників (Panasonic, Samsung SDI, LG Chem, CATL).
Результати: Літій-іонні (Li-ion) акумулятори демонструють оптимальне співвідношення характеристик: енергетична щільність 150–250 Вт·год/кг, ресурс понад 2000 циклів, швидка зарядка та відсутність ефекту пам'яті. Літій-залізо-фосфатні ($LiFePO_4$) батареї виділяються підвищеною термічною стабільністю, безпечністю та ресурсом до 4000–6000 циклів при щільності 120–180 Вт·год/кг. Літій-полімерні (Li-Po) акумулятори забезпечують високу енергоємність і гнучкість конструкції, але потребують складніших систем захисту. Висновки: Літієві технології (Li-ion та $LiFePO_4$) є домінуючими завдяки найкращому балансу енергетичних, ресурсних та безпекових характеристик. Подальший розвиток галузі пов'язаний з удосконаленням матеріалів електродів, підвищенням енергетичної щільності та оптимізацією систем керування батареями (BMS).

УДК 629.113.004:621.355

Практичні аспекти впровадження сучасних тягових акумуляторів у електротранспорт України

аспірант Дудко А.Ю.

Вступ: У 2025 році український парк електромобілів перевищив 246 тис. одиниць і продовжує стрімко зростати. Це ставить перед транспортною галуззю завдання вибору оптимальних тягових акумуляторів з урахуванням реальних умов експлуатації, інфраструктури зарядки та економічної ефективності.
Аналіз альтернатив: Свинцево-кислотні та NiMH акумулятори через низьку енергетичну щільність і високу масу практично не застосовуються в сучасному електротранспорті. Літієві технології значно перевершують їх за всіма ключовими параметрами.
Методика: Проведено порівняльний аналіз за критеріями, критичними для українського ринку: запас ходу, ресурс у реальних умовах, безпечність при широкому діапазоні температур, вартість володіння та особливості утилізації.
Результати: Літій-іонні батареї забезпечують найкраще співвідношення енергетичної щільності (150–250 Вт·год/кг) та швидкості зарядки, що важливо для розвитку мережі DC-станцій. Літій-залізо-фосфатні ($LiFePO_4$) акумулятори є найбільш перспективними для України завдяки високій безпечності, стабільності при підвищених температурах та ресурсу до 6000 циклів. Це

особливо актуально для громадського та комерційного транспорту. Літій-полімерні (Li-Po) акумулятори підходять для легких транспортних засобів, але потребують посиленого захисту.
Висновки: Для прискорення електрифікації транспорту в Україні рекомендується пріоритетне впровадження $LiFePO_4$ та сучасних Li-ion акумуляторів, розвиток системи вторинного використання та утилізації батарей, підготовка фахівців з BMS та створення умов для локалізації складання тягових накопичувачів. Такий підхід забезпечить підвищення надійності, економічної ефективності та безпеки електротранспорту в українських умовах.

УДК 72.012:712

Концепт дизайн-проєкту реконструкції території КДАДПМД ім. Михайла Бойчука

проф. Малік Т.В, доц. Пащенко Г.В, студентки Карпенко А.В, Андрущенко В.В. (Київська державна академія декоративно-прикладного мистецтва і дизайну імені Михайла Бойчука)

В межах міжнародного конкурсу Весняний дизайн Фест виконуються проекти-концепти стосовно створення комфортного кампусу академії. Реконструкція внутрішнього двору академії М.Бойчука потребує сучасного підходу, що вимагає від проєкту поєднати функціональність, інклюзивність та розкрити мистецький дух у старих стінах закладу. Плануванням передбачено зведення культової споруди - каплиці, яка виступає композиційною домінантою та відображає цілісність і гармонію навколишнього простору творчого закладу. Територія кампусу поєднала в собі: меморіальну зону, зону активного відпочинку, місце для пленерів, арт-простір для виставок і невеличких зон відпочинку із зеленими насадженнями. Особливу увагу приділено розробці безбар'єрного руху, доступного для всіх категорій студентів і відвідувачів. Дизайнерське рішення розширює простір, взаємодію і зв'язок із історичним минулим академії Михайла Бойчука, і створює місце для натхнення, творчого підйому та співзвуччя з мистецтвом.

УДК7.712;726;74

Про визначення пріоритетів акцентації у багато об'єктних середовищах

проф. Малік Т.В., проф. Ковальов Ю.М. студентка Куць С.В. (Київська державна академія декоративно-прикладного мистецтва і дизайну імені Михайла Бойчука)

Київська державна академія декоративно-прикладного мистецтва і дизайну імені Михайла Бойчука оголосила міжнародний конкурс на дизайн-проєкт багатофункціонального екстер'єрного простору, що має включати об'єкти пов'язані з мистецтвом, спортом та духовністю. Всі ці напрямки не просто поєднати між собою через їх різнопланове спрямування. В той же час треба визначити концептуальне направлення і важливість кожного. Зважаючи на параметри об'єктів первинність має віддаватися спортивним критим просторам, однак аспект духовності (розміщення культової споруди, пам'ятника Михайлу

Бойчука, чиє ім’я носить академія) може стати акцентом за рахунок висоти, кольору, світловому вирішенню, самому розміщенню на території академії, яке може бути як всередині двору так і ззовні. До речі, акцентація з вулиці Михайла Бойчука теж впливає на загальне рішення, бо вирішення курдонера за рахунок не лише об’єктів дизайну, а і за рахунок ландшафтного упорядкування включаючи аспекти інклюзії може створити цілісне концептуальне рішення. Роль мистецтва складна і полягає у поєднанні різноплановості засобами художньо-дизайнерської організації створюючи локації і логістичні шляхи між ними. Надаючи можливість розкривати нові простори і змінювати естетику.

УДК 72.012;711;712

Особливості дизайну реабілітаційного середовища

проф. Сафронов В.К., магістрант Пірков А.І. (Київська державна академія декоративно-прикладного мистецтва і дизайну імені Михайла Бойчука)

В умовах військового часу формування реабілітаційного середовища потребує підвищеної уваги. У демонстраційній роботі проведено аналіз світового та вітчизняного досвіду створення реабілітаційного середовища. Досліджені функціональні об’ємно-планувальні та інші особливості дизайну реабілітаційного середовища. Запропоновані художньо-образні та об’ємно-планувальні рішення створення інтер’єрів за для реабілітації, враховуючи психологічні, фізичні та соціальні фактори.

УДК 7.01:004.8

Проблема розпізнавання використання штучного інтелекту в наукових і творчих роботах

магістр Шовкун А.П., ст.викл. Сивирин Ю.В. (Київська державна академія декоративно-прикладного мистецтва і дизайну імені Михайла Бойчука)

Розпізнавання використання штучного інтелекту при створенні текстів те питання, яке гостро стоїть сьогодні у науковій та художній спільноті. Поширена думка, що складний, логічно збудований та грамотно написаний текст свідчить про роботу штучного інтелекту. Однак така думка надмірно спрощена. Людський інтелект також здатний створювати складні інтелектуальні конструкції. У цій роботі розглядається співвідношення людського та штучного мислення при написанні наукових та художніх текстів. Також аналізуються ознаки, якими намагаються визначити застосування ШІ за написання кваліфікаційних робіт, здобувачами освіти. Встановлено, що логічність, структурованість та узагальненість викладу слугують спільними рисами академічного письма. Вони не можуть бути об'єктивним доказом використання алгоритмічної генерації. Аналіз використання ШІ вимагає виходу за межі суто технічних аспектів. Необхідно залучити філософські та мистецтвознавчі точки зору, адже йдеться про поняття авторства, творчості та самої природи інтелекту. ШІ стає інструментом як для сучасних художників, так і для дослідників. Його застосування вимагає вироблення нових етичних стандартів та принципів академічної чесності.

УДК 75.01:7.012

Композиція як основоположна об'єднуюча складова мистецьких дисциплін

студентка Реутова Т.В., ст. викл. Коновал В.І., ст. викл. Грідіна Л.А., студентка Рак Д.В. (Київська державна академія декоративно-прикладного мистецтва і дизайну імені Михайла Бойчука)

Композиція є головним елементом всіх видів мистецтва. Як композиційне мислення впливає на формування художнього образу, бачимо у рисунку, живописі, скульптурі, дизайні, сценографії і, звісно, у техніках декоративно-прикладного мистецтва. Визначено, що по суті, композиція лежить в основі організації форми, простору, ритму, масштабу, пропорцій і того, як усі елементи твору взаємодіють один з одним, не має значення, про який вид мистецтва йдеться. Це мислення дозволяє звести різні професійні дисципліни, створюючи єдину систему художнього формоутворення. І такі принципи, як рівновага, контраст, нюанс, ритм, домінанта та підпорядкування виявляються універсальними для всього художнього світу. Доведено, що композиція не є просто черговою навчальною дисципліною. Це основний та універсальний спосіб упорядковувати художню форму та простір. Такий підхід формує професійне мислення у художників, дизайнерів та, загалом, у людей усіх творчих професій.

УДК 7.05:629.114.8:355.58

Дизайн пожежного автомобіля підвищеного захисту для зони бойових дій

проф. Кузьмінець М.П., доц. Гук Л.Й., студентка Кучинська Р. В.

Метою проєкту є розробка дизайну пожежної машини підвищеної захищеності, здатної працювати в зонах бойових дій. Основний акцент зроблено на поєднанні броньованого захисту екіпажу та максимальної універсальності засобів пожежогасіння. Особливість**:** Комбінована система чотирьох засобів гасіння: водяної, пінної, газової (CO_2) та порошкового модуля. Це дозволяє екіпажу ліквідовувати пожежі різних типів (від паливно-мастильних матеріалів до боєприпасів та електромереж) без залучення додаткової техніки. Всі системи виведені на зовнішню панель кузова через швидкороз'ємні муфти, що забезпечує миттєве перемикання між речовинами залежно від ситуації. Інновація**:** Дизайн корпусу базується на біонічному аналізі бика Aubrac, що дозволило створити масивний похилий перед для відведення вибухової хвилі. Машина оснащена активним захистом від дронів Hornet S, протиосколковим днищем Armox 440T та сидіннями з інтегрованими кріпленнями для апаратів SCBA, що дозволяє пожежникам екіпіруватися прямо під час руху до цілі.

УДК 7.05:378.147

Проблема доцільності відвідування виставок у підготовці дизайнерів

студентка Мисько А. С., ст. викл. Векрхградський Є.П.

У процесі професійної підготовки дизайнерів важливим є ознайомлення з актуальними мистецькими практиками та сучасними тенденціями. Однією з форм такої роботи є відвідування виставок. Проте частина запропонованих заходів не відповідає профілю підготовки студентів-дизайнерів. Виставки, не

пов’язані безпосередньо з дизайном, не завжди сприяють формуванню професійних компетентностей і розвитку проєктного мислення. У результаті знижується мотивація студентів та практична цінність таких заходів. Доцільно формувати перелік виставок, що стосуються саме дизайну. Важливо також звертати увагу на заходи, пов’язані з типографікою, ілюстрацією, брендингом та сучасними технологіями. Орієнтація на профільні виставки дозволить студентам аналізувати реальні дизайнерські рішення. Це сприятиме підвищенню якості підготовки майбутніх фахівців.

УДК 7.05:645.4:331.015.11

Дизайн мобільного розкладного сидіння для тривалого перебування в укритті

доц. Гук Л.Й., доц. Степаненко Т.С., студентка Кучинська Р.В.

Метою проєкту є створення легкого і компактного персонального місця для тривалого перебування в укриттях. Проєкт вирішує проблему відсутності комфортних умов у обмежених просторах, забезпечуючи можливість швидкої трансформації зі стільця у лежанку. Головною особливістю є адаптація конструкції під критичні умови: використання вологостійких та вогнестійких матеріалів (фанера з просоченням, термостійкий текстиль). Крісло оснащене системою пасивної безпеки — вбудованими світловідбивними елементами, що дозволяють рятувальникам миттєво знайти людину в задимленому або темному приміщенні. *Інновації*: Розроблено багатофункціональний модуль «все з собою». Сидіння має приховану внутрішню кишеню на блискавці для захищеного зберігання документів і ліків під час сну, а також знімну бокову підставку для термоса чи гаджетів. Конструкція повністю складається в пласку панель, яку зручно переносити в одній руці, що робить користувача мобільним під час евакуації.

УДК 7.05:629.114

Дизайн міжміського електробуса підвищеного комфорту

проф. Кузьмінець М.П., студентка Сівко М.

Актуальність зумовлена в зручному та екологічному транспорті. Сучасність дозволяє розглянути нові рішення у розміщенні пасажирів, зовнішньому вигляді та енергоефективності. Дизайн також враховує ергономіку салону. Новітні технології підвищують зручність транспорту. Як наслідок, такий дизайн міжміського електробуса дозволяє перевозити пасажирів між великими містами. Досліджується міжміський електробус, який дозволяє пересування між великими містами. А також надає зручність, що суттєво збільшить кількість пасажирів, що будуть обирати такий вид транспорту. Розглядається використання акумуляторних батарей у міжміському електробусі. Мета проєкту – створити дизайн міжміського електробуса. Предмет дослідження: пошук дизайнерського рішення, що буде естетичним, розширення ергономічних якостей, що вплинуть на зручність користування.

УДК 7.05:645

Дизайн-проект трансформаційних меблів на прикладі ліжка-трансформера

доц. Гук Л.Й., доц. Базилевич О.А., студент Сівко М.

Трансформаційні меблі, а саме ліжко-трансформер стають гарним рішенням для малогабаритних приміщень або будинків, де важливо економно використовувати простір. Такі меблі поєднують функції спального місця з іншими елементами інтер'єру: робочими столами чи сидіннями. Крім того, вони відповідають потребам багатофункціональності та мають простий мінімалістичний дизайн, що підходить для багатьох приміщень. Досліджуються трансформаційні меблі, а саме ліжко-трансформер. Наявність трансформації розширює функціонал, а саме: матрац стає столиком, а збоку є два пуфи. У складаному вигляді це нагадує звичайне ліжко. Саме тому, цей проєкт дозволяє надати функціональні рішення, що допомагають у невеликих оселях. Мета проєкту – створити дизайн ліжка-трансформера. Предмет дослідження**:** Пошук дизайнерського рішення, що буде естетичним, розширення ергономічних якостей, що вплинуть на зручність користування.

УДК 338.48:7.05:659.1

Дизайн туристичного бренду дестинації

проф. Тименко В. П.

Дизайн туристичного бренду дестинації є важливим чинником формування впізнаваного образу місця та підвищення його конкурентоспроможності на сучасному туристичному ринку. У процесі створення бренду особливого значення набуває виявлення культурного коду території, що охоплює історичні асоціації, локальні символи, кольорові домінанти, характерні форми та візуальні маркери регіону. Саме на основі такого аналізу розробляються логотип, фірмова кольорова палітра, система шрифтів, графічні елементи та носії візуальної комунікації, які забезпечують цілісність сприйняття туристичного продукту. Брендинг дестинації повинен охоплювати не лише рекламні матеріали, а й навігацію, сувенірну продукцію, цифрові сервіси, подієву комунікацію та презентаційні платформи, що створює єдине стилістичне поле. Актуальним є використання в дизайні бренду елементів української культурної спадщини, етномотивів, орнаментальних структур і локальних архетипів, переосмислених засобами сучасної графіки. Завдяки цьому туристична локація отримує не лише візуально привабливе оформлення, а й виразну ідентичність, яка здатна викликати емоційний відгук у потенційного відвідувача. Важливо, що продуманий бренд сприяє формуванню довіри до дестинації, підсилює її позиціонування в інформаційному просторі та підтримує комунікацію з різними цільовими аудиторіями. Отже, дизайн туристичного бренду дестинації слід розглядати як інструмент стратегічного представлення території, що поєднує культурну унікальність, художню виразність і практичні завдання туристичної комунікації.

УДК 338.48:069:7.05

Музейний та виставковий дизайн у туризмі

проф. Тименко В.П., студент Кантур Т.С.

Музейний та виставковий дизайн посідає важливе місце у структурі сучасного культурного туризму, оскільки саме він забезпечує якісну взаємодію відвідувача з експозиційним середовищем. Ефективна організація музейного простору передбачає продумане зонування, виразну експозиційну графіку, зручну навігацію, належне освітлення, використання інформаційних блоків і візуальних акцентів, що допомагають краще сприймати зміст представлених об'єктів. Сучасний музейний дизайн не обмежується демонстрацією експонатів, а формує цілісний емоційно-образний простір, у якому поєднуються історія, візуальна культура, комунікація та досвід перебування. Особливого значення набуває інтеграція інтерактивних елементів, мультимедійних технологій, цифрових карт і віртуальних форматів подачі матеріалу, що розширює можливості залучення різних груп відвідувачів. Для туристичної галузі музейний і виставковий дизайн є важливим засобом підсилення привабливості культурних об'єктів, оскільки формує враження про локацію, її рівень організації та якість комунікації з аудиторією. У контексті українського культурного простору особливої уваги потребує використання в експозиційному дизайні національних художніх традицій, етнокультурних мотивів і локальної спадщини, поданих у сучасному візуальному рішенні. Таке поєднання сприяє не лише збереженню культурної пам'яті, а й створенню привабливого туристичного образу музею чи виставкової події. Отже, музейний та виставковий дизайн виступає важливим чинником розвитку культурного туризму, оскільки поєднує інформативність, естетику, доступність і емоційну насиченість простору.

УДК 338.48:659.2:004.9

Дизайн туристичної навігації та інформаційних систем

проф. Тименко В. П., студент Козадаєва А.С.

Дизайн туристичної навігації та інформаційних систем є необхідною складовою сучасного туристичного середовища, оскільки забезпечує зручне, безпечне та логічне орієнтування відвідувачів у просторі. До структури такої системи входять покажчики, піктограми, карти, схеми маршрутів, інформаційні стенди, таблички, цифрові сервіси, мобільні застосунки та QR-коди, які разом формують єдине комунікаційне поле. Ефективна навігація має бути не лише інформативною, а й візуально цілісною, зрозумілою для різних категорій користувачів, у тому числі для дітей, людей старшого віку та осіб з особливими освітніми чи фізичними потребами. У туристичній галузі особливого значення набуває узгодження навігаційної системи з брендом дестинації, що дає змогу підтримувати єдиний стиль середовища і посилювати візуальну пізнаваність локації. Сучасні цифрові технології значно розширюють функції інформаційних систем, дозволяючи поєднати фізичний простір з інтерактивною картою, аудіогідом, онлайн-розкладом подій або розширеною довідковою інформацією. Завдяки цьому турист отримує не лише маршрут, а й

комплексний досвід користування середовищем, у якому інформація подається швидко, послідовно і доступно. Розроблення таких систем потребує врахування принципів композиції, кольорографії, типографіки, ієрархії даних і ергономіки візуального сприйняття. Отже, дизайн туристичної навігації та інформаційних систем є важливим інструментом просторової комунікації, який підвищує якість туристичного обслуговування та формує позитивне враження від локації.

УДК 338.48:7.05

Сувенірний дизайн та локальний туристичний продукт

проф. Тименко В. П., студент Собех А.О.

Сувенірний дизайн є важливим засобом репрезентації локальної ідентичності в туристичній галузі та сприяє популяризації культурної спадщини регіону. Туристичний сувенір виконує не лише пам'ятну, а й комунікаційну функцію, оскільки передає образ місця через форму, орнамент, колір, матеріал, пакування та графічне оформлення. Особливої цінності набувають вироби, у яких поєднуються автентичні етнокультурні мотиви, ремісничі традиції, символіка місцевості і сучасні підходи до дизайну. Такі рішення дають змогу створювати конкурентоспроможний локальний продукт, який є впізнаваним, естетично привабливим і придатним до сучасного ринку туристичних послуг. У процесі проєктування сувенірної продукції важливо враховувати потреби цільової аудиторії, функціональність виробу, зручність транспортування, екологічність матеріалів і цілісність візуального стилю. Не менш важливим є дизайн пакування, який підсилює презентаційність сувеніра, забезпечує його захист і додає виробу додаткової цінності в очах споживача. У контексті розвитку внутрішнього туризму сувенірний дизайн може виступати дієвим інструментом підтримки локальних громад, ремесел і творчих індустрій, пов'язаних із конкретною територією. Отже, сувенірний дизайн та локальний туристичний продукт слід розглядати як складову візуальної культури туризму, що поєднує економічний потенціал, культурну пам'ять і сучасну дизайнерську практику.

УДК 7.05:378.147:004

Комп'ютерні технології як ключовий елемент професійної підготовки дизайнера

доц. Базилевич О.А., студент Танська В.М.

Методика конструювання та використання комп'ютерних технологій у дизайні відіграє важливу роль у професійному становленні майбутнього графічного дизайнера. Саме цей предмет забезпечує формування практичних навичок роботи з сучасними програмами, необхідними для створення візуальних проєктів, макетів, ілюстрацій та поліграфічної продукції. Проте недостатня кількість навчального часу, відведеного на вивчення комп'ютерних технологій у дизайні, значно обмежує можливості студентів повною мірою опанувати необхідні інструменти. Поверхневе ознайомлення з програмним забезпеченням не дозволяє досягти впевненості у роботі, розвинути швидкість виконання завдань та сформувати професійне мислення, що є важливим для майбутньої діяльності графічного дизайнера. Для досягнення високого рівня професійної

підготовки необхідно приділяти більше уваги цьому предмету, забезпечуючи достатній час для практичної роботи, експериментування та творчого пошуку. Саме через систематичну роботу з комп'ютерними технологіями формується здатність реалізовувати творчі ідеї, створювати якісний дизайнерський продукт та відповідати сучасним вимогам професії.

УДК 7.03:008

Історія мистецьких культур: еволюція художніх форм та світоглядних парадигм

ст. викл. Векрхградський Є.П., студент Гріненко В.Р.

Історія мистецьких культур є важливим напрямом гуманітарного знання, що досліджує процес формування та розвитку художніх стилів, естетичних ідеалів і культурних традицій у різні історичні періоди. Мистецтво відображає духовний стан суспільства, його соціальні трансформації та світоглядні зміни, виступаючи своєрідним маркером епохи. У роботі розглянуто основні етапи розвитку мистецьких культур — від давніх цивілізацій до сучасності, проаналізовано особливості стилістичних напрямів, їх взаємозв'язок із філософськими, релігійними та соціальними процесами. Окрему увагу приділено трансформації художньої мови та ролі митця в різні історичні періоди. Дослідження дозволяє простежити закономірності еволюції мистецьких форм та визначити їх значення у формуванні культурної спадщини людства.

УДК 378.14:371.3

Можливості використання виставкових технологій у закладах вищої освіти

доц. Овчарек В.Є.

Виставкова діяльність є ефективним засобом просування на ринок товарів, послуг, ідей, інвестицій, тощо. Її основна функція – відображення стану та тенденцій розвитку практично всіх галузей економіки, науки, виробництва, мистецтва та ін. Разом з тим, виставки сприяють формуванню нових напрямів діяльності, допомагають виявити актуальні проблеми, що стоять перед галузями та регіонами, надають творчий імпульс для їх вирішення.Не зважаючи на порівняно незначну тривалість існування у ринкових умовах (перші українські виставкові компанії з'явились у 1992 році), вітчизняна виставкова діяльність по праву вважається надійним інструментом маркетингу, не тільки в Україні, але й далеко за її межами: побудовані сучасні спеціалізовані виставкові центри, провідні оператори виставкового ринку з метою вирішення задач власного розвитку створили професійне об'єднання - Виставкову федерацію України, вітчизняні виставкові компанії є членами Всесвітньої асоціації виставкової індустрії (UFI). Все це дає змогу ефективно застосовувати сучасні виставкові технології у різних галузях, у тому числі й в освіті.

Існуючий досвід співпраці між організаторами виставок і закладами вищої освіти свідчить про те, що основними напрямами взаємодії є: відвідування виставок викладачами і студентами, участь закладів вищої освіти у виставках в

якості експонентів, участь викладачів та аспірантів у заходах ділових програм виставок, впровадження виставкових технологій в освітянську діяльність, впровадження наукових розробок у виставкову діяльність, ознайомлення з діяльністю виставкових компаній у рамках виробничих практик, працевлаштування студентів та ін.

Успішна реалізація такої співпраці можлива при обізнаності студентів з виставковою діяльністю, вмінні використовувати виставкові технології у своїй майбутній професії, набутті необхідних спеціальних навичок роботи на виставках заходах. Такі знання, вміння та навички стануть корисними для студентів і після закінчення закладу, адже нині переважна більшість виробничих підприємств, проєктних організацій, державних установ використовують виставки у своїй діяльності.

СЕКЦІЯ 2
ПОЛІПШЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ І РОЗВИТОК ЙОГО ВИРОБНИЧОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Підсекція підвищення ефективності автомобільних транспортних засобів шляхом розробки та удосконалення їх конструкцій, застосування мікропроцесорів, нових видів палива та конструкційних матеріалів, зниження витрат палива та токсичності

УДК 621.43

Обґрунтування доцільності переведення легкових автомобілів на живлення скрапленим нафтовим газом в умовах експлуатації

доц. Гуменчук М.І., студент Кущенко С.В.

Дообладнання легкових автомобілів системами живлення ЗНГ набуло масового поширення. Це пояснюється, на тлі останніх подій, бажанням власників автомобілів зменшити витрати на паливо, вартість ЗНГ залишається на рівні 60-70% вартості бензину. Разом з цим таке переобладнання не вимагає значних конструкційних змін, а кількість станцій технічного обслуговування, які займаються переведенням автомобілів на газове паливо, постійно зростає.

Розроблення рекомендацій стосовно доцільності переобладнання бензинового двигуна для забезпечення можливості живлення ЗНГ є складним завданням і потребує індивідуального технічного рішення для кожної моделі транспортного засобу.

УДК 621.43

Особливості використання генераторного газу в ДВЗ

проф. Корпач А.О., студент Іванов Б.В.

В умовах підвищення вартості традиційних моторних палив та посилення вимог до екологічних показників та підвищення паливної економічності двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ), актуальним є розширення паливної бази для ДВЗ за рахунок використання альтернативних видів палив. Одним із перспективних напрямів - використання генераторного газу, як палива для поршневих ДВЗ. Генераторний газ отримують газифікацією твердих вуглецевмісних матеріалів за умов обмеженої подачі окисника, в результаті утворюється горюча газоповітряна суміш, придатна для згоряння в циліндрах двигуна. Як сировину для газифікації використовують деревину і деревні відходи, кам’яне та буре вугілля, торф, сільськогосподарські залишки й інші органічні тверді матеріали. Використання генераторного газу, як палива для ДВЗ, сприяє зниженню витрати нафтопродуктів, забезпечує більшу паливну незалежність двигунів, що визначає актуальність вивчення його характеристик та застосування в ДВЗ.

Газогенератори відрізняють між собою типом шару та напрямком руху газів. Найпростішими є газогенератори з нерухомим шаром, що можуть працювати у періодичному або безперервному режимі, однак, у висхідному потоці газ містить значну кількість смол, небезпечних для ДВЗ. Значно кращі характеристики має газифікація низхідним потоком, де генераторний газ проходить крізь зону окислення та шар розжареного вугілля, що забезпечує ефективне руйнування смол, а також стабільну якість газу, придатну для ДВЗ. Процес газифікації включає стадії горіння та відновлення, що відбуваються, в так званій активній зоні, в результаті чого формується газова суміш, основними компонентами якої є CO, H_2, CO_2 та N_2, склад й теплотворна здатність якої, значною мірою, залежать від вологості та властивостей вихідної сировини. Для генераторного газу хорошої якості характерна теплота згоряння наближено 5200 кДж.

Бензинові двигуни з іскровим запалюванням можуть бути відносно просто переобладнані для роботи на генераторному газі шляхом заміни карбюратора газоповітряним змішувачем без суттєвих змін базової конструкції. Для підвищення потужності застосовують оптимізацію впускної системи та наддув, які дозволяють компенсувати нижчу теплотворну здатність генераторного газу. Переобладнання дизеля є складнішим і, як правило, передбачає роботу за газодизельним циклом або глибшу модернізацію з переходом на іскрове запалювання. При цьому газоповітряна суміш подається через додаткові елементи паливної системи. У більшості випадків конструкція двигуна зберігається без кардинальних змін, що дозволяє використовувати генераторний газ як альтернативне паливо.

У сучасних умовах України, зумовлених воєнними діями, порушенням логістичних ланцюгів постачання енергоресурсів і обмеженою доступністю традиційних моторних палив, особливої актуальності набуває впровадження альтернативних видів палива для ДВЗ. Через це, подальші дослідження технологій газифікації та адаптації двигунів внутрішнього згоряння до роботи на генераторному газі є доцільними, тож мають важливе практичне значення для енергетичної безпеки держави.

УДК 621.43

Особливості сланцевого газу, як палива для ДВЗ

проф. Корпач А.О., студент Туз О.О.

Сланцевий газ є нетрадиційним природним газом, що видобувається з низькопроникних сланцевих порід. За своєю хімічною суттю він складається, переважно, з метану (CH_4), але його склад може варіюватися, включаючи вищі гомологи та домішки (N_2, CO_2), що визначає його кінцеві експлуатаційні характеристики. Для застосування в двигунах внутрішнього згоряння (ДВЗ) газ використовується у стисненому (компримованому, CNG) або зрідженому (LNG) стані.

Однією з найбільш характерних технічних характеристик сланцевого газу є його антидетонаційна стійкість. Ключовою експлуатаційною перевагою є винятково висока антидетонаційна стійкість, яка безпосередньо корелюється з

октановим числом (ОЧ). Основний компонент, метан, має ОЧ у діапазоні 105…120, що значно перевищує показники всіх комерційних марок бензину. Надзвичайно високе ОЧ є критичним фактором, що дозволяє проєктувати газові ДВЗ з підвищеним ступенем стиснення (13…15). Це забезпечує пряме підвищення термічного коефіцієнта корисної дії (η_t) двигуна відповідно до циклу Отто, мінімізуючи ризик неконтрольованого самозаймання детонації) паливоповітряної суміші. Незважаючи на переваги ОЧ, технічний аналіз також вимагає розгляду теплотворної здатності та енергетичної цінності. Теплотворна здатність (LHV) сланцевого газу залежить від його компонентного складу; для чистого метану LHV ≈ 35.8 Мдж/м^3 (н.у.). Присутність негорючих домішок (N_2, CO_2) може спричинити зниження питомої теплоти згоряння до 12.6…14.3 Мдж/ м^3 (за об'ємом) порівняно з традиційним природним газом. Об'ємна енергетична цінність паливоповітряної суміші, сформованої на базі газу, є нижчою, ніж у випадку рідкого палива. Це технічно призводить до зниження максимальної потужності ДВЗ (як правило, на 10–15%) при роботі на газі, якщо конструкція двигуна не була попередньо оптимізована під високе стиснення для компенсації цього ефекту. Крім основних енергетичних параметрів, важливими є експлуатаційні особливості та вплив на ДВЗ. Застосування газоподібного палива забезпечує краще сумішоутворення з повітрям, ніж рідкі вуглеводні, що сприяє більш повному та чистому згорянню. Наслідком цього є значне зменшення токсичності відпрацьованих газів (зниження викидів CO, неспалених вуглеводнів CH та сажі). Крім того, робота на газі характеризується м'якшим процесом згоряння, що знижує динамічні навантаження на кривошипно-шатунний механізм. Газове паливо не змиває мастильну плівку зі стінок циліндрів, що призводить до збільшення міжремонтного ресурсу двигуна та підвищення терміну служби моторної оливи. Використання сланцевого газу вимагає інтеграції спеціалізованого газобалонного обладнання (ГБО), яке повинно витримувати високий робочий тиск (≈20МПа для CNG).

Таким чином, сланцевий газ є високотехнологічним паливом, застосування якого в ДВЗ орієнтоване на підвищення екологічності та ефективності за рахунок реалізації високого ступеня стиснення.

УДК 621.43

Використання поновлювальних джерел енергії на автомобільному транспорті

проф. Добровольський О.С., студенти Єрошкін Ф.І., Ромочівський П.В.

Сучасний розвиток транспорту супроводжується значним споживанням традиційних енергетичних ресурсів, зокрема нафтопродуктів, що призводить до виснаження природних запасів палива та зростання негативного впливу на навколишнє середовище. Значна кількість викидів шкідливих речовин і парникових газів від автомобільного транспорту є однією з основних причин погіршення екологічної ситуації у світі. У зв’язку з цим особливої актуальності набуває використання поновлювальних джерел енергії в транспортній сфері.

Поновлювальні джерела енергії (ПДЕ) є важливим напрямом розвитку сучасної енергетики та транспорту, оскільки вони забезпечують можливість зменшення залежності від викопних палив і сприяють зниженню рівня забруднення довкілля. До основних видів поновлювальних енергоресурсів, що можуть застосовуватися на автомобільному транспорті, належать біопалива, електрична енергія, отримана з відновлюваних джерел, водень, а також енергія сонця та вітру.

Одним із найбільш поширених напрямів використання ПДЕ на автомобільному транспорті є застосування біопалив, зокрема біоетанолу, біодизеля та біогазу. Біоетанол може використовуватися як добавка до бензину або як самостійне паливо для двигунів внутрішнього згоряння. Біодизель, у свою чергу, отримують із рослинних олій або тваринних жирів, і він може застосовуватися в дизельних двигунах без суттєвих конструктивних змін. Використання таких палив сприяє зменшенню викидів шкідливих речовин у відпрацьованих газах і підвищує екологічні показники транспортних засобів.

Незважаючи на значні переваги використання поновлювальних джерел енергії на автомобільному транспорті, існують певні технічні, економічні та інфраструктурні обмеження. До них належать висока вартість нових технологій, необхідність створення відповідної інфраструктури для заряджання електромобілів або заправки воднем, а також потреба в удосконаленні технологій виробництва та зберігання альтернативних видів енергії.

Таким чином, використання поновлювальних джерел енергії на автомобільному транспорті є одним із ключових напрямів підвищення енергоефективності та екологічної безпеки автомобільного транспорту. Подальший розвиток технологій у цій сфері сприятиме зменшенню споживання викопних палив, скороченню шкідливих викидів і формуванню сталого розвитку транспортної галузі.

УДК 621.43

Вплив підігріву повітря на впуску на паливну економічність та екологічні показники двигуна при роботі на спиртовмісних сумішах

проф. Добровольський О.С., доц. Тріфонов Д.М., аспірант Марченко П.К.

Із розвитком альтернативних видів палива все більшої актуальності набуває використання спиртовмісних палив, зокрема етанолу та його сумішей із бензином. Це зумовлено необхідністю зменшення залежності від традиційних нафтових ресурсів, а також прагненням знизити негативний вплив автомобільного транспорту на довкілля. Етанол є відновлюваним джерелом енергії, що може вироблятися з біомаси, тому його застосування розглядається як один із перспективних напрямів розвитку паливно-енергетичного комплексу.

Водночас використання етанолу та бензино-етанольних сумішей у двигунах внутрішнього згоряння (ДВЗ) має певні особливості, пов’язані з відмінностями їх фізико-хімічних властивостей порівняно з традиційними вуглеводневими паливами. До таких особливостей належать нижча теплота згоряння, теплота випаровування, а також характеристики сумішоутворення. Ці фактори

безпосередньо впливають на робочі процеси ДВЗ, особливо під час пуску та прогрівання.
Особливу увагу слід приділяти режиму прогріву двигуна, оскільки в цей період відбувається встановлення оптимального теплового режиму роботи ДВЗ. На етапі прогрівання спостерігається підвищена витрата палива, що пояснюється необхідністю забезпечення стійкої роботи двигуна при ще недостатньо нагрітих елементах системи живлення та циліндро-поршневої групи. Крім того, у цей період збільшується концентрація викидів шкідливих речовин у відпрацьованих газах.
Проблема стає особливо актуальною за умов низьких температур навколишнього середовища. Через високу теплоту випаровування етанолу та зниження інтенсивності випаровування палива при холодному пуску ускладнюється процес формування паливо-повітряної суміші, що може призводити до нестабільної роботи двигуна, збільшення часу прогрівання та додаткових витрат палива. У зв'язку з цим виникає необхідність удосконалення систем живлення, керування роботою двигуна та розроблення оптимальних режимів експлуатації ДВЗ, що працюють на спиртовмісних паливах.
Таким чином, дослідження процесів прогрівання двигунів внутрішнього згоряння при використанні бензино-етанольних палив є важливим напрямом підвищення ефективності їх роботи, зниження витрат палива та мінімізації негативного впливу транспортних засобів на навколишнє середовище.

УДК 629.331:62-974:665.73

Дослідження впливу бензоетанольних сумішей на експлуатаційні показники гібридної енергетичної установки в умовах низьких температур

доц. Тріфонов Д.М., аспірант Романенко М.П., студент Лісовик В.П.

Актуальність дослідження зумовлена глобальною необхідністю декарбонізації автомобільного транспорту шляхом поєднання електрифікації та відновлюваних джерел енергії. Біоетанол привертає увагу як екологічна альтернатива бензину, однак його використання викликає дискусії щодо впливу на експлуатаційні характеристики транспортних засобів в умовах дії дорожніх і природно-кліматичних факторів. Для регіонів із континентальним кліматом критично важливим є питання надійної роботи технологій, що інтегрують гібридну енергетичну установку та бензоетанольні паливні суміші в умовах низьких температур навколишнього повітря. Метою роботи є комплексна оцінка впливу різних концентрацій етанолу на експлуатаційні показники гібридної енергетичної установки послідовно-паралельної схеми (на прикладі Toyota Prius 3, ZVW30) у діапазоні температур від –5 до –25 °С. Дослідження виконано методом математичного моделювання в середовищі Matlab. Результати моделювання виявили суттєву залежність експлуатаційних характеристик від типу палива. Зростання частки біоетанолу (особливо до рівня Е85) призводить до значного погіршення пускових якостей двигуна внутрішнього згоряння через низьку летючість та високу теплоту випаровування, а також до зниження загальної паливної економічності на 5–7 % у режимі прогріву внаслідок меншої енергоємності суміші. При цьому спостерігається зменшення викидів СО та

C_mH_n, але потенційне зростання викидів NO_x. Системне поліпшення експлуатаційних характеристик ДВЗ, зокрема в режимах холодного пуску та прогріву на бензоетанольних сумішах, передбачає комплекс технічних рішень, спрямованих на оптимізацію сумішоутворення, зниження механічних втрат, мінімізацію зносу та скорочення викидів забруднювальних речовин під час відновлення теплового стану двигуна. Ключовим висновком є те, що гібридна архітектура дозволяє частково компенсувати недоліки біоетанолу за рахунок оптимального керування потоками енергії. Технологічним компромісом для холодного клімату є використання сумішей із вмістом етанолу до 20 % (E20), тоді як для E40 потрібні додаткові конструктивні та програмні адаптації.

УДК 621.43-543.3

Дослідження паливної економічності та екологічних показників бензинового двигуна з системою впорскування при використанні спиртовмісного палива рослинного походження в умовах експлуатації

доц. Сирота О.В., студент Корнієвський І.Л.

На сьогоднішній день дуже гостро стоїть задача раціонального споживання енергетичних ресурсів та збереження екологічного стану планети. До двигунів застосовують все більш жорсткі екологічні вимоги. Це зумовлено існуючим дефіцитом палив нафтового походження і станом довкілля.

Одним з ефективних способів зменшення транспортних витрат є використання альтернативних видів палива, зокрема біологічних добавок, на основі відновної сировини. Це дає змогу зменшити кількість токсичних викидів та знизити собівартість перевезень не зважаючи на зменшення максимальної потужності двигуна.

Біоетанол за своїми фізико-хімічними властивостями (хімічний склад, теплота згоряння, прихована теплота пароутворення тощо) має істотні відмінності у порівнянні з нафтовими паливами, що унеможливлює його використання в ДТЗ без конструктивних змін системи живлення. Як наслідок, частіше, біоетанол використовують для виробництва бензоетанольних сумішей (спиртовмісних палив), які використовують в автомобілях, що перебувають в експлуатації.

В доповіді будуть представлені результати порівняльних випробувань бензинового двигуна при використанні різних типів палив, проведеними в широких межах навантажувальних та швидкісних режимів на гальмівному стенді.

УДК 621.43

Альтернативні синтезовані електронні е-палива для наземних транспортних дизелів

проф. Лісовал А.А., студенти Тюрін В.О., Примак Я.М.

На основі закордонних джерел систематизовано та узагальнено результати досліджень останніх років щодо можливостей застосування синтезованих електронних палив (е-палив) на наземному транспортні для поетапного процесу декарбонізації галузі. Теоретичні дослідження були зосереджені на рідких е-паливах для транспортних дизелів. Дизелі як об’єкт досліджень залишаються

актуальними для сьогодення України, бо забезпечують у складі транспортних засобів не тільки перевезення вантажів, а й мобільність оборонного сектора, технологічні процеси виробництва продовольства.

Країни ЄС планують скоротити викиди парникових газів на 55 % до 2030 р. та досягти вуглецевої нейтральності до 2050 р. У цьому контексті е-палива стали перспективним рішенням для зменшення викидів парникових газів на транспорті. Класичне е-паливо синтезують з уловленого з повітря CO_2 та відновлюваного водню, який отримують електролізом води. Енергія для електролізу надходить від відновлюваних джерел вітрової, сонячної, геотермальної, припливної або гідро електроенергії. Головні переваги е-палив – це виробництво із відновлюваних джерел енергії та використання існуючої паливної інфраструктури з мінімальними змінами.

Україна має застарілий автопарк транспортних засобів, який не може бути миттєво замінений на новий, більш ефективний. Реалізація досліджень і розробок, які направлені на поетапне впровадження вуглецево-нейтральних е-палив на транспорті, повинні мінімізувати шкідливий вплив існуючого автотранспорту на навколишнє середовище.

Виробництво е-палив ще не доступне у великих масштабах. Його використання буде поступово зростати завдяки поетапному збільшенню їх концентрацій у сумішевих видах палива. Паралельно з цим на транспорті будуть впроваджуватися інші подібні вуглецево-нейтральні технології. Перший крок до вуглецево-нейтральних е-палив – це впровадження парафінових палив, отриманих з біосировини із залученням відновлюваних джерел енергії. Таке впровадження на транспортних дизелях забезпечує скорочення викидів CO_2, сажі та інших шкідливих викидів. Це проміжний етап, доки не буде масового виробництва суто синтетичних парафінових е-палив. Використання в дизелях синтезованих е-ефірів OMEx і DME, як низьковуглецевого палива, є можливим в короткостроковій та середньостроковій перспективі. Це другий крок до поширення вуглецево-нейтральних е-палив і технологій на транспорті. Перед впровадженням таких палив необхідні додаткові дослідження щодо сумісності їх з матеріалами дизеля.

УДК 621.436.12

Методи діагностування системи подачі палива дизеля

проф. Корпач А.О., інструктор з технічного навчання ТОВ «Віннер Імпортс ЛТД» Левківський О.О.

Система подачі палива є одним з основних компонентів дизеля, що безпосередньо впливає на його надійність, потужність, паливну економічність та екологічні показники. Системи подачі палива дизеля поділяють на три основні типи в залежності від паливної апаратури, що використовується:

- Механічна система подачі палива.
- Система подачі палива з насос-форсунками.
- Система подачі палива акумуляторного типу Common Rail.

При виході з ладу, будь-якого з перелічених вище типів паливної апаратури дизеля, можуть спостерігатись наступні симптоми: погіршення запуску

двигуна, нестабільна робота на холостому ходу або з навантаженням, підвищений рівень викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами, зниження потужності та підвищена витрата палива. Серед основних причини виходу з ладу паливної апаратури можуть бути: використання забрудненого або неякісного палива, механічне зношення деталей паливної апаратури та несправність системи управління.

Для визначення дефектного компоненту системи подачі палива та причини виходу його з ладу застосовуються різні методи діагностування. Якщо система має електронне керування, першочергово діагностування виконується за допомогою штатного програмного забезпечення виробника, зчитуючи дані з бортової системи OBD (On-Board Diagnostics). Розшифрування коду помилки дозволяє визначити, який саме параметр не відповідає заданим значенням. Даний метод є швидким та ефективним, однак потребує специфічного апаратного та програмного забезпечення для підключення до бортової системи певного автомобіля. Також, він не завжди дозволяє точно визначити компонент, який безпосередньо впливає на порушення роботи двигуна, тому, як правило, потребує використання додаткових методів діагностики.

Цифровий осцилограф є більш універсальним методом діагностування, оскільки підходить для перевірки паливної апаратури будь-якого виробника. Для комплексної перевірки системи подачі палива Common Rail необхідно перевірити продуктивність ПНВТ, герметичність паливного контуру високого тиску, а також продуктивність паливних форсунок. Окремо можливо перевірити роботу клапанів дозування палива та регулювання тиску. Цифровий осцилограф також можна використовувати для перевірки напруги та сили струму в процесі активації паливних форсунок системи Common Rail.

Найбільш ефективним методом діагностики ПНВТ і форсунок, будь-якого з типів системи живлення паливом, вважається демонтаж даних компонентів з двигуна та їх перевірка на спеціальному стенді. Сучасні стенди для перевірки паливної апаратури дизеля виконують автоматичну перевірку працездатності даних компонентів відповідно до заданих параметрів, що дозволяє визначити та усунути можливі дефекти.

УДК 621.317

Behavior of fastening elements in agricultural transportation devices

assoc. prof. Ragulskienė J., Kaunas University of Technology, lecturer Dr. Pauliukas A., Vytautas Magnus University, Dr. Paškevičius P., Company "Vaivora", prof. Maskeliūnas R., Vilnius Gediminas Technical University, graduate student Maskeliūnas V., Vilnius Gediminas Technical University, prof. Korpach A., National Transport University, junior research associate Ragulskis L., Vytautas Magnus University

Parts of agricultural machines and transportation devices, especially their cases, consist of plate type structures. Adjacent plates are interconnected by screws or similar fastening elements. Vibrations have an effect to the behavior of such interconnected structures and require constant monitoring and maintenance in order to avoid disconnection of adjacent plate type structures in the process of operation of

agricultural transportation devices. Thus investigation of the behavior of such structures is an important problem in agricultural engineering. Experimental investigations are performed. They enable to determine time of reliable operation of agricultural transportation devices. Also recommendations for maintenance and the required monitoring procedures of the status of the investigated agricultural transportation devices can be provided. Frequencies of vibration that have especially harmful effect to the integrity of interconnections of plate type structures used as cases of agricultural transportation devices are determined.

УДК 621.43

Поліпшення показників двигуна з іскровим запалюванням за роботи з повним навантаженням добавкою закису азоту до повітряного заряду

проф. Гутаревич Ю.Ф., доктор філософії Гора М.Д.
(ДП ДержавтотрансНДІпроект), доц. Гаркуша Ю.В.

Одними з основних джерел механічної енергії сучасних легкових автомобілів є двигуни з іскровим запалюванням бензинові і газові. Ці двигуни мають ряд переваг в порівнянні з іншими відомими джерелами енергії, тому можна стверджувати, що ці двигуни будуть широко використовувати в майбутньому. Поліпшення їх показників є важливою актуальною задачею.

Відомо, що основними режимами роботи автомобільних двигунів в умовах експлуатації є часткові навантаження і режими холостого ходу. Разом з тим, як показують останні дослідження, в умовах інтенсивного міського руху двигуни легкових автомобілів близько 10% працюють з повним навантаженням. Відомі ряд способів підвищення енергетичних показників двигунів з іскровим запалюванням в режимах повних навантажень. Найбільш часто використовують в цих режимах спосіб збагачення паливо-повітряної суміші. Недоліками роботи двигуна з іскровим запалюванням на збагаченій паливо-повітряній суміші є погіршення паливної економічності і зниження ефективності роботи каталітичного нейтралізатора. Для поліпшення показників двигунів з іскровим запалюванням покращенням робочого процесу використовують кисневмісні добавки до бензину або до повітряного заряду. До повітряного заряду добавляють гази з високим вмістом кисню. Одним з таких газів є закис азоту (N_2O). Використання цього газу для форсування ДВЗ відоме давно. Основний напрям досліджень – вплив добавки N_2O до повітряного заряду на енергетичні показники спортивних транспортних засобів. В останній час цей газ дозволили використовувати в ряді країн на дорожніх автомобілях. Тому актуальною стає задача впливу добавки N_2O на інші показники роботи двигуна, зокрема на екологічні показники та паливну економічність. Кафедра двигунів і теплотехніки і ДП ДержавтотрансНДІпроект провели дослідження впливу добавки N_2O до повітряного заряду вітчизняного двигуна МеМЗ-307 з системою впорскування, зворотним зв’язком і каталітичним нейтралізатором. В доповіді будуть представлені результати теоретичних і експериментальних досліджень. В цілому встановлено, що добавкою закису азоту до повітряного заряду і використанням стехіометричної паливо-повітряної суміші можливо поліпшити енергетичні, екологічні показники і паливну економічність двигуна з іскровим запалюванням.

УДК 621.43

Дослідження показників енергоефективності транспортних енергоустановок використанням комбінацій традиційного та альтернативних палив

проф. Цюман М.П., аспіранти Ярченко М.О., Рудой Р.В., асист. Потьомкін Р.О.

Найважливішими показниками транспортних енергетичних установок є показники енергоефективності. Ці показники можуть об'єднувати паливну економічність, енергетичні та екологічні показники, які залежать від виду палива та ефективності робочих процесів енергоустановки. Для сучасних транспортних енергоустановок важливо також забезпечити мінімальні викиди газів, які сприяють глобальним кліматичним змінам, зокрема, діоксиду вуглецю. З метою удосконалення вказаних показників останнім часом пропонуються до використання різні альтернативні палива, як у вигляді окремих, так і у вигляді сумішевих ресурсів.

Аналіз останніх досліджень використання у автомобільних двигунах бензоетанольних сумішей, а також добавки водневмісного газу до свіжого заряду двигунів свідчить, що досліджувався переважно вплив фіксованої частки доданого компоненту до основного палива (бензину) на окремі показники двигуна. Крім того, ці результати не дозволяють здійснити повний аналіз узагальненого впливу використання тих чи інших традиційних, альтернативних палив та їх сумішей у двигуні на його еколого-енергетичну ефективність.

Метою доповіді є визначення складу доцільних для застосування сумішей традиційного та альтернативних палив шляхом порівняння впливу воднево-вуглецевого відношення досліджуваних сумішей на показники енергоефективності енергетичної установки. Це дозволить обґрунтувати застосування на автомобільному транспорті сумішей палив, які забезпечують досягнення одночасного поліпшення паливноекономічних та екологічних показників автомобілів.

Поставлена мета досягається уточненням математичної моделі робочих процесів енергетичної установки з двигуном з іскровим запалюванням та моделюванням з використанням вказаної математичної моделі показників енергоефективності залежно від частки доданого альтернативного компоненту до бензину для змінювання воднево-вуглецевого співвідношення суміші палив.

У доповіді будуть наведені результати досліджень використання різних комбінацій традиційного та альтернативного палива з токи зору їх впливу на ефективний ККД, забруднюючі викиди та ступінь використання водню у створенні енергії у окремому режимі роботи енергетичної установки.

УДК 629.33 : 621.43 : 621.3

Дослідження показників ефективності гібридної електричної автомобільної енергоустановки в експлуатаційних режимах

проф. Цюман М.П., аспіранти Садовник І.І., Буравенко О.М., студенти Москалєнко Д.Т., Рабош Р.В.

Сучасні вимоги щодо показників енергоефективності автомобільних транспортних засобів мають на меті суттєве скорочення викидів діоксиду

вуглецю, яке досягається насамперед поліпшенням паливної ефективності. Тому, роботи з удосконалення робочих процесів автомобільних двигунів ведуться постійно та сприяють досягненню вищого рівня ефективності. Відомим напрямом такого удосконалення є забезпечення вищої ефективності двигуна в режимах роботи, які є найбільш поширеними в експлуатації. Актуальним варіантом розвитку цього напряму є використанням гібридної електричної трансмісії. Широкого розповсюдження в таких гібридних енергетичних установках набули бензинові двигуни з іскровим запалюванням.

Аналіз останніх досліджень у сфері гібридних автомобільних енергоустановок свідчить про значний інтерес до таких технологій транспортного енергозабезпечення. Провідні автомобільні компанії вже розробили та вдосконалюють системи гібридних автомобілів. Водночас, існують значні невирішені критичні проблеми, пов'язані як з ефективністю та надійністю, так і з вартістю гібридних енергоустановок. В нашій країні розроблення гібридних електричних автомобілів знаходиться на початковому рівні становлення для майбутнього розвитку. Це спонукає до проведення досліджень за цим напрямом, зокрема, аналізу відомих технологій, їх ефективності, особливостей впровадження. Це дозволить впроваджувати та розвивати автомобільні енергоустановки такого типу на вітчизняному автомобільному транспорті з метою поліпшення його енергоефективності та екологічної безпеки.

Основним етапом аналізу існуючих гібридних енергоустановок є лабораторні експериментальні дослідження, які дозволять визначити основні характеристики цих енергоустановок та закономірності управління їхніми експлуатаційними параметрами.

Метою доповіді є дослідження показників ефективності та робочих процесів гібридної електричної автомобільної енергоустановки на базі бензинового двигуна з іскровим запалюванням в експлуатаційних режимах.

В доповіді будуть розглянуті результати дослідження показників ефективності гібридної енергоустановки, зокрема, закономірності зміни в експлуатаційних режимах таких показників: ефективного крутного моменту, частоти обертання колінчастого вала, ефективної питомої витрати палива, коефіцієнта наповнення та ККД двигуна з іскровим запалюванням у складі енергоустановки; балансу потужностей складових гібридної енергоустановки; ККД гібридної трансмісії та енергоустановки в цілому; передаточних чисел гібридної трансмісії.

УДК 621.43

Зміна фаз газорозподілу двигунів

доц. Кухтик В.В., студенти Кулик Я.І., Корнійчук А.О.

Фази газорозподілу підбирають на основі аналогів та експериментально в залежності від швидкохідності двигуна і конструкції його впускної і випускної систем. Відомо також, що для кращого очищення циліндрів від відпрацьованих газів випускний клапан починає відкриватися до досягнення поршнем НМТ, а закривається після ВМТ; з метою кращого наповнення циліндрів впускний клапан починає відкриватися до досягнення поршнем ВМТ, а закривається після проходження НМТ.

Кут повороту кривошипа, що відповідає положенню, при якому впускний і випускний клапани одночасно відкриті, називається кутом перекриття клапанів. Оскільки при збільшенні частоти обертання тривалість відкриття впускного клапана зменшується, очевидно, що для кожного швидкісного режиму роботи оптимальні фази газорозподілу відрізняються. Тому велика кількість фірм-виробників двигунів виробляють ДВЗ зі змінними фазами газорозподілу. Вони дозволяють змінювати тривалість перекриття клапанів, але не змінюють період знаходження клапанів у відкритому стані. Вперше таку систему було масово використано у 1983 році компанією Alfa Romeo, яка запропонувала механізм, що змінює кутове положення розподільного вала, який керує впускними клапанами. Пізніше такий само принцип був використаний конструкторами інших компаній.

Технологія зміни фаз газорозподілу отримала назву Variable valve timing (VVT). Засобом збільшення тривалості відкриття клапанів є зміна величини їх ходу (це, крім того, дає можливість відмовитися від дросельної заслінки, яка складає значний опір потокові повітря на низькій частоті).

У 2001 р. фірмою BMW представлено систему Valvetronic, яка постійно змінювала величину ходу впускних клапанів від 0 до 9,7 мм. Механічна частина системи складається з додаткового вала з ексцентриками та додаткових важелів між кулачками та коромислами. Електропривід повертає вал з ексцентриками, які змінюють кутове положення нижньої робочої частини додаткового важеля. Важіль, на середній ролик якого діє кулачок, змінює хід коромисла і, відповідно, хід клапана. При малому ході клапана зменшуються втрати на газообмін, збільшується швидкість протікання повітря крізь клапанну щілину до критичної. Дросельна заслінка у такій системі не потрібна. Її установлюють лише на випадок відмови системи керування ходом клапанів.

Кут закриття впускного клапана впливає на наповнення циліндрів, кут відкриття впускного та закриття випускного — на вміст у заряді залишкових відпрацьованих газів.

Перспективними конструкціями газорозподільних механізмів є механізми без розподільного вала — керування здійснюється електромагнітними соленоїдами. Це дає можливість індивідуального контролю за роботою кожного клапана. При цьому можна керувати не тільки тривалістю відкриття клапанів, а й відключати циліндри, переводити двигун у режим компресора при гальмуванні. Цьому сприяє поступовий перехід транспортних засобів на 42-вольтове електрообладнання.

УДК 621.43

Відключення групи циліндрів в ДВЗ

доц. Кухтик В.В., студент Нестеренко А.В.

Системи відключення циліндрів підвищують економічність двигуна, вимикаючи частину циліндрів при малих навантаженнях. Таку технологію використовують багато виробників, зокрема Mercedes-Benz, Chrysler/Jeep, Volkswagen, Honda, Ford. Додатково механізм сприяє зниженню викидів за низького навантаження. Незважаючи на дію пристрою, потужність двигуна

зберігається та повертається до колишнього рівня при підвищенні навантаження.
Необхідність встановлення системи обумовлена прагненням підвищити паливну економічність та екологічність ДВЗ без втрати продуктивності.
Актуальність переходу на роботу двигуна з меншою кількістю циліндрів пояснюється такими особливостями:
Посилення норм викидів забруднюючих речовин. Дедалі більше країн запроваджують суворі ліміти на шкідливі елементи, які потрапляють у атмосферу. Деактивація циліндрів дозволяє зменшити рівень CO_2 та інших забруднювачів.
Зниження залежності від викопного палива. Світ прагне переходу на безпечні види енергії. Технології, що сприяють економії пального, вважаються важливим кроком у цьому напрямі.
Підвищення вартості енергоносіїв. Зростання цін на бензин стимулює пошук способів зменшити витрати на експлуатацію.
Ринкова конкуренція. Виробники авто постійно шукають нових способів залучити покупців. Застосування технологій, що дозволяють зменшити витрати, є складовою успіху.
Розвиток електроніки. Нові автомобілі оснащені потужними електронними блоками керування двигунами. Це дозволяє застосовувати складні алгоритми, що дозволяють керувати відключенням циліндрів.
Удосконалення матеріалів. Нові пристрої та технології дозволяють створювати двигуни з меншою вагою та більшою міцністю.
Практика застосування пристрою відключення циліндрів має такі позитивні сторони:
При низькому навантаженні, наприклад, русі з постійною швидкістю, ДВЗ використовує лише частину потужності. Система відключає зайві циліндри, знижуючи кількість палива, що спалюється.
За рахунок роботи меншого числа циліндрів ДВЗ споживає менше пального. Як наслідок, кількість шкідливих речовин значно знижується.
Нові машини проектуються з урахуванням різної складності роботи. Відключення циліндрів дозволяє працювати в більш ефективних режимах при часткових навантаженнях та з поліпшенням загального ККД.
Відповідність стандартам у сфері екологічності. Норми Євро-6 чи аналогічні вимагають мінімізації викидів. Технологія відключення групи циліндрів допомагає виробникам двигунів відповідати стандартам.
Підвищення конкуренції. Для гібридів та авто з турбованими ДВЗ раціональне застосування ресурсів має вирішальне значення.

УДК 621.43;004.9

Електронне керування паливоподачею у двигунах

доц. Кухтик В.В., аспірант Кухтик А.В.

Сьогодні паливна економічність головних споживачів бензину – автомобільних ДВЗ – суттєво поліпшилася. Основним фактором зменшення витрати палива стало збільшення ступеню стискання, яке вимагало серйозних заходів щодо

запобігання небезпеки детонації, що виникала при цьому. Подальше підвищення паливної економічності автомобільних двигунів вимагає подолання ще значніших труднощів, зумовлених недосконалістю самого робочого циклу з поступовим характером вигорання робочої суміші у циліндрі двигуна.

Невичерпним резервом треба вважати оптимізацію програми дозування палива та її автоматичну адаптацію до випадкових і різких змін експлуатаційних режимів.

Встановлено, що найкраща паливна економічність при роботі бензинового двигуна залежить від складу горючої суміші. Максимальна потужність також досягається при конкретному потужнісному складі горючої суміші, що відрізняється від економічного складу. Забезпечення певного необхідного складу горючої суміші покладено на комп'ютерні підсистеми керування дозуванням палива.

Основні вимоги до таких підсистем наступні:

- Забезпечувати пускове збагачення суміші і підтримання підвищеної частоти обертання колінчастого вала при прогріві двигуна.
- На режимах холостого ходу прогрітого двигуна підсистема має дозувати паливо таким чином, аби склад горючої суміші відповідав мінімально можливій усталеній частоті обертання колінчастого вала при найменшій погодинній витраті палива та найнижчій токсичності відпрацьованих газів, а на режимах примусового холостого ходу припиняти подачу палива. По мірі прогріву двигуна склад горючої суміші необхідно поступово збіднювати. Такі функції мають виконуватися незалежно від кількості включених споживачів.
- Забезпечувати максимально ефективні показники роботи двигуна у всьому діапазоні швидкісних та навантажувальних режимів шляхом вибору оптимальних кутів випередження запалювання й подачі палива при мінімальному викиді токсичних речовин з відпрацьованими газами.

В цілому на основі реалізації сформульованих вимог підсистема повинна забезпечити оптимальне керування паливоподачею за заданою цільовою функцією, наприклад, мінімуму середньо-експлуатаційних витрат палива при накладених обмеженнях щодо токсичності викидів, надійності, динамічності транспортного засобу та інших.

Також система повинна відключати подачу палива в аварійному режимі (перевищення допустимої частоти обертання колінчастого вала) і здійснювати перехід на запасну (усереднену) програму у випадку виходу з ладу будь-якого з датчиків.

Вимоги до оптимізації паливоподачі на всіх експлуатаційних режимах повинні виконуватися узгоджено з дозуванням повітропостачання, бо керування робочим процесом двигуна змінюється за складом суміші.

УДК 621.43

Особливості процесу згорання зрідженого нафтового газу з різним компонентним складом

доц. Шуба Є.В., аспірант Летяк М.М.

Сучасні тенденції розвитку двигунів внутрішнього згорання спрямовані на підвищення їх енергетичної ефективності та зниження викидів шкідливих речовин в атмосферу. Одним із перспективних напрямків є використання газових палив. Важливою особливістю зрідженого нафтового газу є змінність його компонентного складу, а саме відношення пропану та бутану в паливі в залежності від пори року та температури навколишнього середовища. Зміна складу палива впливає безпосередньо на фізико-хімічні властивості та горіння паливо-повітряної суміші, зокрема на швидкість поширення полум'я, температури продуктів згорання, їх кількості та характер тепловиділення. Швидкість поширення полум'я є одним із ключових параметрів, що характеризує інтенсивність процесу згорання паливо-повітряної суміші і впливає на значення оптимального кута випередження запалювання, за якого двигун має найвищі ефективні показники. Для визначення закономірності зміни оптимального кута випередження запалювання в залежності від складу зрідженого нафтового газу необхідно дослідити його процес згорання. Одним із методів теоретичного дослідження процесу згорання різних палив є використання моделей, що описують хімічну кінетику горіння. Такі моделі детально описують хімічні реакції, які відбуваються при згоранні компонентів палива, з врахуванням швидкості їх протікання, і дозволяють визначити характеристики тепловиділення, час затримки згорання, продукти згорання, у тому числі забруднюючі речовини. На даний час різними науковими установами світу уже розроблені механізми хімічної кінетики горіння більшості компонентів палив і є доступними для використання в математичних моделях для вирішення різних науково-технічних задач. У доповіді наведено результати розрахункових досліджень процесу згорання зрідженого нафтового газу з різним компонентним складом в циліндрі двигуна з іскровим запалюванням. Математична модель розроблена за допомогою мови програмування Python з використанням вбудованих бібліотек, що описують механізми горіння різних палив. Отримані результати дозволяють розробити рекомендації щодо оптимального регулювання системи запалювання для поліпшення паливної економічності та екологічних показників двигунів за роботи на газовому паливі в умовах експлуатації.

УДК 621.43

Дослідження впливу виду палива на паливну економічність та екологічні показники автомобільного двигуна

проф. Добровольський О.С., доц. Шуба Є.В., аспірант Маринич О.О.

Однією з важливих проблем на автомобільному транспорті є розширення паливної бази. Вона обумовлена зменшенням запасів нафти, підвищенням цін на традиційне паливо та забрудненням навколишнього середовища відпрацьованими газами двигунів транспортних засобів. Для вирішення цієї

проблеми вчені у всьому світі ведуть дослідження по використанню альтернативних видів палива. До альтернативних належать палива ненафтового походження, зокрема, отримані з біомаси, синтетичні палива, газові палива отримані з газоконденсатних родовищ, а також суміші традиційних палив з іншими компонентами ненафтового походження. В Україні на автомобільному транспорті найбільшого поширення набуло використання зрідженого нафтового газу, основними компонентами якого є пропан і бутан і сумішеве паливо, що складається з традиційного бензину та добавок спиртовмісних сполук, зокрема біоетанолу. Разом з тим, при переході на використання цих палив необхідно врахувати велику кількість експлуатаційних факторів: технічну сумісність систем двигуна, зміну паливоекономічних та екологічних показників, економічну доцільність, пов'язану з вартістю такого палива. У доповіді наведено результати експериментальних досліджень паливної економічності та екологічних показників двигуна з іскровим запалюванням за роботи на традиційному бензині, спиртовмісному бензині з вмістом біоетанолу близько 40 % та зрідженому нафтовому газі.

УДК 621.43

Уточнення математичної моделі двигуна автомобіля як споживача палива в русі за режимами європейського їздового циклу

аспірант Домбровський О.Г.

Основними принципами державної політики України є зменшення негативного впливу на стан довкілля, економія паливно-енергетичних ресурсів та зменшення залежності України від їх імпорту. Відомо, що на автомобільний транспорт припадає близько 90% глобальних викидів CO_2. Одним з видів альтернативного палива з відновлюваних джерел енергії, які є доступними для використання в Україні, - біометан. Біометан на 98 – 99,8% складається з метану. За своїми фізико-хімічними властивостями він схожий на природний газ і може використовуватися, як паливо для двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ). Проте, біометан має деякі відмінності від природнього газу, що обумовлює доцільність дослідити його вплив на показники роботи двигунів автомобілів. З метою оцінки впливу виду палива, зокрема біометану, на енергетичні, екологічні показники та паливну економічність роботи двигуна була розроблена та затверджена програма стендових випробувань автомобіля Volkswagen Polo 1,6 MPI та методика визначення впливу палива. Одним зі способів визначення паливної економічності ДВЗ та його відповідності екологічним нормам є дослідження цих показників за допомогою їздових циклів. Враховуючи те, що в Україні для оцінки відповідності автомобільного транспорту екологічним нормам, є екологічні стандарти ЄС, було обрано новий європейський їздовий цикл (NDEC) типу I Правил ООН № 83. Їздовий цикл -це залежність умовної швидкості автомобіля від часу. Європейський їздовий цикл складається з двох частин: міського та заміського режимів руху автомобіля, які включають в себе етапи прискорення, сповільнення, руху автомобіля за сталої швидкості та роботи двигуна в режимі холостому ходу. Для оцінки двигуна, як споживача палива, повітря та джерела забруднюючих речовин з урахуванням

реальних умовах експлуатації необхідно використовувати математичну модель цього двигуна. При уточненні математичної моделі руху автомобіля в режимах їздового циклу за основу взята математична модель, яка розроблена на кафедрі Двигунів і теплотехніки. Математична модель включає диференціальні та алгебраїчні рівняння руху автомобіля на всіх етапах їздового циклу. Вхідними даними для розрахунку математичної моделі є поліноміальні залежності показників роботи двигуна, які отримано за факторним експериментом, для цього визначені навантажувальні характеристики двигуна та характеристики активного та примусового холостого ходу. За результатами стендових випробувань автомобіля за його роботи на бензині встановлено, що автомобіль є технічно справним та відповідає заявленим виробником характеристикам та екологічним нормам Евро 5, уточнено математичну модель двигуна, як джерела механічної енергії як споживача палива та забруднювача навколишнього середовища.

Підсекція автомобілів

УДК 629.113

До аналізу впливу тягово-швидкісних властивостей автопоїздів на вибір раціональних місць розміщення зон паркування та відпочинку для комерційного транспорту

проф. Сахно В.П., доц. Добровольський О.С., ст. викл. Катрушенко Н.А.

Якісна, надійна, своєчасна та безпечна робота вантажного транспорту забезпечується, крім ряду інших факторів, зокрема і наявністю відповідних елементів транспортної інфраструктури.

За даними Державної служби України з безпеки на транспорті кількість вантажних транспортних засобів, що використовуються ліцензіатами як засоби провадження господарської діяльності, станом на 31.12.2025 року в Україні становить 110 856. Левова частка зазначених транспортних засобів задіяна при наданні послуг саме з міжнародних перевезень.

Обов’язковою умовою при виконанні перевезень вантажів у міжнародному автомобільному сполученні є дотримання вимог щодо режиму роботи і відпочинку водіями, що керують транспортними засобами, повна маса яких становить понад 3,5 тони. Відповідно існує потреба в наявності місць для паркування транспортних засобів та відпочинку водіїв на період перерв, щоденних/ щотижневих періодів відпочинку.

В умовах невідповідності кількості наявних зон паркування та відпочинку для комерційного транспорту потребам ринку постає питання в обґрунтуванні раціонального розміщення зазначеного елемента інфраструктури.

Планування місць розміщення зон паркування та відпочинку для комерційного транспорту необхідно виконувати з урахуванням вимог дотримання водіями режиму роботи та відпочинку. Проте для об’єктивного аналізу середовища, в якому буде прийматись рішення щодо доцільності створення зони паркування та відпочинку на відрізку автомобільної дороги, існує потреба у врахуванні

експлуатаційних характеристик автопоїздів, які працюють на ринку міжнародних перевезень вантажів.

За нормованої роботи водіїв автопоїздів для визначення зон відпочину на заданому маршруті можна прийняти шлях, що проходить автопоїзд за певний проміжок часу. Цей шлях визначається тягово-швидкісними властивостями автопоїздів. Для розрахунку прийняті тягачі марок Volvo, MAN, DAF, Renault, Iveco. За результатами розрахунку встановлено, що середня швидкість руху автопоїздів, що розглядаються, змінюється в межах ±12%, тобто розміщення зон відпочинку буде сприйнятим для усіх розглянутих автопоїздів.

УДК 629.113

До визначення маневреності триланкових автопоїздів типу B-triple з керованими осями возиків напівпричепів

проф. Сахно В.П., аспірант Паламарчук О.В.

З метою підвищення ефективності автоперевезень, скорочення витрати палива та токсичності відпрацьованих газів, на одиницю вантажу, що перевозиться, раціональним є збільшення маси і довжини АТЗ, особливо автопоїздів-контейнеровозів. Серед триланкових автопоїздів перспективними можуть стати 35-метрові автопоїзди з двома причепами або напівпричепами, здатними перевозити три контейнери.

На сьогодні у конструкціях багатоланкових автопоїздів використовують, як правило, дві основні компонувальні схеми – причіпні (автомобіль + *n* причепів) і напівпричіпні (автомобіль-тягач + *n* напівпричепів). При цьому проведені раніше дослідження стосуються, як правило, автопоїздів як з некерованими, так і керованими ланками, поворот яких здійснюється динамічним способом управління шляхом гальмування коліс одного борту, що значно ускладнює їх конструкцію. Разом з тим за кінематичного способу управління (поворотом керованих осей напівпричепів за подвійного приводу управління) можна досягти значного поліпшення маневреності автопоїзда і можливості його експлуатації по всій мережі автомобільних доріг, які допускають навантаження на вісь автомобіля і причепа до 10 т. Це обумовило проведення такого дослідження.

Як показали проведені раніше дослідження, на попередньому етапі визначення показників маневреності автопоїздів можна використовувати кінематичні моделі (при цьому похибка у визначенні показників маневреності за кінематичною і динамічною моделлю не перевищує 12%). Така модель базується на визначенні кутів складання ланок автопоїзда і передаточних відношень приводу управління возиком напівпричепа, у якості якого прийнятий подвійний привод управління. Для такого приводу кут повороту керованої осі возика визначається у функції попереднього (прямий керуючий зв'язок) і послідуючого (зворотній керуючий зв'язок) кутів складання автопоїзда. Так, при вході в поворот при незначних відмінностях у кутах складання ланок автопоїзда кути повороту керованих осей набувають від'ємного значення, тобто керовані осі возиків напівпричепів повертаються в сторону протилежну напрямку повороту, зменшуючи тим самим габаритну смугу руху. Не зважаючи

на те, що габаритна смуга руху автопоїзда з керованими напівпричепами зменшилася майже на 2 м, проте такий автопоїзд не задовольняє вимогам DIRECTIVE 2002/7/EC щодо маневреності. Пошук шляхів поліпшення маневреності триланкових автопоїздів слід шукати у конструкціях триланкових причіпних автопоїздів.

УДК 629.423

Поліпшення тягово-швидкісних властивостей електробусів в контексті екосистеми майбутнього

аспірант Бугера Е.В.

У контексті формування екосистеми сталого розвитку міського середовища транспортний сектор відіграє системоутворюючу роль, визначаючи рівень енергоспоживання, екологічного навантаження та ефективності використання ресурсів. Електробуси як складова сучасної урбаністичної мобільності розглядаються не лише як засіб перевезення, а як елемент інтегрованої енергетично-транспортної системи.

Одним із перспективних напрямків підвищення динамічних характеристик є інтеграція суперконденсаторів у структуру тягового електроприводу. Суперконденсатори характеризуються високою питомою потужністю та здатністю до швидкого прийому і віддачі енергії, що дозволяє ефективно використовувати їх у режимах підвищених навантажень, які виникають при розгоні. У процесі розгону суперконденсатор може забезпечувати додаткову потужність, зменшуючи навантаження на основну тягову батарею та підвищуючи прискорення транспортного засобу. Крім того, при рекуперативному гальмуванні частина кінетичної енергії ефективно накопичується у суперконденсаторі, що особливо актуально в умовах частих зупинок у міському циклі. Це дозволяє зменшити втрати енергії та підвищити загальний коефіцієнт корисної дії системи тягового електроприводу.

Запропонована концепція передбачає універсальну інтеграцію суперконденсаторного модуля у різні типи міського електротранспорту, включаючи електробуси та тролейбуси, без суттєвої зміни їх базової конструкції, а також дозволяє підвищити середнє прискорення на ділянці розгону 0–50 км/год, скоротити пікові навантаження на акумуляторні батареї та підвищити їх ресурс.

УДК 629.113

Перспективи використання електроприводу причіпної ланки активного автопоїзда

проф. Поляков В.М., студент Гордієнко О.С.

Активні автопоїзди відрізняються наявністю активної причіпної ланки. Активна причіпна ланка – причіпна ланка, що має ведучі колеса і може ставати додатковою тягою для автомобіля-тягача. Завдяки цьому активні автопоїзди мають вищу прохідність, кращу маневреність. Своє основне використання вони знайшли у якості автопоїздів підвищеної прохідності в регіонах з нерозвинутою

дорожньою інфраструктурою, в сільському і лісовому господарстві, а також в армії.

З метою передачі крутного моменту на ведучі колеса активної причіпної ланки зазвичай використовується один з таких типів приводу: механічний, гідравлічний, електричний з класичною схемою. Кожен з названих типів приводу має свої специфічні переваги та недоліки. Наприклад, механічний привід має відносно високий ККД, але при цьому і доволі складну конструкцію з обмеженням по можливій довжині автопоїзда. Гідравлічний привід дозволяє передавати більшу потужність на одиницю своєї маси, але має відносно малий ККД. Електричний привід з класичною схемою достатньо простий за конструкцію, але має відносно високу вартість. Проте основним недоліком, який мають всі названі приводи, є необхідність використання потужності двигуна автомобіля-тягача, що визначає підвищену витрату палива під час експлуатації активного автопоїзда та ставить під питання економічну доцільність використання активного автопоїзда в не екстремальних умовах.

Проте сучасний розвиток технологій дозволяє подивитись на ідею реалізації приводу ведучих коліс активної причіпної ланки автопоїзда під іншим кутом. Так, компанією ZF було розроблено проект електрифікованого напівпричепа. На відміну від класичної схеми реалізації електричного приводу причіпної ланки, що потребує використання електрогенератора, який приводиться в дію від двигуна тягача автопоїзда, в схемі ZF TrailTrax електроенергія виробляється за допомогою рекуперації під час гальмування автопоїзда і накопичується в високовольтних акумуляторних модулях з метою використання її для приведення в дію електродвигуна чи електродвигунів електрифікованої вісі в моменти, коли це необхідно, як, наприклад, при рушанні з місця чи подоланні затяжних підйомів.

Використання такої схеми електричного приводу активної причіпної ланки автопоїзда дозволяє значно покращити його експлуатаційні властивості. А саме покращуються гальмівні властивості за рахунок рекуперативного гальмування, зменшується витрата палива, зменшується час розгону та покращується екологічні якості автопоїзда.

Подальші роботи будуть спрямовані на створення схеми компонування описаного електричного приводу електрифікованої активної причіпної ланки для використання на реальному вантажному сідельному автопоїзді.

УДК 629.113

Перспективи використання динамічного способу повороту причіпною ланкою автопоїзда

проф. Поляков В.М., студент Гусар В.В.

Одним із перспективних напрямів підвищення маневреності є використання динамічного способу повороту причіпної ланки, який передбачає цілеспрямоване використання сил інерції, реакцій у зчіпному пристрої та керованого перерозподілу тягових та гальмівних сил між ланками автопоїзда. Суть методу полягає у створенні додаткового обертального моменту відносно вертикальної осі причепа за рахунок регулювання режимів руху, що дозволяє

зменшити радіус повороту та забезпечити більш точне слідування причіпної ланки траєкторії тягача.
Реалізація динамічного способу повороту може здійснюватися шляхом керованого гальмування коліс причепа, використання активних або підкермовуваних осей, а також застосування електричних або гідравлічних приводів, що забезпечують формування необхідних коригуючих моментів. У результаті зменшується бічне зміщення причепа, знижується знос шин та елементів підвіски, а також підвищується безпека руху, особливо під час маневрування на малих швидкостях.
Оптимізація параметрів повороту з урахуванням швидкості руху, масових характеристик та геометричних параметрів автопоїзда дає можливість зменшити навантаження на зчіпний пристрій і підвищити загальну ефективність використання транспортного засобу.
Експериментальні дослідження показують, що застосування динамічного способу повороту дозволяє зменшити габаритний радіус повороту на 5–15 % залежно від конструктивних параметрів автопоїзда та дорожніх умов. Крім того, підвищується кутова стійкість, зменшується бокове відведення причепа та ризик заносу при русі на слизькому покритті.
Раціональне керування динамікою автопоїзда дозволяє уникнути надмірних втрат енергії при маневруванні, зменшити інтенсивність зношування шин та елементів підвіски, а також підвищити загальну безпеку експлуатації транспортного засобу. В умовах міського циклу руху це сприяє зниженню експлуатаційних витрат і покращенню екологічних показників.
Його впровадження дозволяє підвищити маневреність, безпеку та експлуатаційну ефективність автопоїздів без суттєвого ускладнення їх конструкції, що є особливо важливим для сучасних транспортних систем.

УДК 629.113

Покращення гальмівних властивостей вантажного автомобіля

проф. Поляков В.М., студент Бездєтний Р.О.

Безпека руху автотранспортних засобів (АТЗ) з високими швидкостями значною мірою визначається ефективністю роботи та надійністю гальм. Чим ефективніша робота гальм, тим вища безпечна швидкість, яку може допустити водій, і тим вища швидкість руху автомобіля на всьому маршруті. Гальмування необхідно не тільки для швидкої зупинки автомобіля при раптовій появі перешкод, але і як засіб керування швидкістю його руху.
Структура системи гальмівного керування автотранспортних засобів та вимоги до неї обумовлені нормативними документами. Одним з основних документів щодо перевірки та контролю систем безпеки автомобіля є ДСТУ 3649-2010 «Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання». Цей стандарт установлює експлуатаційні вимоги та методи контролю технічного стану АТЗ та їхніх складових елементів в частині, що стосується безпеки руху. Вимоги цього стандарту є обов'язковими для громадян та підприємств, установ і організацій, що діють на території України незалежно від форм власності та видів діяльності.

Гальмівне управління АТЗ має складатися з чотирьох систем: робочої, запасної, стоянкової та допоміжної. Системи можуть мати загальні елементи, але не менше двох незалежних органів керування. Кожна з цих систем включає гальмівні механізми, що забезпечують створення опору руху АТЗ і гальмівний привід, необхідний для управління гальмівними механізмами.

В останні роки намітилася тенденція використання дискових гальмівних механізмів на передніх колесах вантажних АТЗ, оскільки цей механізм має багато переваг: високу надійність, великий коефіцієнт гальмівної ефективності, хорошу стабільність.

У роботі пропонується проект АТЗ з дисковими гальмівними механізмами на передній осі автомобіля-тягача та встановленням АБС у пневмоприводі, що покращить гальмівні властивості. Застосування дискових гальмівних механізмів також дозволяє знизити масу елементів гальмівної системи. При такому компонуванні можна знизити масу автомобіля приблизно на 10%, трудомісткість виготовлення на 13%, собівартість на 6%, при одночасному покращенні стійкості та керованості, забезпеченні оптимального використання об'ємів автомобіля.

УДК 629.113

Експериментальні дослідження динаміки руху автомобіля та його витрати палива під час долання штучних дорожніх нерівностей

проф. Сахно В.П., доц. Разбойніков О.О., аспірант Трохимченко В.М., завідувач сектору ризик-менеджменту ВУЯ ДП ДержавтотрансНДІпроект Єнакієва В.В.

Проведено експериментальні дослідження динаміки руху автомобіля та його витрати палива під час долання штучних дорожніх нерівностей. На досліджуваний автомобіль було встановлено вимірювальний комплекс, який складався з: об’ємного витратоміра палива ONO SOKKI DF-311 (діапазон вимірювань від 0,3 до 120 л/год ±0,5% від виміряного значення) із датчиком ONO SOKKI FP-214 (країна виробник – Японія, Ono Sokki Co, Ltd); дистанційного вимірювача швидкості та пройденого шляху Radarex 4041-PPL з реєструючим пристроєм РП-001, що виготовлено у Франції та доопрацьовано в лабораторії ДП «ДержавтотрансНДІпроект»; датчик MPU6050, який являє собою модуль, що складається з 3-х осьового гіроскопа, 3-х осьового акселерометра і температурного сенсора в одному корпусі та мікроконтролер Arduino. Проведені експериментальні дослідження умовно можна розділити на кілька етапів. Етап 1 - долання штучної дорожньої нерівності типу I без зупинки автомобіля. Етап 2 - долання штучної дорожньої нерівності типу I із повною зупинкою автомобіля. Етап 3 - долання штучної дорожньої нерівності типу II без зупинки автомобіля. Етап 4 - долання штучної дорожньої нерівності типу II із повною зупинкою автомобіля. Проведений порівняльний аналіз витрати палива при доланні нерівностей типу I та типу II із зупинкою та подальшим рухом свідчить, що під час долання нерівності типу II витрата палива збільшилась майже на 4 % у порівнянні з витратою палива при доланні нерівності типу I. Результати експериментальних досліджень свідчать про

високий рівень співпадіння теоретичних та експериментальних відомостей, щодо характеру вертикальних коливань підресорених та непідресорених мас автомобіля під час долання штучної дорожньої нерівності на швидкості 45 км/год. Зазначене свідчить про адекватність використаної математичної моделі та достовірність отриманих на ній теоретичних відомостей.

УДК 629.113

Вплив конструктивних та експлуатаційних параметрів на запас ходу та енергоефективність електромобілів

доц. Разбойніков О.О., аспірант Дудко А.Ю.

На основі проведених досліджень виявлено вплив конструктивних та експлуатаційних параметрів на запас ходу та енергоефективність електромобілів: повна маса електромобіля (чим більша маса тим більші витрати енергії на її прискорення та переміщення); коефіцієнт аеродинамічного опору (чим менший коефіцієнт аеродинамічного опору тим менші витрати енергії при русі на високих швидкостях); ємність батареї (чим більша батарея, тим потенційно більший запас ходу); енергоефективність приводу (чим вищий коефіцієнт корисної дії двигуна і трансмісії тим менші витрати енергії під час руху); конструктивні та експлуатаційні параметри шин (розміри, конструкція, швидкість руху, тиск в шинах суттєво впливають на сили опору кочення автомобільних коліс); опалення/кондиціонування (значно впливають на запас ходу через використання додаткової енергії для клімат-контролю); стиль водіння (більш агресивне прискорення та вища швидкість сприяє більшому енергоспоживанню).

УДК 629.113

Вплив підвіски на безпеку руху автомобіля

доц. Разбойніков О.О., аспірант Мишалов Є.В.

Безпека руху напряму залежить від експлуатаційних властивостей автомобіля таких як керованість, маневреність, стійкість динамічність тощо. Експлуатаційні властивості автомобіля формуються сукупністю його конструктивних параметрів (маса, колісна база, положення центру мас, жорсткість і демпфування підвіски, характеристики шин, ефективність гальмівної системи тощо), технічного стану вузлів, режимів руху та дорожньо-кліматичних умов. Зміна будь-якого з цих факторів безпосередньо відображається на рівні активної безпеки. Підвіска автомобіля є одним із основних конструктивних елементів автомобіля, що формують його динамічну поведінку. Демпферні характеристики амортизаторів, жорсткість пружних елементів та кінематичні параметри напрямного пристрою підвіски впливають на швидкість затухання коливань кузова, величину крену та стабільність контакту шин з дорожнім покривом. Обмеження по зчепленню шин накладає фізичну межу на можливості маневрування та гальмування незалежно від інших конструктивних параметрів. Тож конструктивні параметри підвіски (жорсткість пружних елементів, коефіцієнти демпфування, кінематика напрямного пристрою, положення центру крену тощо) визначають амплітуду

коливань підресорених та непідресорених мас автомобіля, зміну кутів встановлення коліс та їх здатність зберігати оптимальну пляму контакту з дорогою, що дає можливість реалізувати його прискорення, зміну траєкторії чи гальмування, слідуючи бажанням та діям водія.

УДК 629.113

Аналіз типів рушіїв та способів повороту всюдиходів

доц. Разбойніков О.О., студент Мякота Я.Ю.

Проведемо аналіз типів рушіїв та способів здійснення повороту в транспортних засобах підвищеної прохідності. На даний час відомо про застосування транспортних засобів з наступними типами рушіїв: колісні, як приклад всюдихід Sherp N1200; гусеничні, як приклад Bandvagn 206; шнеко-роторні, як приклад Armstead Snow Motor «Fordson Snow Devil»; аероподушки, як приклад LCAC – 53. За способом здійснення повороту транспортні засоби можна розподілити на наступні групи: зміною кутів між площинами обертання коліс і поздовжньою віссю машини за допомогою повороту керованих коліс; зміною цих же кутів шляхом повороту однієї частини машини щодо іншої (зчленовані машини або машини з шарнірно-зчленованою рамою); зміною швидкостей обертання рушіїв лівої і правої сторін машини; комбінованою зміною кутів та швидкосте між рушіями; зміною напрямку потоку тягових засобів (повітряний гвинт). Варто підкреслити, що транспортні засоби з колісним рушієм можуть здійснювати поворот усіма вище зазначеними способами крім зміни напрямку потоку тягового засобу. Транспортні засоби з гусеничним та шнеко-роторним рушієм найчастіше застосовують спосіб повороту зміною швидкостей обертання рушіїв лівої і правої сторін машини. Здійснення повороту транспортного засобу з рушієм типу аероподушки забезпечується зміною напрямку потоку тягового засобу. Тож комбінація типу способу здійснення повороту та типу рушія залежить від умов цільового застосування транспортного засобу.

УДК 629.113

Стендові випробування шин колісних транспортних засобів

доц. Разбойніков О.О., студент Левицький М.Ю.

Стендові випробування - один з невід'ємних етапів вивчення шини та її властивостей. Тільки тут можна отримати точні дані, наприклад, про температуру окремо взятого ділянки шини конкретного типорозміру при певній швидкості, навантаження і тиску. Традиційні стенди призначені для динамічних випробувань пневматичних шин і забезпечує визначення в лабораторних умовах терміну служби шини, залежність його від швидкості руху динамічного радіуса шини та шляхи пройденого шиною до руйнування. Дорожні випробування цих даних не дадуть. Це не швидкий, виснажливий і монотонний, але дуже важливий процес. На випробувальних стендах перевіряється конструктивна міцність шин, якість гумових сумішей, однорідність, жорсткісні і геометричні характеристики шин і багато іншого. З представлених методів випробувань можливо, що в залежності від типу

перевіреній шини потрібно тільки деякі з них. Випробування шин на стендах проводяться для визначення геометричних параметрів (радіусів: вільного, статичного, динамічного й кочення, площі контакту з опорною поверхнею по виступах малюнка протектора, по контуру відбитка), силових параметрів (характеристик пружності й демпфірування при навантаженні, нормальною, бічною і окружною силами, характеристик бічного відведення, зчіпних властивостей, довговічності по зношуванню протектора й розшаруванню каркаса), а також характеристик, що визначають взаємодію шин з опорною поверхнею.

УДК 629.113

Можливості використання радіокерованих моделей автомобіля в якості їх фізичних моделей при дослідженні динаміки руху

доц. Разбойніков О.О., студент Цюман С.М.

Експериментальні дослідження на фізичних моделях мають певні переваги в порівнянні з експериментальними дослідженнями на натурних об’єктах, або стендах. Радіокеровані моделі автомобіля використовуються у відповідних спортивних змаганнях де всебічно відбувається удосконалення їх конструкції та налаштування параметрів роботи. Для визначення можливості використання радіокерованих моделей автомобіля в якості фізичних моделей при дослідженні динаміки руху автомобіля проведено аналіз конструкції популярної радіокерованої моделі автомобіля «Schumacher Vibe TC». Радіокерована модель автомобіля «Schumacher Vibe TC» виконана у масштабі 1:10, а її конструкція відтворює основні конструктивні особливості реального автомобіля, зокрема ті, що відповідають за його динаміку руху. Шасі такої моделі включає незалежні підвіски передніх та задніх коліс, амортизатори та стабілізатори поперечної стійкості, еластичні шини, повний привід, диференціали тощо. Варто підкреслити, що напрямні пристрої підвісок радіокерованої моделі автомобіля «Schumacher Vibe TC». мають можливість регулювання кутів розвалу та сходження, повздовжнього та поперечного кутів нахилу осей повороту керованих коліс тощо. Зазначене дає можливість використовувати подібні до «Schumacher Vibe TC» радіокеровані моделі автомобіля в якості фізичних моделей, зокрема при досліджені впливу зміни конструктивних параметрів підвіски автомобіля на його динаміку руху.

***УДК* 629.113**

Варіативність конструкції трансмісії електричного колісного комерційного транспорту

аспірант Шавелашвілі К.В.

Сучасні тенденції декарбонізації транспортного сектору зумовлюють активне впровадження електричних транспортних засобів, що супроводжується стрімким зростанням виробництва силових акумуляторних батарей. Водночас, масштабування зазначених технологій актуалізує низку екологічних і ресурсних викликів, пов’язаних із видобутком критично важливих матеріалів та обмеженими можливостями їх вторинної переробки. У сегменті вантажного

транспорту ці проблеми набувають особливої значущості через необхідність використання батарей великої ємності, що впливає на техніко-експлуатаційні характеристики транспортних засобів.
Метою дослідження є системне оцінювання проблем виробництва та утилізації силових батарей і визначення потенціалу водневих енергетичних технологій як альтернативного напряму розвитку вантажного транспорту. Для досягнення поставленої мети вирішуються такі завдання: аналіз ресурсних та екологічних аспектів виробництва акумуляторів; оцінка ефективності їх утилізації; порівняння акумуляторних і водневих енергетичних систем.
Встановлено, що виробництво літій-іонних акумуляторів характеризується високою матеріало- та енергоємністю, а також значною залежністю від обмежених природних ресурсів, таких як літій, кобальт і нікель. Процеси їх видобутку супроводжуються деградацією екосистем і значними викидами парникових газів. Аналіз існуючих підходів до утилізації відпрацьованих батарей свідчить про їх недостатню ефективність, що зумовлено технологічною складністю процесів переробки, економічними обмеженнями та нерозвиненістю відповідної інфраструктури.
Досліджено, що використання акумуляторних систем у вантажному транспорті призводить до суттєвого збільшення маси транспортних засобів, що негативно впливає на їх енергоефективність і вантажопідйомність.
Установлено, що застосування водневих паливних елементів дозволяє зменшити потребу у великогабаритних акумуляторних батареях, забезпечуючи при цьому більший запас ходу та скорочення часу відновлення енергетичних ресурсів. За умов використання «зеленого» водню досягається зниження сумарного екологічного впливу транспортної системи.
За результатами дослідження зроблено висновок, що проблеми виробництва та утилізації силових акумуляторних батарей є суттєвим обмеженням сталого розвитку електричного вантажного транспорту. Водневі енергетичні технології розглядаються як перспективна альтернатива, що дозволяє підвищити ефективність транспортних систем і знизити екологічні ризики. Подальші дослідження мають бути спрямовані на вдосконалення технологій отримання водню з відновлюваних джерел енергії, розвиток інфраструктури його зберігання та транспортування, а також інтеграцію водневих рішень у існуючі транспортні системи.

УДК 629.113

Експериментальні дослідження показників експлуатаційних властивостей легкого комерційного автомобіля

доц. Корпач О.А., аспірант Трубенок А.А.

Теоретичне обґрунтування способів поліпшення показників експлуатаційних властивостей легких комерційних автомобілів (LCV) базується на методах математичного моделювання. Проте при розробці імітаційних моделей неминуче приймається низка припущень, зокрема щодо характеру протікання швидкісної зовнішньої характеристики двигуна, постійності ККД трансмісії та використання усереднених значень коефіцієнтів аеродинамічного опору й

опору кочення. Враховуючи, що аеродинамічні та вагові параметри різних модифікацій LCV можуть суттєво відрізнятися, це вносить певну невизначеність у результати аналітичних досліджень.
Для зниження впливу цих неточностей та перевірки адекватності розробленої математичної моделі було проведено комплекс дорожніх випробувань. У ході досліджень за розробленою програмою було визначено показники тягово-швидкісних властивостей та паливної економічності легкого комерційного автомобіля Volkswagen Caddy у різних режимах руху. Порівняльний аналіз експериментальних даних з теоретичними, отриманими за результатами розрахунків на математичній моделі, дозволив оцінити похибку моделювання та підтвердити достовірність результатів дослідження.

УДК 629.113

Вибір та обґрунтування параметрів гібридної силової установки легкового автомобіля

доц. Корпач О.А., студент Повх Я.С.

Сучасні тенденції розвитку автомобілебудування характеризуються стрімкою електрифікацією транспорту, де гібридні автомобілі (HEV та PHEV) відіграють роль ключової перехідної ланки між автомобілями з двигунами внутрішнього згоряння та електромобілями. Згідно з аналітичними даними, частка гібридів на європейському ринку вже досягла 30,9%, що підтверджує актуальність дослідження.
Для поліпшення показників експлуатаційних властивостей легкового автомобіля доцільно застосовувати паралельну схему гібридної силової установки з інтеграцією електродвигуна в трансмісію. Такий підхід дозволяє гнучко керувати енергетичними потоками, забезпечуючи спільну роботу двигуна внутрішнього згоряння та електродвигуна. Обґрунтування параметрів силової установки має враховувати обмеження за крутним моментом для збереження довговічності трансмісії.
Використання гібридної силової установки призводить до суттєвого поліпшення показників тягово-швидкісних властивостей автомобіля, забезпечуючи вищу інтенсивність розгону автомобіля. Завдяки високому крутному моменту електродвигуна, який доступний з мінімальних кутових швидкостей обертання, досягається краща прийомистість та розширюється робочий діапазон швидкостей.
Отже, вибір раціональних параметрів гібридної силової установки та їх обґрунтування з урахуванням конструктивних обмежень стають основою для створення енергоефективного автомобіля з поліпшеними показниками експлуатаційних властивостей.

УДК 629.113

Системний підхід до вибору та обґрунтування параметрів гібридної силової установки автомобілів категорії N1

аспірант Кондратюк М.А.

В умовах стрімкого росту цін на пальне, посилення екологічних вимог, росту попиту легкого комерційного транспорту (категорія N1) питання підвищення ефективності їх силових установок набуває критичного значення. Згідно з дослідженнями, такі автомобілі понад 75% робочого часу функціонують у міському режимі, де традиційні двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ) мають найнижчий ККД. Впровадження гібридних силових установок (ГСУ) для цього класу є найбільш оптимальним рішенням для зниження сукупної вартості володіння та екологічного навантаження.

Мета дослідження - обґрунтувати параметри ГСУ автомобіля категорії N1 для поліпшення його транспортної продуктивності, спираючись на емпіричні дані реальних експлуатаційних маршрутів.

Емпірична база та параметричний синтез. На попередньому етапі було проведено дорожні випробування автомобіля Mercedes-Benz Sprinter 208 CDI на типовому маршруті доставки в місті Києві. Аналіз даних з бортового комп'ютера показав, що 35% шляху долається накатом, що підтверджує величезний потенціал для рекуперації кінетичної енергії. Використовуючи системні методи обґрунтування, було проведено морфологічний аналіз множини з понад 90 млн. можливих варіантів компонування. Найбільш раціональною визнана архітектура HEV з паралельним підключенням електродвигуна. Визначено оптимальні параметри інтегрованої системи. Електродвигун: потужність 35 кВт, що становить близько 33% від потужності базового ДВЗ (105 кВт). Тягова батарея: тип LiFePO4 ємністю 6,5 кВт год, здатна акумулювати енергію кількох інтенсивних гальмувань поспіль. Загальна маса додаткового обладнання (батарея, двигун, інвертор) складає близько 135–140 кг, що мінімально (менше 8%) впливає на корисну вантажопідйомність автомобіля, дозволяючи при цьому досягти до 20% економії пального.

Напрямки подальших досліджень. Зібрані розширені дані з допомогою OBDII-сканера ляжуть в основу розробки комплексної математичної моделі поздовжньої динаміки автомобіля категорії N1. На відміну від стандартизованих їздових циклів (NEDC, FTP75), в модель будуть інтегровані реальні телеметричні дані (GPS-швидкість, координати, нахил дороги, прискорення та G-перевантаження та інші). Це дозволить з високою точністю розрахувати сумарну силу опору руху, оптимізувати алгоритми системи керування ГСУ (зокрема, розподіл крутних моментів) та уточнити не тільки обрану ємність батареї, а й визначити найточніший розподіл потужності між ДВЗ та тяговим двигуном для максимального використання рекуперативного гальмування на реальному рельєфі.

УДК 629.113/.115; 534.836.2; 534.286; 534.322.3.699.84

Шумопоглинальний екран двосторонньої дії як захист від транспортного шуму

доц. Федоров В.В., доц. Корпач О.А., доц. Ященко Д.М., доц. Босенко В.М.

В сучасному ритмі життя досить часто автомобіль розглядається не як окремий об'єкт, а як частина одного цілого під назвою транспортний потік. Останній буває різноманітним. Ця різноманітність залежить від наступних основних факторів: складу (наявність у процентному співвідношенні автомобілів різних типів) та швидкості переміщення складових транспортного потоку. У даному випадку розглядається автомобільний транспортний потік. Він, з екологічної точки зору, має певні недоліки. Це перш за все – забруднення довкілля відпрацьованими газами двигунів та продуктами зношення шин, а також шумове забруднення, якому приділяємо увагу. Одним із способів зниження рівня транспортного шуму є використання шумозахисних споруд. Дані споруди бувають багатьох видів залежно від габаритних розмірів, матеріалу, акустичних властивостей тощо. Шумозахисні споруди, як правило, споруджують вздовж автомобільних доріг. В окремих випадках, для більш ефективного захисту не лише сельбищних територій, а й водіїв автомобілів, шумозахисні споруди монтують посередині трас, між протилежними напрямками руху автомобілів. Такі споруди, очевидно повинні бути однаково акустично ефективні з обох сторін. Також обов'язкова умова до них – вони мають бути тонкими, тобто це вже шумопоглинальні екрани. Розроблено шумопоглинальний екран двосторонньої дії. Він містить коробку, що встановлена і закріплена на фундаменті. В коробці з двох боків розміщені стінки у вигляді пустотілих пірамід, наприклад чотирьохгранних, направлених зрізаними вершинами всередину екрана. Піраміди є горловинами резонаторних звукопоглиначів, а зазор між стінками – спільною порожниною резонаторів. При цьому горловини протилежних стінок зсунуті одна відносно другої по обох взаємноперпендикулярних осях на половину кроку між горловинами. Внутрішні поверхні горловин покриті звукопоглинальним матеріалом, наприклад листовим склом. Нижні частини порожнини закриті з двох боків жорсткими (звукоізолюючими) кришками, наприклад листовою сталлю товщиною в декілька міліметрів. Звукові хвилі попадають на стінки резонаторних горловин. Кут пірамідальної горловини виконаний таким, що звукові хвилі, відбиваючись від стінки, не повертаються назад, а продовжують рухатися вглиб екрану і попадають в зазор між стінками. Звукова енергія гаситься за рахунок наступних факторів. По-перше, резонансне коливання об'єму повітря між горловинами. З-за форми щілини і наявності отворів з протилежного боку це буде не «чистий» резонатор. Коливання тут будуть значно складнішими. Але резонансні коливання в об'ємі зазору будуть, і певна частина звукової енергії буде поглинатися завдяки саме резонансним коливанням об'єму повітря між стінками. По-друге, звукові хвилі під час чисельних падінь на покриття горловин будуть поглинатися звукопоглинальним матеріалом – листовим склом. По-третє, в даному випадку присутній так званий ефект акустичного клину: «заманювання» звуку

всередину поглинача завдяки специфічній будові горловин резонаторних звукопоглиначів. Даний ефект особливо сильно проявляється в області високих частот і помітний в області середніх частот. І по-четверте, попередні три ефекти звукопоглинання однаково діють з обох сторін розробленого шумопоглинального екрану. Використання шумопоглинального екрану двосторонньої дії як захисника від транспортного шуму дасть високий економічний та моральний результати.

УДК 534.836.2; 534.286; 621.43.065

Поліпшення маскувальних властивостей бронеавтомобіля «Inguar-3» розробленим концентричним резонатором подвійної дії

доц. Федоров В.В., проф. Філіпова Г.А., доц. Яновський В.В.

Для військової техніки маскування – це мистецтво, яке коротко звучить як «не виявив – не вразив», тобто мистецтво виживання в прямому сенсі. Демаскувальних факторів для військової техніки чимало. Основними з них є візуальні та акустичні. Останні – це зовнішній шум, кількісним показником якого є рівень зовнішнього шуму, що вимірюється в децибелах. Броньовані автомобілі мають ряд потужних джерел шуму: двигун, трансмісія, колеса тощо. Оскільки двигун є досить складною як механічною, так і акустичною системою, шум двигуна у свою чергу має декілька окремих джерел: шум систем впуску та шум випуску (шум відпрацьованих газів), шум поверхні, шум вентилятора. Крім того, внаслідок передачі корпусу бронеавтомобіля вібрації від двигуна виникає структурний шум корпусу. Шум відпрацьованих газів двигуна є максимальною складовою у загальному зовнішньому шумі автомобіля за умови руху зі швидкістю до 120 км/год. Для зменшення шуму відпрацьованих газів розробляються відповідні глушники. Для дослідження ефективності розробленого глушника шуму відпрацьованих газів вибрано бронеавтомобіль «Inguar-3», який спроєктований, виготовлений, випробуваний та введений в експлуатацію безпосередньо в умовах повномасштабної війни і від 2025 року активно застосовується на різних напрямках фронту. Оскільки максимальна швидкість бронеавтомобіля «Inguar-3» практично не перевищує 120 км/год, доцільно для зменшення його зовнішнього шуму застосувати високоефективний глушник шуму відпрацьованих газів. Як прототип розробленого глушника було обрано концентричний резонатор зі змінною частотною характеристикою, який має вхідний та вихідний патрубки, розміщену між ними резонаторну камеру, трубопровід, що з’єднує вхідний та вихідний патрубки та має отвори певного діаметру, а регулятор об’єму камери зв’язаний з колінчастим валом двигуна внутрішнього згорання, що задає частоту основної гармоніки, при цьому камера виконана з можливістю регулювання її власної частоти коливань у межах зміни основної частоти і має вигляд циліндра з поршнем, який встановлено співвісно з камерою, а привід поршня кінематично, з можливістю регулювання передаточного відношення, зв’язаний з колінчастим валом двигуна внутрішнього згорання; механізм привода поршня виконаний у вигляді електромеханічного регулятора. Розроблений концентричний резонатор подвійної дії додатково порівняно з

прототипом має можливість змінювати власну частотну характеристику завдяки використанню різної кількості отворів трубопроводу. Це досягається шляхом використання механізму привода трубки, яка розміщена коаксіально з трубопроводом поверх останнього та має можливість переміщуватись незалежно від положення поршня. Управління механізмом привода поршня та механізмом привода трубки здійснює один блок управління. Кожен механізм привода виконаний у вигляді електродвигуна і редуктора. Змінювати положення поршня і трубки необхідно для зміни частотної характеристики розробленого глушника шуму, що у свою чергу є необхідним з огляду на зміну частоти обертання колінчастого вала двигуна внутрішнього згорання. За рахунок використання розробленого глушника шуму прогнозується зменшення рівня зовнішнього шуму бронеавтомобіля «Inguar-3» на 4–7 дБА в діапазоні швидкостей руху 45–100 км/год.

УДК 621.43.065

Поліпшення експлуатаційних властивостей газобалонних автомобілів

доц. Яновський В.В., доц. Ященко Д.М.

Природний газ розглядається як альтернативний замінник нафтових палив, основними перевагами якого, є: великі природні запаси, розгалужена мережа газопроводів, відповідні фізико-хімічні властивості (в першу чергу високе октанове число), значно нижчі шкідливі викиди, більш низькі викиди як складового парникового ефекту.

При роботі на газі потужність двигуна знижується на 15-20% внаслідок низької енергомісткості газоповітряної суміші та зменшення наповнення циліндрів повітрям, що призводить до погіршення тягово-швидкісних властивостей та продуктивності газобалонного автомобіля.

Крім відомих способів щодо поліпшення вище згаданих властивостей, а саме зміни конструктивних та регулювальних параметрів двигуна існує ще інший спосіб – це енергія стиснутого газу, що знаходиться в балонах під високим тиском, яку можна використати з метою зменшення механічних втрат газового двигуна.

УДК 629.113

До використання генераторного газу в двигунах внутрішнього згоряння

аспірант Чорний Б.

У зв’язку зі стрімким зростанням чисельності населення та інтенсифікацією господарської діяльності, постійно збільшуються потреби людства, зокрема у транспортних перевезеннях. Традиційними енергоносіями для автомобільного транспорту залишаються бензин і дизельне паливо. Проте ці ресурси є вичерпними, а їх видобуток і переробка з кожним роком ускладняються та потребують більших економічних витрат. Крім того, транспортний сектор є одним із основних джерел забруднення атмосфери, оскільки у відпрацьованих газах містяться оксид вуглецю (CO), оксиди азоту (NO_x), незгорілі вуглеводні, тверді частинки та інші шкідливі компоненти, що сприяють утворенню парникового ефекту та глобальному потеплінню.

З огляду на зазначені проблеми, актуальним напрямом є впровадження альтернативних видів палива для двигунів внутрішнього згоряння. Одним із таких видів є генераторний газ, який утворюється в процесі термохімічної газифікації твердих органічних матеріалів (деревини, вугілля, біомаси) за умов обмеженого доступу кисню.

Генераторний газ являє собою суміш горючих і баластних компонентів, основними серед яких є монооксид вуглецю (CO), водень (H_2), метан (CH_4), а також азот (N_2) і вуглекислий газ (CO_2). Його утворення базується на ряді фізико-хімічних процесів, зокрема частковому окисненні, реакції Бодуара та водяно-газовій реакції. Енергетичні характеристики газу залежать від типу сировини та умов газифікації.

Використання генераторного газу в ДВЗ супроводжується певними технічними особливостями. Через нижчу теплотворну здатність спостерігається зменшення потужності двигуна на 30–50%. Для забезпечення стабільної роботи необхідна модернізація системи живлення, оптимізація процесу сумішоутворення та коригування кутів випередження запалювання. Важливим також є очищення газу від смол, пилу та конденсатів, що можуть негативно впливати на ресурс двигуна.

Разом із тим, генераторний газ має ряд суттєвих переваг: можливість використання місцевої та відновлюваної сировини, зниження залежності від нафтопродуктів, а також зменшення викидів деяких токсичних компонентів. Простота конструкції газогенераторних установок дозволяє виготовляти їх навіть у умовах невеликих виробництв, що робить дану технологію перспективною для автономних енергетичних систем.

Отже, застосування генераторного газу як альтернативного палива для двигунів внутрішнього згоряння є доцільним з екологічної та енергетичної точок зору. Подальші дослідження мають бути спрямовані на підвищення ефективності газифікації, вдосконалення систем очищення газу та адаптацію двигунів до роботи на низькокалорійних газових сумішах.

УДК 629.33:621.355

Сучасні технічні та екологічні виклики розвитку акумуляторних батарей електромобілів

доц. Олішевська В.Є., доц. Олішевський Г.С., доц. Іванова Г.П. (Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»)

Одним із ключових напрямів трансформації автомобільного транспорту є перехід від автомобілів із двигунами внутрішнього згорання до електромобілів. Ефективність функціонування електромобілів значною мірою визначається техніко-експлуатаційними характеристиками акумуляторних батарей.

На сучасному етапі найбільшого поширення набули літій-іонні акумуляторні батареї, що характеризуються високою питомою енергоємністю, відносно низьким рівнем саморозряду та значним ресурсом циклів заряджання й розряджання. До найпоширеніших різновидів таких акумуляторів належать літій-залізо-фосфатні, літій-нікель-марганець-кобальт-оксидні, літій-нікель-кобальт-алюміній-оксидні та літій-титанатні батареї. Застосування цих

технологій забезпечує підвищення енергетичної ефективності електромобілів, однак їх розвиток супроводжується низкою технічних і екологічних викликів.
Однією з ключових технічних проблем залишається висока вартість акумуляторних батарей, яка формує значну частку загальної вартості електромобіля та впливає на його економічну доступність.
Важливим технічним викликом є поступова деградація акумуляторних елементів в процесі експлуатації. Багаторазові цикли заряджання і розряджання, вплив підвищених температур, а також режими швидкого заряджання призводять до зменшення ємності батарей, збільшення їх внутрішнього опору та скорочення запасу ходу. Суттєвим аспектом є забезпечення безпеки експлуатації акумуляторних батарей. Літій-іонні батареї є чутливими до порушення допустимих режимів роботи. Можливе виникнення явища теплового розгону, що супроводжується різким підвищенням температури та може призводити до займання або руйнування акумуляторних елементів. У зв'язку з цим, особливого значення набуває розвиток ефективних систем керування батареями та вдосконалення технологій їх терморегулювання.
Поряд із технічними аспектами, значну увагу привертають екологічні проблеми, пов'язані з виробництвом та утилізацією акумуляторних батарей. Виробництво літій-іонних акумуляторів потребує використання значної кількості стратегічних мінеральних ресурсів, зокрема літію, кобальту, нікелю та марганцю, видобуток яких супроводжується суттєвим навантаженням на довкілля.
Зростання кількості електромобілів у світі призводить до поступового накопичення відпрацьованих акумуляторних батарей, що створює додаткові виклики у сфері поводження з небезпечними відходами. Важливого значення набуває розвиток ефективних технологій переробки акумуляторів, що передбачають вилучення цінних металів та їх повторне використання у виробництві нових акумуляторних батарей. Подальший розвиток має бути спрямований на підвищення енергетичної ефективності акумуляторних батарей, збільшення їх ресурсу експлуатації, удосконалення систем безпеки та впровадження екологічно орієнтованих підходів до виробництва й утилізації.

УДК 629.051

Визначення енергоефективності гібридного електромобіля

доц. Сакно О.П., асист. Москаленко А.С., магістрант Переверзєв Є.М. (НТУ «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

У серійних гібридних електромобілях двигун внутрішнього згоряння приводить у дію генератор для зарядки батарей або живлення електродвигунів. Електродвигуни є єдиним джерелом руху для автомобіля, і вони використовують енергію батарей разом із потужністю генератора для руху автомобіля. Гальмування також заряджає батареї. Режими роботи серійних ГЕА (гібридних електроавтомобілів) наступні: 1) Режим роботи лише від батареї: електродвигуни живляться тільки від батареї. Двигун внутрішнього згоряння/генератор вимкнені. Цей режим використовується, коли рівень заряду

батареї перевищує попередньо визначений рівень. 2) Комбінований режим потужності: коли попит на потужність високий, батарея та двигун внутрішнього згоряння/генератор забезпечують електродвигуни спільно. 3) Режим роботи лише двигуна: під час руху по трасі, на високих та постійних швидкостях, двигун внутрішнього згоряння/генератор живить електродвигуни, а батарея майже не використовується. 4) Режим розподілу потужності: коли заряд батареї низький, а попит на потужність електродвигунів нижчий за максимальну потужність двигуна внутрішнього згоряння, частина потужності двигуна/генератора використовується для підзарядки батарей.
Режим зарядки на стоянці: Батарея заряджається через двигун/генератор, навіть якщо автомобіль не рухається. 5) Режим регенеративного гальмування: під час гальмування електродвигуни використовуються як генератори для зберігання кінетичної енергії в батареях.
Щоб отримати ГЕА із оптимізованими загальними витратами, спочатку моделюється та проводиться симуляція звичайного автомобіля в середовищі Matlab Advisor. Після цього ця модель перевіряється шляхом порівняння оголошених значень і результатів симуляції для витрати палива за циклом NEDC та прискорення від 0 до 100 км/год.
Здійснено підхід до підбору розмірів компонентів, який використовується на основі енергетичних та потужнісних вимог на колесах традиційного автомобіля за циклом NEDC. Використовуючи моделі електричних компонентів, перевірену модель звичайного автомобіля та новий підхід до підбору розмірів, змодельований ГЕА. Доведено, що ГЕА споживає на 55% менше пального порівняно з звичайним автомобілем за циклом NEDC та розганяється від 0 до 100 км/год на 36% повільніше за звичайний автомобіль. ГЕА важчий за звичайний автомобіль приблизно на 20%, а його початкова вартість у 1,65 рази вище, ніж у звичайного автомобіля. Однак при використанні 200 км на день виявляється, що ГЕА випереджає звичайний автомобіль за загальними витратами на транспортний засіб через 2,8 роки.

УДК 629.113.012.1:658.562:004.94

Системний підхід до управління якістю деталей автомобілів для мінімізації ризику відмов

доц. Бегерський Д.Б. (Державний університет «Житомирська політехніка)

Сучасний розвиток автомобільного транспорту характеризується ускладненням конструкцій, підвищенням питомих навантажень, розширенням застосування високоміцних матеріалів і зростанням вимог до безпеки дорожнього руху. У цих умовах якість і надійність деталей автомобілів перестають бути суто виробничою характеристикою і набувають статусу ключового чинника забезпечення безпеки експлуатації транспортних засобів. Будь-яка відмова відповідального елемента – гальмівної системи, рульового керування, трансмісії чи силового агрегату – безпосередньо трансформується у ризик дорожньо-транспортної пригоди. Отже, проблема контролю якості деталей має не лише технічний, а й соціально-економічний та безпековий вимір.

Аналіз причин відмов свідчить, що більшість критичних пошкоджень має втомний або корозійно-втомний характер і формується внаслідок розвитку мікродефектів, закладених ще на стадії виготовлення. Структурно-фазовий стан матеріалу, залишкові напруження, технологічна спадковість, якість поверхневого шару та наявність концентрацій напружень визначають умови зародження й поширення тріщин. Таким чином, експлуатаційна надійність деталі є результатом складної взаємодії конструкційних, матеріалознавчих, технологічних і навантажувальних чинників.

Водночас традиційні методи контролю якості переважно орієнтовані на перевірку геометричних параметрів та відповідність нормативним вимогам. Вони не забезпечують комплексного врахування індивідуальних характеристик деталі, історії її виготовлення та реальних умов навантаження. Контроль часто має реактивний характер: дефект фіксується вже на стадії розвиненого пошкодження, коли залишковий ресурс істотно зменшений. Додатковою проблемою є поширення автозапчастин із невизначеним походженням, що ускладнює забезпечення стабільної якості та прогнозування їх ресурсу.

У цих умовах обґрунтовується необхідність переходу до інтегрованої параметричної та ризик-орієнтованої системи контролю якості й надійності деталей автомобілів. Такий підхід передбачає:

– параметричну класифікацію деталей автомобілів;

– встановлення зв’язку між технологічною спадковістю, мікроструктурними параметрами та довговічністю;

– вибір методів неруйнівного контролю з урахуванням імовірності розвитку небезпечних дефектів;

– інтеграцію результатів діагностики з моделями прогнозування ресурсу.

Запровадження параметрично орієнтованого контролю дозволяє виявляти критичні дефекти на ранніх стадіях їх розвитку, підвищити достовірність оцінювання технічного стану деталей та зменшити ризик раптових відмов. Реалізація такого підходу створює передумови для підвищення технічної надійності транспортних засобів і суттєвого покращення безпеки дорожнього руху.

УДК 629.33:004.8:621.3

Роль штучного інтелекту в діагностуванні відмов електричного та електронного обладнання сучасних автомобілів

ст. викл. Левківський О.А., асист. Добровінський О.О. (Державний університет «Житомирська політехніка)

Останніми роками електричне та електронне устаткування автомобілів зазнало значного ускладнення, що зумовлено розвитком сучасних технологій та підвищеними вимогами до безпеки, комфорту та ефективності транспортних засобів. Сучасні автомобілі обладнані численними електронними блоками управління (ECU), високоточними датчиками, інтелектуальними приводами та мережевими системами обміну даними, що забезпечують інтегроване керування двигуном, трансмісією, системами безпеки, освітленням та клімат-контролем. Зростання кількості електронних компонентів та складність їх

взаємодії потребує високошвидкісних шин даних, алгоритмів обробки сигналів і модулів діагностики, що контролюють стан усіх підсистем. Водночас ускладнення конструкції вплинуло на процеси обслуговування та ремонту електричного та електронного обладнання, підвищивши потребу в точній діагностиці та спеціалізованому обладнанні для тестування. Традиційні методи діагностики, такі як аналіз кодів несправностей через OBD-II або перевірка за допомогою інструментальних стендів, часто виявляються недостатніми для швидкого й точного виявлення дефектів. Із зростанням складності електронних систем виникає потреба у більш динамічних та адаптивних підходах, здатних аналізувати великі обсяги даних у реальному часі. Саме тут на допомогу приходять технології штучного інтелекту (ШІ), які дозволяють виявляти аномалії, прогнозувати відмови і оптимізувати процеси технічного обслуговування сучасних транспортних засобів. Сучасні хмарні платформи забезпечують обробку великих масивів даних із тисяч автомобілів. У поєднанні з алгоритмами ШІ це дозволяє створювати глобальні бази типових несправностей і швидко оновлювати діагностичні моделі. Автомобіль передає дані до хмари, де вони аналізуються, а сервісний центр отримує детальний звіт із рекомендаціями. Сучасні системи ШІ можуть слугувати інтерактивними консультантами для інженерів і механіків: надавати покрокові інструкції щодо діагностики та усунення несправностей; пояснювати значення кодів помилок та можливі причини відмов; допомагати формулювати запити для пошуку технічної документації, схем або специфікацій компонентів; інтегруватися з базами даних та системами OBD для автоматичного аналізу даних. Інші ресурси ШІ, наприклад спеціалізовані платформи на основі машинного навчання та нейронних мереж, дозволяють обробляти сигнали від датчиків та електронних модулів, прогнозувати деградацію компонентів, скоротити час діагностики, підвищити точність виявлення несправностей і зменшити ризик помилкових рішень. Штучний інтелект стає невід’ємною частиною сучасної діагностики електричного та електронного обладнання автомобілів. Завдяки здатності обробляти великі обсяги даних і виявляти складні закономірності, методи ШІ значно підвищують ефективність і точність виявлення та усунення несправностей автомобілів.

УДК 656.077

Аналіз сучасних проблем українських підприємств при здійсненні міжнародних автомобільних перевезень

ст. викл. Прохорчук М.В. (Державний університет «Житомирська політехніка»)

У сучасних умовах євроінтеграції та трансформації економіки міжнародні автомобільні перевезення залишаються важливим елементом зовнішньоекономічної діяльності України. Вигідне географічне положення держави створює значний транзитний потенціал, однак його реалізація стримується низкою проблем. Серед основних перешкод - обмежена кількість дозволів на перевезення до країн ЄС, недостатній розвиток транспортної інфраструктури, нестабільність нормативно-правового середовища та дефіцит

інвестицій. Додаткові труднощі спричинені воєнним станом, що призвів до зміни логістичних маршрутів і підвищення ризиків перевезень.
Показовим прикладом є діяльність ФОП «Пак-Трейд» (м. Житомир) - компанії, заснованої у 2004 році, яка розпочинала з продажу пакувальних матеріалів і з часом розширила діяльність до логістики, постачання спецтехніки, складського обладнання та перероблення органічних відходів. Підприємство імпортує продукцію європейських виробників та експортує власну продукцію під брендом «A.TOM» до країн Європи й Азії.
У процесі організації міжнародних перевезень компанія стикається з типовими для галузі проблемами. Насамперед це дефіцит дозволів на перевезення до країн ЄС, що обмежує обсяги експорту та імпорту. Значна частина автомобільних шляхів перебуває в незадовільному стані, а нестача сучасних логістичних центрів знижує швидкість обробки вантажів. Попри цифровізацію митних процедур, затримки на кордоні та бюрократичні складнощі залишаються актуальними.
Окремою проблемою є кадровий дефіцит через відтік водіїв за кордон. Часті зміни законодавства у сфері транспорту ускладнюють стратегічне планування, а потреба гармонізації українських норм із вимогами ЄС залишається актуальною. Воєнні дії додатково вплинули на інфраструктуру та безпеку перевезень, особливо в окремих регіонах країни.
Для підвищення ефективності міжнародних перевезень доцільно впроваджувати комплексні заходи. Серед них — раціональний розподіл дозволів через співпрацю з профільними асоціаціями, використання альтернативних маршрутів та мультимодальних схем перевезень. Вирішення кадрових питань можливе шляхом підвищення кваліфікації персоналу, співпраці з навчальними закладами та створення мотиваційних програм для працівників. В умовах воєнного стану важливими є постійне оновлення маршрутів з урахуванням безпеки, страхування вантажів і активніше використання залізничних та контейнерних перевезень.

УДК 656.1

Вплив параметрів стійкості автобуса категорії М3 та характеристик шин на ймовірність скоєння ДТП під час різких маневрів

доц. Чуйко С.П. (Державний університет «Житомирська політехніка»)

Стійкість автобуса під час руху на поворотах та на мокрій проїзній частині визначається сукупністю конструктивних, дорожніх і людських факторів. Найбільшу небезпеку становлять різкі маневри керованих коліс при зниженому коефіцієнті зчеплення шин з покриттям, що призводить до перевищення граничних поперечних сил, втрати керованості, заносу або перекидання транспортного засобу. Значний вплив на безпеку руху мають геометричні параметри автобуса, високе розташування центра мас, технічний стан підвіски та шин, а також швидкісний режим і психофізіологічний стан водія.
Особливу увагу приділено кінематичним і динамічним показникам руху автобуса, зокрема величині зовнішнього радіуса повороту, куту повороту керованих коліс, що визначають траєкторію руху, інтенсивність бокових

прискорень і величину відцентрових сил. Встановлено, що збільшення швидкості руху, надмірний або різкий поворот рульового колеса та значний радіус маневру спричиняють зростання крену кузова, нерівномірний перерозподіл навантаження між колесами та зниження ефективності зчеплення шин із дорожнім покриттям.

Зміна типорозміру шин, зокрема встановлення вужчих шин, істотно впливає на характеристики контакту колеса з дорогою, розподіл тиску в плямі контакту та величину зчіпних властивостей. У складних погодних умовах це може як покращувати відведення води й зменшувати ризик аквапланування, так і знижувати загальний рівень поперечного зчеплення, що потенційно підвищує ймовірність заносу під час різких поворотів. Вибір ширини шин має здійснюватися з урахуванням умов експлуатації, маси автобуса та вимог безпеки.

Узагальнено основні профілактичні заходи, спрямовані на підвищення безпеки руху, зокрема зниження швидкості, плавність керування, контроль технічного стану автобуса та підвищення професійної надійності водія.

Результати таких досліджень дозволять підвищити обґрунтованість технічних рішень при комплектації автобусів шинами та зменшити ризик дорожньо-транспортних пригод під час руху в складних дорожніх умовах.

УДК 658.512:629.33.083:355.01

Формування виробничої структури підприємств незалежного автосервісу в період воєнного стану.

доц. Шумляківський В.П., ст. викл. Багінський О.О., студент Леус Ю.В. (Державний університет «Житомирська політехніка)

В умовах воєнного стану виробнича структура незалежного автосервісу трансформується з класичної лінійної моделі у гнучку адаптивну систему, орієнтовану на швидке відновлення мобільності та підтримку критичної інфраструктури. Переважна більшість незалежних СТО інтегрували до своєї структури підрозділи для ремонту військової техніки, броньованих авто та пікапів для фронту, що потребує впровадження постів зварювання, посилення вантажопідйомного обладнання та діагностики специфічних вузлів. Збільшення обсягів ремонтних робіт в наслідок аварійних пошкоджень, прискореного зношування агрегатів, терміновість ремонту вимагають змін у виробничій структурі СТО. Зростає запит щодо формування мобільних ремонтних бригад та автомайстерень на базі вантажівок або пікапів, що дозволяє виконувати роботи у польових умовах. У зв’язку з ускладненням логістики постачання запчастин широкої номенклатури до іноземної та спеціальної техніки необхідно створювати резерви критичних компонентів, таких як деталі ходової частини автомобілів, проводити оптимізацію складських запасів. Виникає необхідність відновлення деталей, використання аналогів або впровадження нестандартних ремонтів із забезпеченням показників надійності вузлів або агрегатів в особливих умовах експлуатації. Обов'язковим компонентом виробничої бази підприємств автосервісу стали автономні джерела живлення та системи супутникового зв'язку. Мобілізація та евакуація за кордон України виробничого

персоналу потребує пошуку нових організаційних заходів роботи СТО в умовах обмежених трудових ресурсів, таких як розширення кваліфікації наявних працівників, залучення до роботи студентів з різних закладів освіти фахового спрямування, жінок та ветеранів з досвідом польового ремонту. Одним із шляхів вирішення питань кадрового забезпечення підприємств автосервісу є посилення співпраці із закладами освіти в частині ефективної та прискореної практичної підготовки здобувачів фахової освіти. З метою зниження витрат та підвищення ефективності в умовах обмежених ресурсів необхідно провести оптимізацію виробничих процесів. В технологічних процесах відновлювального ремонту пріоритет надається агрегатному методу ремонту для мінімізації простою транспортних засобів. Поширюється співпраця між СТО для спільного використання дорогого обладнання або обміну дефіцитними запчастинами. Гнучкість виробничої структури передбачає швидке впровадження необхідних технологічних процесів, універсальність робочих постів забезпечує виконання різних видів робіт. Дієвим інструментом управління виробничими процесами є діджиталізація та використання хмарних CRM-систем. В умовах воєнного стану формування виробничої структури підприємств незалежного автосервісу повинно базуватись на принципах гнучкості, універсальності та оперативності.

УДК 629.113

Маневреність шарнірно-зчленованого автобуса із самоустановлювальною віссю причепа

доц. Мурований І.С., аспірант Котенко А.С. (Луцький НТУ)

Самоустановлювальна вісь причепа забезпечує плавне керування шарнірно-зчленованим автобусом (ШЗА) завдяки спеціальному рульовому пристрою, що значно покращує його керованість, знижує зношення шин, підвищує ефективність та безпеку експлуатації, а також полегшує керування шарнірно-зчленованим автобусом у складних дорожніх умовах. Самоустановлювальна вісь відноситься до пасивних систем керування ШЗА, проте забезпечує синхронний рух автобуса і причепа, знижуючи опір, що виникає при несинхронному керуванні, і тим самим підвищує ефективність роботи транспортного засобу. Пасивна система використовує стратегію управління «командним кермовим управлінням», що розроблена для задовільної роботи ШЗА під час виконання різних маневрів на низькій швидкості, проте вона не забезпечує керованість і стійкість транспортного засобу на високих швидкостях.

За уточненою математичною моделлю дволанкового автопоїзда, адаптованою для ШЗА з самоустановлювальною віссю причепа, визначені показники стійкості шарнірно-зчленованого автобуса у різних режимах руху. Зокрема встановлено:

- критична швидкість ШЗА при заблокованих колесах самоустановлювальної осі причепа склала 31,87 м/с, що значно перевищує максимальну швидкість руху автобуса;

- за наявності збурення характер зміни бічної та кутової швидкостей ШЗА у часі перехідного процесу за швидкості 6 м/с має згасаючий за логарифмічним законом характер, що свідчить про стійкість руху ШЗА. При збільшенні швидкості до 12 м/с характер зміни бічної та кутової швидкостей також згасаючий, але мають місце більш інтенсивні коливання, які за швидкості 14 м/с стають розбіжними, що приводить до втрати стійкості руху ШЗА;
- при повороті на 90^0 за швидкості 10 м/с стійкість ШЗА забезпечувалася, так як максимальні бічні прискорення склали 2,0 м/с^2, що значно менше допустимих. Разом з тим, при збільшенні швидкості до 12 м/с бічне прискорення причепа збільшується до 4,3 м/с2 і ШЗА знаходиться на межі стійкості руху.
- граничною швидкістю руху ШЗА як у прямолінійному русі при дії збурення, так і при повороті на 90^0 максимальна швидкість за умови стійкості руху не повинна перевищувати 14 м/с. При досягненні цієї швидкості колеса самоустановлювальної осі повинні блокуватися.

Це обумовлює галузь застосування самоустановлювальної осі причепа на шарнірно-зчленованих автобусах. Для руху з більш високими швидкостями необхідні принципово нові системи управління автобусом і причепом ШЗА.

УДК 629.113

До визначення стійкості руху малотоннажного автопоїзда у гальмівному режимі

доц. Онищук В.П., аспірант Стельмащук С.В. (Луцький НТУ)

Стійкість руху та, зокрема, бічна стійкість автопоїзда викликає серйозне занепокоєння. У порівнянні з односекційним транспортним засобом, наприклад автомобілем, стійкість руху автопоїзда зазвичай погіршується через несприятливий вплив причепа на динаміку та кінематику автопоїзда. Проведеними раніше дослідженнями встановлено, що за номінального навантаження автомобіля і причепа і рівності гальмівних сил на їх колесах силам зчеплення за швидкості 25 м/с автопоїзд залишається стійким у всьому діапазоні зміни загальної маси причепа, у той час як за швидкості 30 м/с критичною залишається маса причепа на рівні 2500 кг. При цьому не враховувалося асинхронність часу спрацьовування гальмівних систем автомобіля і причепа, а також вплив зусилля стискання у тягово-зчіпному пристрої на стійкість автопоїзда в процесі гальмування. У результаті проведеного дослідження показано, що протягом 0,3 с з початку гальмування нормальні реакції опорної поверхні на осях автомобіля майже не змінюються. Пояснюється дією зусилля у тягово-зчіпному пристрої. Це зусилля довантажує задню вісь автомобіля і компенсує його зменшення за рахунок дії сили інерції в центрі мас автомобіля. Поряд з автомобілем для причепа протягом 0,3 с нормальна реакція опорної поверхні на його здвоєну вісь залишається майже незмінною, потім протягом 0,1 с зростає, досягає свого максимуму і далі залишається незмінною. Такий характер зміни нормальних реакцій опорної поверхні на осі автомобіля і причепа, а відповідно і гальмівних сил призводить до того, що на шляху, що проходить автопоїзд за 0,3 с, стійкість автопоїзда може бути порушена дією зусилля стиску у тягово-зчіпному пристрої, що у

подальшому було і доведено результатами моделювання гальмівного режиму автопоїзда. Аналіз графіків зміни кута складання як за швидкості 15 м/с, так і швидкості 25 м/с показує, що протягом 0,3 с кут складання автопоїзда не перевищує 0,015 рад і причеп не виходить за допустиму смугу руху ($S_б=L_n \times tg0{,}015=0{,}02925$ м), проте з плином часу кут складання автопоїзда збільшується, причеп виходить за допустиму смугу руху ($S_{б15}=0{,}186$ м і $S_{б25}=0{,}375$ м). Разом з тим, коливальний процес причепа має загасаючий характер і бічна швидкість, з плином часу стабілізуються, що свідчить про поліпшення стійкості руху автопоїзда.

УДК 629.113

Обґрунтування параметрів адаптивних підвісок колісних транспортних засобів малої тоннажності

ст. викл. Хорошун Р.В. (Тернопільський національний технічний університет)

У сучасних колісних транспортних засобах (КТЗ) все частіше використовують так звану керовану (активну чи напівактивну) систему підресорювання (СП). На відміну від традиційних систем підресорювання із лінійною чи нелінійною силовими характеристиками, має властивість «підлаштовувати» силові характеристики на найбільш оптимальні умови руху вздовж шляху із нерівностями, його криволінійних ділянках чи маневруванні.

Поліпшення показників плавності ходу колісних транспортних засобів малої тоннажності, до яких віднесені автомобілі категорії М1 і N1, може бути отримано шляхом удосконалення системи підресорювання на основі поглибленого вивчення процесів вібрацій елементів КТЗ під час їх розроблення, дослідження та експлуатації. Для проектування таких керованих системи підресорювання, точніше кажучи створення програмного продукту керування визначальними силовими параметрами системи підресорювання значною проблемою залишається інформація про реакцію підресореної маси на зміну величини силових параметрів СП та різного виду зовнішніх збурень. зумовлених рухом КТЗ.

Розроблено математичну модель та приведено методику розрахунку параметрів коливань для системи підресорювання із різними законами зміни відновлюючої сили. Встановлено, що для прогресивної характеристики підвіски більшим значенням амплітуди поздовжньо-кутових коливань відповідає більше значення власної частоти, а для регресивної навпаки – більшим значенням амплітуди відповідає менше значення власної частоти коливань. Встановлено, що вимогам щодо ергономічності КТЗ більшою мірою задовольняє прогресивна характеристика підвіски з параметрами: статична деформація 0,2 м, $\nu < 2/3$ і амплітуда поперечно кутових коливань $0{,}025 < \alpha_\varphi < 0{,}16$; статична деформація 0,15 м, $\nu < 2/3$ і амплітуда поперечно кутових коливань $0{,}05 < \alpha_\varphi < 0{,}2$.

Отримані аналітичні залежності, які визначають виконання ергономічних вимог по частоті вертикальних коливань у випадку руху КТЗ по дорозі з нерівностями. Встановлено, що критичне значення динамічного кута повороту керованих коліс для системи підресорювання із регресивним законом зміни

пружної характеристики підвіски за малих амплітуд поздовжньо-кутових коливань є меншим ніж для підвісок із лінійним законом її зміни і навпаки більшим - для великих амплітуд поздовжньо-кутових коливань.

УДК 623.4.01:623.746.7

Ефективність застосування вітчизняних та іноземних броньованих автомобілів у сучасних бойових діях

ст. викл. Гнилянський І.І., магістрант Аніщенко К.Л. (Військова академія, м. Одеса)

Сучасна війна показала, що броньовані автомобілі стали невід'ємною частиною бойових дій. Вони не лише перевозять особовий склад, а й забезпечують його захист, мобільність та можливість виконувати завдання у складних умовах.

Вітчизняні машини мають перевагу у швидкій адаптації до бойових умов та ремонті на місці. Вони створюються з урахуванням реального досвіду українських військових.

Іноземні зразки часто забезпечують вищий рівень захисту, особливо від мін та засідок, але їх обслуговування складніше й дорожче.

Оптимальним є комбіноване використання: українські броньовики для масового застосування й логістики, іноземні – для спеціальних завдань та підвищеного захисту.

Українські броньовані автомобілі довели свою ефективність у сучасних бойових діях. Вони знижують втрати особового складу, підвищують мобільність і дозволяють виконувати широкий спектр завдань. Іноземні зразки доповнюють цей потенціал, забезпечуючи підвищений рівень захисту та нові технологічні рішення. Подальший розвиток має бути спрямований на: посилення захисту від мін та дронів; інтеграцію сучасних систем зв'язку й спостереження; нарощування виробництва для забезпечення потреб армії.

УДК 629.113

Кінематичний синтез гібридного приводу для модернізації легкоброньованих автомобілів

проф. Мальцев О.В., ст. викл. Обертас В.Ф., магістрант Войцехівський С.І. (Військова академія, м. Одеса)

Легкоброньована автомобільна техніка для розвідки та рейдів у тил противника повинна переміщатися у зоні бойових дій з мінімізацією теплового та звукового полів, мати високу рухливість, прохідність, простоту управління, обслуговування та ремонту. З метою забезпечити скритність та високі характеристики рухливості та прохідності як варіант модернізації існуючих систем приводу, пропонується використовувати гібридну силову установку виконану за схемою "спліт". Система спліт встановлюється між муфтою зчеплення та маховиком двигуна. Гібридна система складається з високошвидкісного дизельного двигуна, електродвигуна-генератора і підсумовує зубчасту систему. Вихідний вал підсумовуючої зубчастої системи через муфту зчеплення пов'язаний із вхідним валом коробки передач. Управління гібридним приводом пропонується механічне, селективне,

трипозиційне, а саме: 1. тепловий мотор, зарядка АКБ; 2. спільна робота теплового мотора та електродвигуна, 3. електрорух. Управління механічною коробкою передач і муфтою зчеплення як на зразку, що модернізується. При синтезі підсумовуючої зубчастої системи задовольняється умова рівності максимальної кутової швидкості вихідного валу підсумовуючого механізму і замінного, при модернізації, теплового мотора. В результаті отримані залежності зв'язуючи кутові швидкості електродвигуна, теплового мотора і передавальні відносини щаблів підсумовує зубчастої системи, які поряд з відомими обмеженнями для сателітних передач, дозволяє виконати кінематичний синтез гібридної силової установки для різних умов модернізації.

УДК 355.23:629.113

Методичні напрямки щодо підготовки фахівців автотехнічного забезпечення в умовах воєнного стану

нач. кафедри Березенський Р.В., магістрант Свічкар Д.Р. (Військова академія, м. Одеса)

Повномасштабна війна продемонструвала, що стійкість та мобільність підрозділів безпосередньо залежать від рівня технічної готовності автомобільної техніки. Саме автотехнічне забезпечення є тим елементом, який щоденно, часто непомітно, забезпечує виконання бойових завдань - від підвозу боєприпасів і евакуації поранених до маневру сил та засобів. У цих умовах ключову роль відіграють фахівці автотехнічного забезпечення, від професійності яких залежить швидкість відновлення техніки, раціональність використання ресурсів і, зрештою, збереження життя особового складу. Разом із тим, воєнний стан виявив низку проблем у системі підготовки таких спеціалістів. Освітній процес часто не встигає за темпами змін у характері бойових дій, появою нових зразків техніки, необхідністю роботи в умовах обмежених ресурсів, постійної загрози ураження та дефіциту часу. Частина навчальних програм орієнтована на мирний період і не повною мірою враховує досвід сучасної війни, що потребує швидкого прийняття рішень, універсальності та здатності діяти автономно.

Саме це зумовлює актуальність роботи, метою якої є обґрунтування та розробка методичних напрямків удосконалення підготовки фахівців автотехнічного забезпечення в умовах воєнного стану. Робота спрямована на те, щоб зробити освітній процес більш практико-орієнтованим, адаптивним та максимально наближеним до реальних умов служби.

У межах дослідження пропонується: оновлення змісту навчальних дисциплін з урахуванням сучасного бойового досвіду; впровадження компетентнісного підходу, орієнтованого на формування конкретних професійних умінь і навичок;

розширення частки практичних занять, польових тренувань і моделювання реальних ситуацій технічного забезпечення; використання цифрових технологій, симуляційних програм і навчальних платформ для відпрацювання алгоритмів дій у складних умовах; формування управлінських і організаційних компетентностей у майбутніх офіцерів автомобільної служби.

Таким чином, напрям роботи має практичну спрямованість і відповідає нагальним потребам Збройних Сил України. Її результати можуть бути використані для вдосконалення програм підготовки у військових закладах освіти, підвищення якості професійної підготовки фахівців автотехнічного забезпечення та, як наслідок, зміцнення технічної готовності підрозділів у складних умовах воєнного стану.

УДК 623.7:629.113:623.4.019

Оцінка ефективності застосування колективних та індивідуальних засобів маскування та захисту автомобільної техніки у бойових умовах

викл. Панасюк Ю.В., магістрант Павлов А.А. (Військова академія, м. Одеса)

У сучасних бойових умовах автомобільна техніка широко використовується для виконання завдань забезпечення, маневру та транспортування особового складу й матеріальних засобів. Разом із цим активне застосування противником тепловізійних засобів спостереження та розвідки значно підвищує ймовірність виявлення автомобільної техніки, насамперед за рахунок теплового випромінювання силової установки та елементів вихлопної системи. Це обумовлює необхідність пошуку нових технічних рішень, спрямованих на зменшення теплової помітності автомобільної техніки у бойових умовах. Метою магістерської роботи є оцінка ефективності застосування колективних та індивідуальних засобів маскування та захисту автомобільної техніки у бойових умовах, а також розробка та обґрунтування технічного вдосконалення індивідуального засобу захисту, спрямованого на зниження теплової видимості двигуна для тепловізійних засобів противника.

Для досягнення поставленої мети у роботі передбачається вирішення таких завдань: аналіз основних демаскувальних ознак автомобільної техніки у тепловому діапазоні; дослідження існуючих засобів теплового маскування та їх недоліків; оцінка впливу теплового випромінювання двигуна на ймовірність виявлення техніки; розробка конструктивного рішення покращеного корпусу (екрануючого кожуха) двигуна з використанням теплоізоляційних та тепловідбивних матеріалів; оцінка ефективності запропонованого вдосконалення шляхом порівняння теплових характеристик до та після його застосування. У роботі пропонується технічне вдосконалення індивідуального засобу маскування автомобільної техніки, яке полягає у створенні покращеного корпусу двигуна, що забезпечує часткове екранування теплового випромінювання, його розсіювання та зниження температурного контрасту відносно навколишнього середовища. Запропоноване рішення спрямоване на зменшення дальності виявлення автомобільної техніки тепловізійними приладами без суттєвого впливу на роботу силової установки та експлуатаційні характеристики машини.

У ході дослідження застосовуються методи аналізу теплових процесів, порівняльної оцінки, розрахункові та аналітичні методи, а також узагальнення досвіду застосування автомобільної техніки у бойових умовах. Наукова новизна роботи полягає у розробці та обґрунтуванні конструктивного вдосконалення

індивідуального засобу захисту автомобільної техніки, що дозволяє знизити її теплову помітність і підвищити живучість у бойових умовах. Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості використання запропонованого технічного рішення під час дообладнання автомобільної техніки, а також при розробці рекомендацій щодо зниження теплової помітності машин у підрозділах.

УДК 355.41:629.113.018

Розробка пропозицій підвищення живучості військових автомобільних колон у сучасних умовах війни

викл. Погребний В.І., магістрант Коваленко І.О. (Військова академія, м. Одеса)

Сучасна трансформація засобів збройної боротьби докорінно змінила принципи забезпечення живучості військових автомобільних колон. Якщо раніше основними загрозами вважалися диверсійно-розвідувальні групи та засідки із застосуванням стрілецької зброї, то сьогодні на перший план виходять високоточні засоби ураження, перманентна аеророзвідка та масоване використання ударних безпілотних авіаційних систем. У таких умовах традиційна лінійна побудова колон та пасивне бронювання кабін стають недостатніми, що вимагає впровадження комплексної стратегії захисту, яка базується на технологічній перевазі та гнучкій тактиці.

Першочерговим шляхом підвищення виживаності є інтеграція засобів радіоелектронної боротьби безпосередньо в структуру колони. Кожна транспортна одиниця має бути оснащена індивідуальними модулями купольного захисту, здатними придушувати канали керування FPV-дронів у широкому діапазоні частот. Окрім індивідуальних засобів, критично важливим є включення до складу логістичних груп спеціалізованих машин РЕБ, які створюють перешкоди для навігаційних систем противника та засобів супутникового зв’язку. Це дозволяє нівелювати перевагу ворога у точності наведення коригованих артилерійських боєприпасів та баражуючих боєприпасів.

Разом із активним РЕБ-захистом особливого значення набуває пасивна безпека. Конструктивні зміни автомобільної техніки повинні включати встановлення антидронових сіток та решітчастих екранів, що забезпечують передчасну детонацію кумулятивних зарядів. Окрім фізичних бар'єрів, необхідно приділяти увагу зниженню помітності техніки в тепловому та радіолокаційному спектрах. Використання термоізоляційних накидок та спеціальних маскувальних засобів дозволяє значно ускладнити виявлення колони тепловізійними камерами розвідувальних БпЛА, особливо під час нічних маршів.

Завершальним етапом модернізації є цифровізація управління. Включення кожного водія в єдину мережу ситуаційної обізнаності дозволяє отримувати попередження про появу ворожих дронів у реальному часі. Використання автоматизованих систем сповіщення та засобів виявлення випромінювання пультів керування БпЛА дає екіпажам дорогоцінні секунди для маневру або активації додаткових засобів захисту.

Таким чином, живучість військових автомобільних колон у сучасних умовах досягається не за рахунок нарощування маси броні, а завдяки синергії радіоелектронного захисту, скритності пересування та високої швидкості обміну розвідувальними даними.

УДК 621.3.004

Адаптація цивільної автомобільної техніки до потреб Збройних Сил України: проблеми та шляхи інтеграції

заст. нач. кафедри Чередніченко Є.В., магістрант Білоус В.А. (Військова академія, м. Одеса)

Сучасні умови ведення бойових дій та зростання потреб Збройних Сил України у мобільному транспортному забезпеченні обумовлюють широке залучення цивільної автомобільної техніки для виконання завдань оперативного, тактичного та тилового призначення. Обмежені можливості серійного постачання штатних військових автомобілів зумовлюють необхідність використання цивільних зразків, що потребує їх відповідної адаптації до умов військової експлуатації.

Основною проблемою інтеграції цивільної автомобільної техніки до складу військових підрозділів є її невідповідність вимогам, що висуваються до техніки в умовах бойового застосування. Конструктивні особливості більшості цивільних автомобілів орієнтовані на експлуатацію на дорогах загального користування та не забезпечують належного рівня прохідності, живучості й надійності при русі по пересіченій місцевості, в умовах підвищеного навантаження, дії пилу, вологи та механічних пошкоджень. Відсутність захисту агрегатів і систем, а також обмежена міцність елементів ходової частини негативно впливають на ресурс і безвідмовність техніки.

Додатковим ускладнюючим фактором є значна різноманітність типів і моделей цивільних автомобілів, що залучаються до потреб Збройних Сил України. Це ускладнює організацію технічного обслуговування і ремонту, створює труднощі з постачанням запасних частин та потребує додаткової підготовки особового складу автомобільної служби. Крім того, наявність складних електронних систем управління, характерних для сучасних цивільних автомобілів, знижує їх ремонтопридатність у польових умовах.

Основними шляхами інтеграції цивільної автомобільної техніки до системи автомобільного забезпечення Збройних Сил України є проведення комплексу організаційно-технічних заходів, спрямованих на підвищення її експлуатаційних характеристик. Доцільним є посилення елементів підвіски та рами, збільшення дорожнього просвіту, встановлення шин підвищеної прохідності, а також захисту двигуна, трансмісії та паливної апаратури. Важливим напрямом є мінімізація демаскувальних ознак та забезпечення можливості швидкого відновлення працездатності техніки в польових умовах.

Перспективним напрямом є уніфікація підходів до відбору базових цивільних платформ і розроблення типових комплектів дообладнання, що дозволяє скоротити строки введення техніки в експлуатацію та підвищити ефективність її використання. Застосування такого підходу сприяє підвищенню мобільності

підрозділів, стійкості системи логістичного забезпечення та загального рівня боєготовності військ.
Таким чином, адаптація цивільної автомобільної техніки до потреб Збройних Сил України є важливим складником забезпечення виконання завдань у сучасних умовах ведення війни та потребує системного підходу з урахуванням вимог військової експлуатації.

УДК 629.33:001.895

Апаратні засоби безпілотних автомобілів як об'єкт науково-технічних інновацій

доц. Гайкова Т.В., магістр Чаплинський М.Ю. (Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського)

Своєрідним ноу-хау у транспортній галузі є безпілотні автомобілі, які переміщуються у просторі без участі людини за допомогою систем автоматичного керування. Такі «безпілотники» призначені для задоволення повсякденних споживчих потреб населення, перевезення вантажів у промисловій, а також в оборонній галузях. Створення безпілотного автомобіля – це комплексна мультидисциплінарна сфера. Вона охоплює рішення, що базуються на інноваційних досягненнях науки та техніки в частині технічної складової, навігації та зв'язку, бортових високопродуктивних обчислювальних систем, методів штучного інтелекту й машинного навчання, обробки великої кількості даних, людино-машинних інтерфейсів та багатьох інших галузей знань.
Для автономної роботи та навігації безпілотні транспортні засоби покладаються на комбінацію апаратних та програмних компонентів, які працюють спільно, забезпечуючи безпечне та ефективне маневрування. На сьогодні більшість досліджень і розробок ведеться з використанням запатентованих зразків, що суттєво обмежує можливості дослідників щодо створення, впровадження та тестування найсучасніших технологій. Крім того, спостерігається тенденція до надмірної інтеграції роботизованих платформ, що зрештою не дозволяє додавати нове обладнання, модифікувати наявне або розробляти нові, ефективніші моделі взаємодії. Вивчення архітектури апаратного забезпечення для безпілотних систем, яка може бути використана для кількох типів транспортних засобів та їхнього різного корисного навантаження, є актуальним науково-практичним завданням. Подальший розвиток потребує модульного підходу до проєктування апаратних засобів. Також на особливу увагу заслуговує архітектура електронного обладнання, якій притаманна гнучкість, що дозволяє легко підтримувати нові реалізації платформ: від невеликих портативних мобільних роботів до великих автономних військових машин. У доповіді буде представлено аналіз апаратних засобів безпілотного автомобіля. Апаратні компоненти, необхідні для автономного транспорту, є складними, проте вони ефективно взаємодіють із програмною архітектурою, забезпечуючи безпечне маневрування. Їхнє існування має вирішальне значення для усунення потреби в участі людини під час керування.

УДК 629.3.083:004.94

Цифрові двійники у системі технічного обслуговування автопарку як інструмент науково-технічних інновацій

доц. Гайкова Т.В., магістр Стручков В.В. (Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського)

У сучасних умовах функціонування автомобільного господарства підвищення ефективності експлуатації рухомого складу неможливе без впровадження науково-технічних інновацій. Одним із найбільш перспективних інструментів є технологія цифрових двійників (Digital Twins), яка дозволяє створити віртуальну копію фізичного об'єкта автомобіля або його агрегатів для моніторингу та аналізу його стану в режимі реального часу. Використання цифрових двійників трансформує традиційне технічне обслуговування з планово-запобіжного на прогнозне. На відміну від звичайної телеметрії, цифровий двійник інтегрує дані з датчиків автомобіля, історію сервісного обслуговування та алгоритми машинного навчання для моделювання зносу критичних вузлів. Впровадження цієї інновації в автомобільному господарстві дозволяє вирішити ряд ключових завдань: дистанційний моніторинг, що включає постійний контроль робочих параметрів двигуна, трансмісії та паливної системи без заїзду на сервісну станцію; прогнозування відмов з виявленням мікротріщин, перегріву або деградації мастильних матеріалів на стадіях, коли вони ще не фіксуються стандартними бортовими системами діагностики; оптимізація ресурсів з точним визначення моменту заміни запчастин, що дозволяє уникнути передчасного списання деталей та скоротити простої техніки. Науково-технічна новизна підходу полягає у створенні замкнутого циклу передачі даних: від сенсорів фізичного авто через хмарні платформи до віртуальної моделі, яка здатна симулювати роботу вузлів у критичних режимах експлуатації. Технологія цифрових двійників є фундаментальною науково-технічною інновацією, що забезпечує перехід автомобільного господарства до інтелектуального менеджменту. Це дозволяє не лише знизити операційні витрати на технічний огляд і ремонт на 15–20%, а й суттєво підвищити рівень безпеки та надійності транспортних процесів. У доповіді буде представлено детальний аналіз алгоритмів інтеграції IoT-датчиків із віртуальними моделями та проведено оцінку економічної ефективності впровадження цифрових двійників для великих автотранспортних підприємств.

УДК 355.41:004.9

Удосконалення методики обліку та контролю руху автомобільної техніки та майна за допомогою програмного забезпечення в Збройних Силах України

нач. кафедри Березенський Р.В., магістрант Волченко Д.В. (Військова академія, м. Одеса)

В умовах сучасних бойових дій, коли швидкість обробки інформації набуває особливої уваги, підіймається питання щодо підвищення ефективності управління матеріально-технічних ресурсів і вдосконалення методики обліку та контролю автомобільної техніки, автомобільного майна на ключову роль. Названі критерії відповідають за мобільність військових підрозділів, виконання

поставлених завдань тилового та бойового забезпечення, своєчасний підвоз боєприпасів, пального, продовольства та іншого майна, яке забезпечує успішне виконання поставленої задачі, тому від організації їхнього обліку безпосередньо залежить боєздатність військових частин. Актуальним на сьогодення є пошук нових підходів до організації обліку та контролю автомобільної техніки та майна, що базується на використанні сучасних інформаційних технологіях та програмному забезпеченні.

Основна проблематика обліку автомобільної техніки та майна пов'язана з тим, що значна частина облікових процесів здійснюється вручну та за застарілими методиками.

Впровадження автоматизованих систем управління, цифрового документообігу, аналітичних модулів дозволить перетворити склади та ремонтні бази на сучасні логістичні центри, інтегровані в єдину систему управління ЗСУ.

Підводячи висновки склади та ремонтні бази є ключовими елементами логістичного забезпечення військ. Їхня взаємодія формує основу стійкості логістичної системи: склади гарантують наявність ресурсів, а ремонтні бази забезпечують працездатність техніки. Подальший розвиток цих структур має відбуватися шляхом модернізації інфраструктури, впровадження цифрових систем обліку та створення мобільних рішень. Це дозволить підвищити оперативність, зменшити втрати та забезпечити неперервність бойових дій у сучасних умовах.

УДК 355.42:623.833:621.395:629.735

Вдосконалення організації планування захисту автомобільних колон техніки від загрози БПЛА противника після час пересування підрозділів вночі

нач. кафедри Березенський Р.В., слухач Бабенко П.В. (Військова академія, м. Одеса)

Сучасний досвід ведення бойових дій демонструє, що нічний час перестав забезпечувати прихованість пересування підрозділів через широке впровадження противником БПЛА з тепловізійними камерами та нічними FPV-дронами. Це вимагає докорінного перегляду підходів до планування нічних маршів, де ключовим фактором стає не лише маскування, а й активна протидія в радіоелектронному та вогневому просторі. Вдосконалення організації захисту має починатися з ешелонування засобів РЕБ: замість одиничних потужних комплексів доцільно впроваджувати «розподілений захист», коли кожна друга або третя одиниця техніки оснащується малогабаритним купольним засобом РЕБ, що працює в різних діапазонах частот. Такий підхід створює безперервний захисний коридор, який важче подолати за допомогою зміни частот управління дронами.

Важливою складовою планування є управління тепловою сигнатурою колони. Використання приладів нічного бачення (ПНБ) та тепловізійних систем водіння дозволяє повністю відмовитися від зовнішнього освітлення, проте двигуни та вихлопні системи залишаються критично вразливими для тепловізорів. Необхідно впроваджувати використання спеціальних екрануючих накидок та

зміну конфігурації вихлопу для розсіювання тепла ближче до поверхні землі. Разом із цим, тактична побудова колони має передбачати збільшення дистанції між машинами до 50–100 метрів та впровадження «рваного» темпу руху, що унеможливлює ураження кількох цілей одним заходом ворожого БПЛА.
Організація безпосередньої охорони повинна включати мобільні вогневі групи, інтегровані безпосередньо в колону. Ці групи мають бути оснащені засобами виявлення радіосигналів (аналізаторами спектра) для завчасного попередження про наближення дрона за 1,5–2 км. Вогневе ураження БПЛА вночі забезпечується турельними установками з тепловізійними прицілами та використанням власних дронів-перехоплювачів.
Тільки інтегрований підхід, що поєднує радіоелектронну розвідку, теплову дисципліну та мобільну протиповітряну оборону, дозволяє суттєво знизити втрати техніки та особового складу під час виконання маршів у нічний час.

УДК 355.41:004.738.5:629.113.018

Оптимізація маршрутів евакуації військової автомобільної техніки на основі модифікованого алгоритму A* в гіс-середовищі

нач. кафедри Березенський В.В., магістрант Тупко Н.С. (Військова академія, м. Одеса)

Дане дослідження присвячене розв’язанню критичної проблеми логістики - оптимізації маршрутів евакуації пошкодженої техніки в умовах сучасного високоінтенсивного бою. Основним висновком роботи є те, що традиційне планування маршрутів, яке базується лише на критеріях найкоротшої відстані або найменшого часу в дорозі, є нерелевантним та небезпечним, оскільки найкоротші шляхи зазвичай є найбільш пристріляними ворогом.
Запропоновано нову концепцію «комплексної вартості маршруту» (Risk-Time Cost), яка змінює розуміння вартості шляху з фізичних кілометрів у математичну величину, що поєднує часові витрати з бойовими ризиками. Основною особливістю моделі є диференційований підхід до різних типів евакуаційних засобів: алгоритм враховує індивідуальний клас бронезахисту машини, розуміючи, що шлях, прийнятний для важкої броньованої БРЕМ, може бути критично небезпечним для неброньованого колісного тягача.
Практична реалізація моделі здійснюється в середовищі геоінформаційних систем (ГІС) шляхом накладання динамічних шарів загроз, таких як зони дії артилерії, активність FPV-дронів та мінні поля, на цифрову модель дорожньої мережі. Використання модифікованого алгоритму евристичного пошуку A* дозволяє автоматизувати цей процес, скорочуючи час розрахунку оптимального маршруту до кількох секунд, що є важливим у динамічній бойовій обстановці.
Результати моделювання підтвердили, що впровадження такої системи дозволяє підвищити ймовірність успішної евакуації та виживання екіпажів на 80%, навіть якщо безпечний маршрут буде фізично довшим за основний. Це відкриває перспективи для інтеграції розробленого модуля в автоматизовані системи управління військами, забезпечуючи перехід від суб’єктивного ручного планування до точних, науково обґрунтованих рішень у режимі реального часу.

УДК 355.41:623.7:623.746

Розробка заходів щодо підвищення живучості ремонтних підрозділів логістичного забезпечення від ураження безпілотними літальними апаратами противника

доц. Угольников О.П., магістрант Сірук Н.А. (Військова академія, м. Одеса)

В умовах сучасних бойових дій безпілотні літальні апарати противника стали одним із ключових засобів розвідки та ураження об'єктів тилового і логістичного забезпечення. Особливо вразливими залишаються ремонтні підрозділи, які виконують завдання з відновлення озброєння та військової техніки безпосередньо в районах зосередження військ. Їх ураження призводить до зниження темпів відновлення техніки, втрати матеріальних ресурсів і, як наслідок, зменшення бойових можливостей підрозділів.

Основними факторами уразливості ремонтних підрозділів є скупчення техніки на обмеженій території, характерна теплова та радіолокаційна помітність ремонтного обладнання, використання відкритих майданчиків для виконання робіт, а також активне застосування засобів радіозв'язку. Усе це створює сприятливі умови для виявлення та ураження об'єктів за допомогою розвідувальних і ударних БпЛА.

З метою підвищення живучості ремонтних підрозділів доцільно реалізувати комплекс організаційних, інженерних та технічних заходів. По-перше, необхідно забезпечити максимальну розосередженість сил і засобів. Ремонтні майданчики повинні розгортатися з урахуванням маскувальних властивостей місцевості, із використанням природних укриттів (лісосмуги, складки рельєфу) та мінімізацією демаскувальних ознак. Зосередження великої кількості техніки в одному пункті повинно бути виключене.

По-друге, важливим напрямом є інженерне обладнання районів розгортання. Облаштування капонірів, укриттів із захисними перекриттями, використання маскувальних сіток нового покоління зі зниженими тепловими та радіолокаційними характеристиками дозволяє суттєво зменшити ймовірність виявлення з повітря. Доцільним є також створення хибних позицій із макетами техніки та імітацією роботи підрозділу для відволікання засобів ураження противника.

По-третє, необхідно впроваджувати засоби радіоелектронної боротьби тактичного рівня для придушення каналів управління та навігації БпЛА. Використання мобільних комплексів РЕБ, а також організація радіодисципліни в підрозділах (обмеження часу роботи передавачів, застосування закритих каналів зв'язку) сприятиме зменшенню ризику виявлення. Важливим елементом є також організація чергування спостережних постів та застосування засобів раннього виявлення повітряних цілей.

Таким чином, підвищення живучості ремонтних підрозділів логістичного забезпечення можливе лише за умови комплексного підходу, що поєднує маскування, розосередження, інженерний захист, застосування засобів РЕБ та постійний маневр. Реалізація запропонованих заходів забезпечить збереження особового складу, матеріальних засобів і підтримання належного рівня технічної готовності озброєння та військової техніки в умовах активного застосування противником безпілотних літальних апаратів.

Підсекція автосервісу

УДК 629.083

Прогностичне обслуговування автомобілів на основі штучного інтелекту

проф. Андрусенко С.І.

У сучасних умовах зростання складності автомобільних систем традиційні підходи до технічного обслуговування, що ґрунтуються на фіксованих інтервалах пробігу або реагуванні на відмови, стають недостатньо ефективними. Вони призводять або до передчасної заміни справних вузлів, або до несподіваних поломок і зростання експлуатаційних витрат. У зв'язку з цим актуальним є впровадження прогностичного обслуговування (Predictive Maintenance, PdM), заснованого на аналізі даних та використанні методів штучного інтелекту.

Метою доповіді є узагальнення сучасних підходів до прогностичного обслуговування автомобілів з використанням технологій машинного навчання та визначення перспективних напрямів їх розвитку. Основою PdM є збирання телеметричних даних з бортових датчиків автомобіля (температура, вібрації, тиск, оберти двигуна, діагностичні коди OBD) та їх подальша обробка аналітичними моделями.

Аналіз сучасних досліджень показує, що найбільш поширеними алгоритмами для прогнозування технічного стану є дерева рішень, Random Forest, градієнтний бустинг, метод опорних векторів та нейронні мережі, зокрема рекурентні (LSTM) для аналізу часових рядів. Застосування ансамблевих методів і методів балансування вибірок (наприклад, SMOTE) дозволяє досягати високої точності прогнозу необхідності технічного обслуговування. Практичні приклади демонструють можливість зменшення витрат на ТО на 20 – 30% і скорочення простоїв транспорту.

Разом із тим, впровадження систем PdM супроводжується низкою проблем: дефіцитом якісних і репрезентативних наборів даних, високою вартістю інфраструктури збору інформації, а також складністю інтерпретації результатів роботи моделей глибокого навчання. У контексті безпеки експлуатації автомобілів особливої ваги набуває прозорість рішень, що зумовлює зростаючий інтерес до методів Explainable AI.

Перспективними напрямами розвитку прогностичного обслуговування є використання федеративного навчання для збереження конфіденційності даних, поєднання хмарних і edge-обчислень, а також інтеграція генеративних моделей для аналізу технічної документації й сценаріїв відмов. Комплексне застосування штучного інтелекту, IoT та великих даних формує підґрунтя для створення адаптивних систем технічного обслуговування нового покоління, здатних підвищити надійність автомобілів і ефективність їх експлуатації.

УДК 656.13:629.3.052.3:629.3.066.32

Засоби і технології дистанційного діагностування і моніторингу підключених автомобілів та аналіз можливостей становлення і розвитку прогностичних систем технічного обслуговування

проф. Андрусенко С.І., доц. Білецький В.О.

Виконано аналітичний огляд основних характеристик і можливостей поширених на ринку контрольного і діагностичного обладнання України телематичних засобів і технологій, що застосовуються для дистанційного діагностування та моніторингу діагностичних параметрів сучасних транспортних засобів. Проведено порівняльний аналіз засобів підключення автомобілів до Інтернету, які застосовують виробники транспортних засобів *(original equipment manufacturer – OEM)*, та пристроїв і технологій, які застосовують незалежні виробники засобів і систем моніторингу та обміну даними, і які розраховані на післяпродажну експлуатацію і обслуговування транспортних засобів *(Aftermarket)*, а саме:

– зчитування, передавання, реєстрації і зберігання діагностичної інформації підключених до Інтернету транспортних засобів *(Connected Vehicle)*;

– постійного дистанційного моніторингу у режимі реального часу поточних значень діагностичних і супутніх параметрів, географічних координат місць перебування транспортних засобів під час стоянки і у русі.

Проаналізовані та досліджені інноваційні методи визначення необхідності у виконанні робіт технічного обслуговування транспортних засобів за потребою, та прогностичного технічного обслуговування, що базуються на технологіях дистанційного діагностування і постійного моніторингу як діагностичних параметрів, так і характеристик роботи систем, агрегатів і вузлів транспортного засобу. За результатами проведених досліджень сформовані перспективні напрями розвитку прогностичних систем технічного обслуговування, що потребують подальших досліджень у роботах науковців кафедри, та у магістерських роботах студентів на 2026 – 2030 навчальні роки.

УДК 629.083

Економічна ефективність дистанційного моніторингу та прогностичного технічного обслуговування автопарку

проф. Андрусенко С.І., доц. Білецький В.О., доц. Бугайчук О.С., ст. викл. Подпіснов В.С.

Розглянуто економічні передумови та потенційні переваги впровадження системи дистанційного моніторингу комерційного автотранспорту з погляду підвищення ефективності експлуатації та оптимізації витрат на технічне обслуговування. Проаналізовано сучасні підходи до обслуговування транспортних засобів, зокрема обмеження традиційних методів планово-попереджувального та регламентного обслуговування. Акцент зроблено на можливостях цифрових технологій моніторингу, які забезпечують оперативну діагностику, підтримку прийняття рішень і впровадження стратегій прогностичного технічного обслуговування, що дозволяє суттєво скоротити простої та витрати на ремонт автомобілів.

Наведено порівняльний аналіз традиційних моделей обслуговування і підходів, заснованих на використанні телеметричних даних та аналітики. Запропоновано узагальнену модель аналізу витрат та вигод (cost-benefit analysis), що включає ключові показники ефективності, такі як рівень використання обладнання, інтервали між обслуговуванням та показник рентабельності інвестицій (ROI). Окремо розглянуто проблеми впровадження, зокрема пов'язані з початковими інвестиціями, інфраструктурним забезпеченням і підготовкою персоналу.
Зроблено висновок, що інтеграція систем дистанційного моніторингу сприяє не лише підвищенню технічної надійності та безпеки автопарку, а й покращенню загальних економічних показників діяльності транспортних підприємств. Запропонований методичний підхід може бути використаний як у малих, так і у великих автогосподарствах і слугувати основою для стратегічного планування та цифрової трансформації у сфері транспорту.

УДК 629.083

Економічна ефективність впровадження прогностичного технічного обслуговування в міському автопарку таксі: порівняльний аналіз автомобілів Tesla Model 3 та Škoda Octavia A7

проф. Андрусенко С.І., магістр Невмержицький А.М.

Метою дослідження є визначення економічної ефективності впровадження системи прогностичного технічного обслуговування (PdM) на прикладі міського таксопарку, який використовує автомобілі Tesla Model 3 (електромобілі) та Škoda Octavia A7 (автомобілі з бензиновим двигуном).
Традиційне технічне обслуговування (ТО) за фіксованим графіком часто призводить до непотрібних профілактичних витрат та несподіваних простоїв через раптові відмови. Впровадження систем PdM, що базуються на IoT-датчиках, телеметрії та аналізі даних за допомогою штучного інтелекту (AI), дозволяє скоротити витрати на ТО автомобілів до 12 – 30 % і підвищити їх безвідмовність. Для інтенсивної експлуатації таксопарку в міському циклі порівняння традиційної та прогностичної моделей є критично важливим.
Системи PdM збирають безперервні телематичні дані (температура, тиск, вібрації, стан батареї). У автомобіля Tesla Model 3 дані збираються штатною електронікою, у Škoda Octavia A7 можуть застосовуватися зовнішні OBD-II-адаптери. Зібрана інформація обробляється в хмарі, де алгоритми машинного навчання виявляють аномалії та прогнозують потенційні відмови. У Tesla бортовий комп'ютер (FSD/автопілот) формує потоки телеметрії, які через захищений зв'язок надходять у хмару, де відбувається тренування ML-моделей (на суперкомп'ютері Tesla Dojo чи хмарних GPU). Оновлені діагностичні алгоритми доставляються назад на автомобілі через OTA-оновлення. Це дозволяє виявляти ненормальні патерни роботи вузлів, запобігаючи аварійним зупинкам і дистанційно вирішуючи дрібні проблеми.
Порівняльний аналіз стратегій обслуговування показав:

- регламентне ТО автомобілів має середній ризик непланових простоїв і високі витрати (через некритичні ремонти за графіком);

- реактивне ТО автомобілів характеризується максимальними простоями та високими витратами на екстрений ремонт;
- прогностичне ТО автомобілів мінімізує непланові простої та знижує витрати на обслуговування на 18 – 25 %.

Для оцінки економічної ефективності був розглянутий приклад таксопарку з 50 автомобілів Tesla Model 3 та 50 автомобілів Škoda Octavia A7, що проїжджають 30 000 км/рік.

Впровадження системи PdM призводить до значної економії:

- річні витрати автопарку Tesla в Німеччині зменшуються з $31500 до $16875, а автопарку Škoda – з $53000 до $26750;
- електромобілі Tesla мають вищу початкову надійність і нижчі базові витрати на ТО;
- для автопарку Škoda переваги PdM виражаються ще більшим відносним приростом ефективності через вищі початкові витрати на ТО.

Додатковий розрахунок для автопарку Škoda Octavia A7 в умовах м. Києва показав сукупну річну вигоду 2,4 млн грн (з урахуванням економії на ТО, скорочення простоїв та подовження ресурсу автомобілів) при інвестиціях 1 млн грн, що дає ROI 140 % і термін окупності менше ніж за рік.

УДК 656.13.071

Інтеграція телематики в автомобільні транспортні системи

проф. Савін Ю.Х., аспірант Соколенко О.В.

Розгортання телематичних систем в автомобільній галузі є наслідком впровадження виробниками автомобілів стандартів щодо безпеки, екологічності та економічності. Комунікація між транспортними засобами, інфраструктурними об’єктами, менеджерами автопарків та виробничими підрозділами відкриває суттєві перспективи для підвищення ефективності транспорту. Розробляється технологія автономних автомобілів. Вважається, що розвиток телематики є одним з ключових факторів підтримки ролі транспортного сектору та його адаптації до кліматичних змін. Технології безпеки швидко розвиваються для захисту пасажирів, а телематика значною мірою доповнює конструктивні рішення виробників. Розробники використовують GPS-навігацію, дистанційну діагностику, відстеження транспортних засобів у режимі реального часу та системи реагування на надзвичайні ситуації. Для сучасних автопарків створюється єдина система керування транспортними засобами та водіями на базі GPS-відстеження, бортової діагностики, сенсорної технології та системи бездротового зв’язку. Обсяг інформації включає детальні показники щодо місцезнаходження транспортного засобу, витрати палива, діагностики двигуна, поведінки водія та операційної ефективності, доступні через платформи управління. Поєднання телекомунікації та інформатики дозволяє здійснювати моніторинг та аналіз роботи автомобілів, поведінки водія та операційних показників у режимі реального часу. Завдяки можливості збору інформації з понад 70 точок даних автомобіля менеджери автопарку отримують новий рівень керування

операціями. Оператори автопарків повідомляють про економію палива від 20 до 30%, що є суттєвою перевагою при здійсненні перевезень.
Концепція підключених транспортних засобів активно розвивається в Європі та США. Розробники вказують на потенційну користь розгортання технології на перехрестях зі світлофорами, на перевантажених артеріальних коридорах, або в районах, де передача інформації про дорожнє покриття є важливою.
Телематика автопарку базується на бездротовій передачі даних. Для прикладу використовуються технології ближнього радіусу дії C-ITS, а саме 3GPP LTE-V2X PC5 та IEEE 802.11p, обидві працюють у діапазоні 5,9 ГГц. Стільниковий мобільний зв'язок 4G забезпечує високошвидкісну передачу даних для мобільних терміналів, включаючи смартфони, планшети та ноутбуки, а також все частіше використовується в автомобілях. Цікавою є технологія LoRaWAN, що вирізняється великим радіусом дії та низьким енергоспоживанням.

УДК 629.113

Удосконалення алгоритмів пошуку несправностей електронного блоку керування ДВЗ бензинових двигунів за допомогою симулятора Electude

проф. Січко О.Є.

Сучасні бензинові двигуни оснащені складними електронними блоками керування (ЕБК), які забезпечують оптимальну роботу системи запалювання, подачі пального та контролю викидів. Пошук несправностей у ЕБК є складним завданням через велику кількість датчиків, виконавчих механізмів та складність електронних схем. Традиційні методи діагностики часто потребують значного досвіду та часу, а також ризикують призвести до помилкових висновків через людський фактор. Використання симулятора Electude дозволяє моделювати різноманітні несправності ЕБК у безпечному віртуальному середовищі, що сприяє глибшому розумінню принципів роботи системи. Electude надає можливість відпрацьовувати алгоритми пошуку несправностей, аналізувати сигнали датчиків, перевіряти ланцюги та тестувати реакцію системи на різні відмови. Завдяки інтерактивним сценаріям симулятора, студенти та фахівці можуть удосконалювати навички діагностики без ризику пошкодження реального обладнання. Удосконалення алгоритмів пошуку несправностей за допомогою Electude дозволяє скоротити час ремонту, підвищити точність діагностики та знизити витрати на обслуговування. Впровадження симуляторів у навчальний процес сприяє підготовці висококваліфікованих спеціалістів, здатних ефективно працювати з сучасними електронними системами автомобілів.

УДК 629.113

Особливості формування виробничо-технічної бази підприємств для обслуговування транспортних засобів з електричною тяговою установкою

проф. Січко О.Є., аспірант Лисенко О.О.

Перехід автомобільного транспорту на електричну тягу є світовою тенденцією, зумовленою екологічними вимогами, підвищенням енергоефективності та зниженням експлуатаційних витрат. Це вимагає адаптації виробничо-технічної

бази підприємств сервісного обслуговування. Загальні принципи формування виробничо-технічної бази. Виробничо-технічна база повинна забезпечувати: спеціалізацію робочих постів під електротранспорт; наявність сучасного діагностичного обладнання; безпечні умови роботи з високовольтними системами; можливість технічного оновлення відповідно до розвитку технологій. Особливості технологічного оснащення. Підприємства повинні бути обладнані: системами тестування та калібрування електродвигунів і контролерів; приладами для перевірки стану та балансу акумуляторних батарей; стендами для аналізу систем рекуперації енергії; зарядною інфраструктурою з можливістю швидкого підключення. Вимоги до персоналу. Технічний персонал повинен мати: спеціальну підготовку з електробезпеки (робота з напругою понад 400 В); знання у сфері діагностики електронних систем та управління енергоспоживанням; навички роботи з програмно-інформаційними комплексами діагностики. Організаційні аспекти. Раціональне планування виробничих зон за принципом поточної технологічної схеми. Введення окремих дільниць для обслуговування батарей та електронних систем. Забезпечення належної вентиляції, систем пожежної безпеки та температурного контролю. Енергетична інфраструктура підприємства. Необхідність підсилення енергопостачання та впровадження систем керування енергоспоживанням. Використання відновлюваних джерел (сонячні панелі) як допоміжного живлення для зарядних станцій. Екологічні та економічні переваги. Зниження витрат на енергію та технічне обслуговування у довгостроковій перспективі. Зменшення шкідливих викидів у навколишнє середовище. Формування позитивного іміджу підприємства як учасника «зеленої» економіки. Розвиток виробничо-технічної бази підприємств для обслуговування електротранспорту є стратегічним напрямом модернізації автосервісної галузі. Інноваційний підхід, технічна підготовка персоналу та впровадження енергоефективних технологій забезпечать конкурентоспроможність підприємств у майбутньому.

УДК 621.43

Удосконалення алгоритмів діагностування системи живлення електричною енергією вантажних автомобілів на СТО

проф. Січко О.Є., студент Єсипенко А.С.

Система живлення електричною енергією вантажних автомобілів є ключовою для забезпечення надійної роботи всіх електронних та електромеханічних компонентів транспортного засобу. Традиційні методи діагностики часто не враховують складність сучасних електричних схем, що призводить до тривалого пошуку несправностей та можливих помилок у визначенні причин відмов. Удосконалення алгоритмів діагностування передбачає використання сучасних діагностичних приладів, програмного забезпечення та автоматизованих тестерів, які дозволяють швидко і точно виявляти несправності. Впровадження покрокових алгоритмів перевірки стану акумуляторних батарей, генераторів, стартерів, реле та запобіжників дозволяє систематизувати процес діагностики та зменшити ймовірність пропуску

прихованих дефектів. Застосування цифрових осцилографів і мультиметрів дає змогу аналізувати якість електричних сигналів, виявляти короткі замикання, обриви та нестабільність напруги у ланцюгах живлення. Використання спеціалізованих програм для моделювання електричних схем допомагає швидко знаходити потенційні проблемні ділянки та оптимізувати процес ремонту. Підвищення кваліфікації персоналу СТО шляхом навчання сучасним методам діагностики сприяє зменшенню часу простою автомобілів та підвищенню якості обслуговування. Удосконалені алгоритми діагностування забезпечують ефективне виявлення та усунення несправностей, що позитивно впливає на надійність та безпеку експлуатації вантажних автомобілів.

УДК 629.113

Удосконалення технологій діагностування гальм вантажних автомобілів за допомогою гальмівних стендів на СТО

проф. Січко О.Є., студент Мешков В.О.

Гальмівна система вантажних автомобілів є критично важливою для безпеки дорожнього руху, тому своєчасна та якісна діагностика її стану має першочергове значення. Традиційні методи перевірки гальм часто не дозволяють об’єктивно оцінити ефективність роботи всіх компонентів системи під навантаженням. Використання гальмівних стендів на СТО забезпечує моделювання реальних умов експлуатації, що дозволяє точно вимірювати силу гальмування, рівномірність дії гальм та ефективність стоянкової гальмівної системи. Гальмівні стенди дають змогу швидко виявляти дисбаланс гальмівних сил між осями та колесами, а також визначати наявність прихованих дефектів, які не проявляються під час звичайної перевірки. Сучасні стенди оснащені електронними системами збору та аналізу даних, що дозволяє автоматизувати процес діагностики та зменшити вплив людського фактора на результати перевірки. Удосконалення технологій діагностування за допомогою гальмівних стендів сприяє підвищенню точності виявлення несправностей, скороченню часу обслуговування та зниженню витрат на ремонт. Впровадження новітніх стендів із можливістю збереження та аналізу історії перевірок дозволяє відстежувати динаміку зносу гальмівної системи та планувати профілактичне обслуговування. Підвищення кваліфікації персоналу СТО у роботі з гальмівними стендами забезпечує якісну діагностику, що підвищує рівень безпеки вантажних автомобілів на дорогах.

УДК 629.083:338.242

Оптимізація стратегії управління ризиками діяльності підприємств автомобільного транспорту та автосервісу

доц. Бугайчук О.С.

Прийняття рішень для управління підприємством здійснюється під впливом невизначеності та ризику. В результаті можуть виникнути несподівані та непередбачувані події, ціль може бути не повністю, невчасно досягнутою або недосягнутою. Відхилення від цілі, неспівпадіння отриманого результату із запланованим під час прийняття рішення характеризується ризиком.

Стратегія підприємства реалізується поетапно, крок за кроком, на кожному з яких присутні свої ризики. Управління підприємством можливо розглядати як проєкт розвитку з урахуванням факторів ризику та етапів його реалізації. На кожному етапі розвитку подій можливі альтернативні напрями дій реалізації стратегії проєкту. Кожний із цих напрямів розвитку характеризується ймовірністю появи витрат, збитків, прибутку, впливом ситуації на ринку, постачання та іншими непередбачуваними подіями.

Важливо розробити проєкт з максимальним прибутком при допустимому рівні витрат. Це можна досягнути на основі проведених розрахунків.

У результаті математичної моделі, розрахунків, методів оптимізації, можливо розробити, отримати стратегію управління реалізацією проєкту управління підприємством в умовах ризиків для прийняття оптимального рішення керівництвом підприємства. Цільовою функцією оптимізації є ймовірнісні показники на кожному етапі реалізації проєкту. Розв'язання задачі дискретного математичного програмування можливо за допомогою перебору варіантів рішень, методу гілок та меж, процедури оцінки варіантів розв'язку.

При різних варіантах вибору має значення як особа, яка приймає рішення, відноситься до ризику, відповідно можуть бути прийняті різні варіанти проєкту.

Таким чином, в результаті розрахунків запропонована методика оптимізації стратегії управлінням підприємством в умовах ризику може бути додатковим інструментом для обґрунтування прийняття рішень керівництвом різних рівнів управління підприємством.

УДК 629.083

Підвищення ефективності діяльності підприємства автосервісу ТОВ «КОРЕЯ-АВТОПРОМ», м. Київ

доц. Бугайчук О.С., студент Суєцький О.О.

Розглянуто питання підвищення ефективності діяльності підприємства автосервісу шляхом удосконалення системи технічного обслуговування і ремонту автоматичних коробок передач на базі підприємства автосервісу ТОВ «КОРЕЯ-АВТОПРОМ» у м. Києві, яке спеціалізується на обслуговуванні автомобілів корейського виробництва.

У роботі проаналізовано сучасний стан ринку послуг автосервісу з технічного обслуговування і ремонту автоматичних коробок передач, досліджено виробничо-технічну базу підприємства автосервісу та особливості організації його діяльності.

За результатами дослідження виконано техніко-економічне обґрунтування ефективності запропонованих заходів. Отримані результати можуть бути використані підприємствами автосервісу при організації технічного обслуговування і ремонту автоматичних коробок передач з метою підвищення експлуатаційної надійності автомобілів та покращення фінансових показників діяльності.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на розробку автоматизованих систем діагностування коробок передач, удосконалення технологій відновлення зношених деталей та створення інтегрованих систем управління технічним станом автомобілів на основі сучасних інформаційних технологій.

УДК 629.083:368.21

Вплив автострахування на діяльність підприємств автосервісу

доц. Бугайчук О.С., студент Таран Є.О.

Система автострахування відіграє важливу роль у функціонуванні автомобільного транспорту, оскільки забезпечує фінансове відшкодування збитків, завданих унаслідок дорожньо-транспортних пригод. Разом з тим, механізм визначення розміру страхових виплат безпосередньо впливає на діяльність підприємств автосервісу та якість відновлювального ремонту транспортних засобів.

В Україні процес врегулювання страхових випадків здійснюється відповідно до законодавства у сфері страхування та нормативних документів щодо оцінки колісних транспортних засобів. Вартість відновлювального ремонту визначається на підставі калькуляцій із використанням спеціалізованих програмних продуктів, з урахуванням норм часу, вартості запасних частин та матеріалів. Такий підхід формує фінансову базу для проведення ремонту на підприємствах автосервісу.

Разом з тим, практика показує наявність низки проблем. Заниження вартості нормо-години, використання неоригінальних комплектуючих та орієнтація на мінімізацію виплат можуть призводити до економічних втрат підприємств автосервісу. У випадках, коли страхова виплата не покриває фактичні витрати на ремонт, СТО змушені або зменшувати прибутковість робіт, або знижувати якість відновлення транспортного засобу. Це створює ризики погіршення технічного стану автомобілів та впливає на безпеку дорожнього руху.

Водночас система оцінки збитків є ключовим елементом, що забезпечує баланс інтересів між страховою компанією, потерпілою стороною та підприємством автосервісу. Об’єктивність і прозорість розрахунків вартості ремонту сприяють підвищенню довіри до страхового ринку та стабільності функціонування підприємств автосервісу.

Отже, удосконалення механізму визначення страхових збитків має здійснюватися шляхом перегляду підходів до формування середньої вартості нормо-години, гармонізації національних стандартів із європейською практикою та цифровізації процесу врегулювання. Реалізація зазначених заходів дозволить підвищити економічну ефективність діяльності підприємств автосервісу та забезпечити належну якість відновлювального ремонту транспортних засобів, а також підвищення довіри до ринку автострахування.

УДК 629.083

Поліпшення діяльності автотранспортного підприємства філії «Автобусний парк №5» КП «Київпастранс»

доц. Бугайчук О.С., студент Трохименко А.С.

Проведений аналіз стану рухомого складу, ВТБ комплексного АТП. Досліджено особливості і тенденції розвитку технічної експлуатації автомобілів, ВТБ підприємства. Сформульовані основні напрями і перспективи розвитку виробничої потужності з ТО і ремонту рухомого складу АТП. Проаналізовані техніко-економічні показники роботи підприємства, рівень

механізації, забезпеченість технологічним обладнанням. Від стану ВТБ підприємства залежить експлуатація рухомого складу, забезпеченість працівниками, стан і структура автотранспортних засобів, організація виробництва та перевезень. На розвиток підприємства впливає процес забезпечення технічної готовності парку автомобілів. Для визначення стану підприємства потрібно зібрати статистичні показники: марки і кількість автомобілів, їх пробіги в експлуатації, вартість ВТБ, витрати на ТО і ремонт автомобілів, чисельність ремонтно-обслуговуючих працівників, фонд заробітної плати, ефективність використання ВТБ, вартість основних фондів підприємства, капіталовкладення. Стан, тенденції і перспективи розвитку ВТБ АТП визначаються показниками фондооснащеності, фондоозброєності, фондовіддачі, механоозброєності, якістю та продуктивністю праці і чисельністю працівників, забезпеченістю запасними частинами, коефіцієнтом технічної готовності автопарку, відповідністю технологічного обладнання та автомобілів, виробничими приміщеннями, виробничою потужністю ТО і ремонту ДТЗ. Покращення цих показників впливає на поліпшення функціонування ВТБ та експлуатацію автомобілів, техніко-економічних показників діяльності підприємства. Важливо впроваджувати у підприємстві результати науково-технічного прогресу в галузі автомобільного транспорту. Заміна технологічного обладнання, зростання продуктивності та якості праці працівників, поліпшення організації виробництва, належне капіталовкладення у ВТБ, технічне переоснащення, реконструкцію, розширення виробництва з ТО і ремонту автомобілів. Важливо забезпечити виробничі процеси технологічним обладнанням та кваліфікацію працівників, підвищити організаційно-технічний рівень виробництва, ефективність технічної служби підприємства, технічної експлуатації автомобілів, спеціалізації, кооперації, концентрації виробництва для забезпечення експлуатаційної надійності рухомого складу.

УДК 629.01

Новий тип літій-іонних батарей з монокристалічним електродом – нове відкриття щодо подовження ресурсу накопичувача енергії

доц. Будниченко В.Б., аспірант Харламов С.А.

Нещодавнє дослідження щодо того, як з часом відбувається пошкодження і знос батареї та як можливо цьому запобігти, виявило новий тип літій-іонного акумулятора з монокристалічним електродом. Під час дослідження акумулятор безперервно заряджався і розряджався впродовж понад шести років. В результаті процесу зносу акумулятора було виявлено, що новий тип літій-іонної батареї продемонстрував вражаючу стійкість та витримку понад 20 000 циклів, перш ніж досягти ємності у 80 %, що відповідає пробігу у 8 мільйонів кілометрів. Для порівняння, звичайна літій-іонна батарея витримала всього 2400 циклів, перш ніж досягла 80 % ємності. Нове відкриття передбачає, що в майбутньому такі акумулятори зможуть прослужити довше, а також їх можна буде використовувати для масового зберігання енергії.

УДК 629.3.016.8

Удосконалення методів випробувань транспортних засобів

доц. Будниченко В.Б., студент Іванченко Д.Г.

Аналіз практичної діяльності випробувальних лабораторій виявив низку проблемних питань, пов'язаних з ефективністю процедур випробувань. Головною проблемою є обробка технічних записів.

У багатьох випадках перенесення даних з екранів вимірювальних приладів до паперової чернетки, а потім – до електронного макету протоколу, здійснюється вручну. Це:

- збільшує час проведення робіт;
- створює ризик механічних помилок (описок);
- ускладнює перевірку достовірності даних (важко підтвердити, що цифри не були вигадані, якщо немає прямого цифрового сліду від приладу).

УДК 656.13

Метод діагностування електронних блоків керування автомобіля шляхом поетапної перевірки різних підсистем блока керування з використанням комбінації різних приладів

доц. Годованюк П.Д.

Розвиток електронних систем управління двигуном і трансмісією призвело до поліпшення експлуатаційних властивостей автомобіля.

Те визначальне значення, яке належить електронній системі в автомобілі, змушує приділяти підвищену увагу проблемам, пов'язаним з їх обслуговуванням.

Вирішення цих проблем полягає у включенні функцій самодіагностики в електронну систему. Реалізація цих функцій заснована на можливостях електронних систем, що вже використовуються на автомобілі для безперервного контролю та визначення несправностей з метою зберігання цієї інформації та діагностики.

УДК 629.113

Удосконалення системи управління запасами запасних частин підприємств автосервісу

доц. Кошарний М.М.

Ефективність і надійність функціонування підприємств автосервісу значною мірою залежить від рівня забезпеченості їх запасними частинами. Недосконаліть методології управління постачанням ринку запасними частинами призводить до зростання збитків споживачів та постачальників. Таке положення обумовлюється відсутністю на сьогоднішній день ефективних методів маркетингу в системі управління запасами.

Складність завдання управління запасами полягає у визначенні реального споживання й оптимального розподілу запасних частин, що залежить від багатьох факторів й, у першу чергу, особливостями запасних частин як продукту постачання і їхнім маркетингом, наявністю різноманітних форм власності і

недостатньою вивченістю деяких теоретичних питань організації системи постачання в умовах ринкової економіки.
Теоретично узагальнено і запропоновано напрями удосконалення управління запасами запасних частин в ланцюзі виробничо-збутова система – підприємства автосервісу на основі розробки оптимальних варіантів організації системи управління запасами.
Визначені основні завдання та шляхами вдосконалення системи забезпечення запасними частинами підприємств автосервісу.

УДК 629.113

Особливості обслуговування та ремонту броньованих автомобілів BMW, Mercedes-Benz, Audi, Toyota

доц. Лобода А.В., студент Бондар М.В.

Броньовані автомобілі є спеціалізованими транспортними засобами, призначеними для захисту пасажирів та водія від вогнепальної зброї, вибухових пристроїв і механічних ушкоджень. Вони широко застосовуються у військовій сфері, правоохоронних органах, інкасаційних службах, а також для перевезення посадових осіб. Найчастіше бронювання здійснюється на базі серійних автомобілів преміум-класу та позашляховиків таких марок, як BMW, Mercedes-Benz, Audi та Toyota, які мають потужні силові агрегати, міцну конструкцію кузова та розвинуті системи активної і пасивної безпеки.
Основною особливістю технічного обслуговування броньованих автомобілів є значне збільшення їх спорядженої маси, яка може зростати на 40 – 80 % у порівнянні зі стандартними моделями. Це призводить до підвищених навантажень на елементи підвіски, трансмісію, рульове керування та гальмівну систему. Тому регламентні роботи необхідно виконувати з меншими інтервалами, а під час кожного ТО обов’язково проводити діагностику стану пружин, амортизаторів, важелів, шарнірів та ступичних підшипників.
Гальмівна система броньованих автомобілів працює в умовах підвищених теплових і механічних навантажень. Для забезпечення ефективного гальмування застосовуються вентильовані або перфоровані диски збільшеного діаметра, багатопоршневі супорти та колодки з високим коефіцієнтом тертя. У процесі експлуатації необхідно регулярно перевіряти товщину фрикційних накладок, стан гальмівних шлангів і рівень гальмівної рідини, оскільки її перегрів призводить до зниження ефективності гальмування.
Окрему увагу приділяють силовим агрегатам. Через збільшену масу та аеродинамічний опір двигуни працюють у режимах підвищених навантажень, що прискорює зношування поршневої групи, системи газорозподілу та турбонагнітачів. Двигуни потребують використання високоякісних мастильних матеріалів і скорочених інтервалів заміни оливи, а також регулярного контролю системи охолодження.
Ремонт броньованих автомобілів має свою специфіку, оскільки доступ до багатьох вузлів ускладнений через наявність бронепанелей і багатошарового скла. Демонтаж таких елементів потребує спеціального інструменту та

дотримання вимог безпеки. Крім того, під час відновлення броньованих деталей важливо не порушити їхні захисні властивості.
Технічне обслуговування і ремонт броньованих автомобілів BMW, Mercedes-Benz, Audi та Toyota вимагають високої кваліфікації персоналу, спеціалізованого обладнання та дотримання посилених регламентів. Раціональна організація сервісних робіт дозволяє забезпечити надійність, безпеку та довговічність цих транспортних засобів в умовах інтенсивної експлуатації.

УДК 656.13
Способи контролю власного автопарку логістичної компанії
доц. Лобода А.В., студент Захарченко Д.Ю.
Ефективне управління власним автопарком є одним із ключових чинників підвищення конкурентоспроможності логістичних компаній. Контроль технічного стану, витрат пального, дотримання маршрутів і режимів експлуатації транспортних засобів безпосередньо впливає на собівартість перевезень та рівень сервісу.
Одним із основних способів контролю автопарку є використання GPS-моніторингу. Супутникові системи дозволяють у режимі реального часу відстежувати місцезнаходження транспортних засобів, швидкість руху, простої та відхилення від заданих маршрутів. Це дає змогу оперативно реагувати на порушення та оптимізувати логістичні процеси.
Важливим елементом є контроль витрат пального шляхом встановлення датчиків рівня палива та аналізу даних бортових систем. Такий підхід дозволяє виявляти нераціональне використання ресурсів і запобігати зловживанням.
Окрему роль відіграє прогностичне технічне обслуговування, яке базується на аналізі зібраної інформації щодо пробігу, мотогодин і динаміки зміни технічного стану. Воно дозволяє не допустити несправності або відмови, а заздалегідь визначити необхідні роботи. Своєчасне діагностування технічного стану знижує ризик аварій та простоїв транспорту.
Таким чином, поєднання інформаційних технологій, аналітики експлуатаційних даних та системного підходу до технічного обслуговування забезпечує ефективний контроль власного автопарку логістичної компанії.

УДК 629.113
Особливості технічного обслуговування і ремонту двигунів FSI автомобілів Volkswagen в умовах експлуатації
доц. Лобода А.В., студент Кішаковський П.О.
У автомобілях Volkswagen, оснащених бензиновими двигунами з безпосереднім упорскуванням палива FSI (далі – двигуни FSI), першочергова увага під час технічного обслуговування приділяється справності двигуна внутрішнього згоряння та його паливної системи. Для двигунів FSI виконуються регламентні сервісні роботи, передбачені заводом-виробником для конкретної моделі автомобіля. Характерною особливістю двигунів FSI є необхідність регулярного контролю та профілактичного очищення паливної системи.

Конструктивною особливістю двигунів FSI є застосування паливного насоса високого тиску (HPFP) та форсунок безпосереднього упорскування, що працюють за високих навантажень. У процесі експлуатації, особливо за умови використання пального недостатньої якості, спостерігається прискорений знос плунжерної пари насоса та забруднення форсунок. Це проявляється у нестабільній роботі двигуна, погіршенні пускових характеристик та зростанні витрати палива. Тому під час кожного технічного обслуговування доцільно виконувати діагностику тиску палива та корекцій упорскування.

Характерною експлуатаційною проблемою двигунів FSI є інтенсивне утворення нагару на впускних клапанах. Через те, що паливо впорскується безпосередньо в камеру згоряння, впускні клапани не омиваються бензином, як у двигунах з розподіленим упорскуванням. Унаслідок цього на клапанах накопичуються відкладення продуктів згоряння та картерних газів, що призводить до погіршення наповнення циліндрів, втрати потужності та нестабільної роботи двигуна на холостому ходу. У практиці ремонту для усунення цієї проблеми застосовується механічне або абразивне очищення впускних клапанів (зокрема методом walnut blasting), яке рекомендується виконувати кожні 60 – 100 тис. км пробігу залежно від умов експлуатації.

Під час експлуатації автомобілів Volkswagen з двигунами FSI в умовах міського циклу додатковим негативним чинником є часті пуски холодного двигуна та робота на малих навантаженнях. Це сприяє підвищеному зносу елементів системи запалювання та прискореному забрудненню впускного тракту. Тому при технічному обслуговуванні обов’язковою є перевірка стану свічок запалювання та котушок запалювання, які в двигунах FSI мають обмежений ресурс.

Ремонт двигунів FSI потребує використання сучасного діагностичного обладнання та програмного забезпечення (ODIS, VCDS), що дозволяє аналізувати параметри роботи електронних систем керування двигуном. Особливу увагу варто приділяти аналізу помилок системи керування, значень паливних корекцій, тиску у паливній рампі та температурних режимів роботи двигуна. Недостатня якість діагностики може призвести до необґрунтованої заміни дорогих компонентів паливної системи.

УДК 656.13

Особливості експлуатації та цінова політика ремонту вантажних автомобілів DAF XF EURO 6 в Україні

доц. Лобода А.В., студент Мачушенко О.О.

У реальних умовах України через нестабільну якість дизельного пального найчастіше виходять з ладу форсунки та паливний насос високого тиску. Вартість ремонту однієї форсунки становить у середньому 8 – 12 тис. грн, повна заміна комплекту форсунок може перевищувати 60 – 80 тис. грн, а заміна ПНВТ – 45 – 65 тис. грн, що суттєво збільшує експлуатаційні витрати.

Використання неякісного або розбавленого AdBlue призводить до кристалізації реагенту в насосах і форсунках. У практиці СТО заміна насосного модуля SCR

коштує до 30 – 35 тис. грн, ремонт окремих елементів – 7 – 15 тис. грн, при цьому автомобіль часто простоює кілька тижнів.
Через міські режими руху та тривалі простої повноцінна регенерація сажового фільтра у DAF XF EURO 6 часто не відбувається. Примусова регенерація або чистка коштує 5 – 10 тис. грн, тоді як заміна або відновлення фільтра в офіційних сервісах може сягати 25 – 40 тис. грн, що для багатьох перевізників є фінансово невигідним.
Значна кількість несправностей пов'язана з датчиками, блоками керування та проводкою. Базова діагностика коштує 1,5 – 2,5 тис. грн, розширена – до 40 тис. грн. Заміна блоку керування двигуном без адаптації оцінюється у 80 – 120 тис. грн, а з повним програмуванням – до 130 – 160 тис. грн, що робить електроніку одним з найдорожчих напрямів ремонту.
Заміна зчеплення, актуаторів або калібрування автоматизованої КПП у середньому коштує 35 – 55 тис. грн без урахування деталей. У разі серйозних пошкоджень вартість ремонту може перевищувати 100 тис. грн, що часто змушує власників відкладати ремонт або шукати компромісні рішення.
В Україні багато деталей для DAF XF EURO 6 доступні лише під замовлення з ЄС. Очікування поставок триває від 2 до 6 тижнів, що збільшує непрямі витрати через простій. Авторизовані сервісні центри в середньому встановлюють ціни на 20 – 30 % вище, ніж незалежні СТО, але забезпечують коректну адаптацію та гарантію.
Через високу вартість ремонту власники часто застосовують відновлені або вживані вузли. Це знижує початкові витрати, але підвищує ризик повторних відмов і збільшує загальні витрати у середньостроковій перспективі.
Навіть відмова одного датчика або модуля може повністю зупинити автомобіль. У практиці українських перевізників втрати від простою часто перевищують прямі витрати на сам ремонт.
Отже, DAF XF EURO 6 в умовах України характеризується високою технологічністю, але й значними експлуатаційними витратами. Основні труднощі зосереджені в паливній системі, екологічних компонентах та електроніці, а цінова політика ремонту формується під впливом дефіциту запчастин, складності діагностики та тривалості простоїв.

УДК 662.756.3

Оцінка життєвого циклу біодизельного палива за аналізом Well-to-Tank та Tank-to-Wheel

доц. Павловський М.В., аспірант Степанкевич Д.А.

Перехід транспортного сектору до енергоресурсів з низьким вуглецевим слідом потребує методологічно коректної порівняльної оцінки екологічності використання біодизельного палива. Практика порівняння паливно-економічних та екологічних показників роботи двигуна при роботі на біодизельному паливі виключно за випробувальними їздовими циклами є недостатньою, оскільки не враховується вплив стадії видобутку чи отримання сировини, переробки, транспортування та дистрибуції палива. Особливо з урахуванням оснащення двигунів внутрішнього згоряння системами

доочищення відпрацьованих газів. Саме тому у сучасних підходах інтегральним критерієм для порівняння впливу на кліматичні зміни виступає показник нормований до одиниці енергії палива г CO_2екв./МДж, із розділенням на його оцінку на кожному із етапів.

За результатами актуалізованих розрахункових даних Joint Research Centre для викопного дизельного палива сумарне навантаження становить 95,1 г CO_2екв./МДж, з яких 21,9 г CO_2екв./МДж припадає на ланцюг постачання, а 73,2 г CO_2екв./МДж – на процес згоряння. В порівнянні з цими показниками, біодизель на основі ріпакової олії сумарно привносять 42,0 г CO_2екв./МДж, з яких 29,9 г CO_2екв./МДж на вирощування і 10,5 г CO_2екв./МДж на переробку. Враховуючи, що для відпрацьованих кулінарних олій, як сировини для виробництва біодизеля, процес вирощування не враховується, то загальний їх внесок становить лише 11,1 г CO_2екв./МДж. У відношенні до викопного дизельного палива, біодизель виготовлений з відпрацьованих кулінарних олій демонструє зменшення впливу на клімат на 88 % за однакової енергетичної функціональної одиниці.

Отже, науково обґрунтоване твердження про переваги біодизеля з точки зору впливу на зміну клімату можливе лише за повного аналізу від культивації сировини, виробництва палива і його шляху транспортування до споживача, до системи випуску і доочищення відпрацьованих газів. Проте важливим аспектом є прозора декомпозиція усіх процесів, чітке встановлення меж системи, яку оцінюють та обережність в припущеннях використання супутніх продуктів виробництва та утилізації відходів.

УДК 658.5

Особливості технологічного розрахунку автозаправних комплексів

доц. Ященко М.М.

Технологічний розрахунок автозаправного комплексу (АЗК) не може бути проведений виходячи тільки з врахування місця його знаходження (міський, дорожній чи відомчий) та виду надання послуг (заправка паливом, моторною оливою, водою, повітрям, кафетерій, торгівля супутніми речами тощо). Розрахунок автозаправного комплексу повинен проводитись згідно нормативів ДБН В.2.3-4:2015, які враховують категорію автомобільних доріг, відстань між АЗК, тип розміщення та їх потужність.

УДК 658.5

Підвищення ефективності надання автосервісних послуг на основі оптимізації використання об'єктивних характеристик ВТБ

доц. Ященко М.М., студент Івженко Д.В.

Нераціональне використання виробничих потужностей підприємств автосервісу з ремонту та технічного обслуговування автомобілів, недостатній рівень технології та організації виробництва призводить до штучних матеріальних і фінансових втрат. Факти нераціонального використання виробничих потужностей підприємств автосервісу ще мають місце, що і обумовлює необхідність пошуку

нових форм і методів організації виробництва та управління, постановки та комплексного розв'язання відповідних оптимізаційних завдань на єдиній системно-методичній основі. Запропоновано комплексне розв'язання практичних завдань на основі нових методів і моделей функціонування підприємства автосервісу, що дозволить значно підвищити ефективність його виробничо-господарської діяльності.

УДК 629.13

Методи визначення кількості запасних частин для підприємств автомобільного транспорту

доц. Ященко М.М., студент Козлов І.А.

Існуючі методики визначення кількості автомобільних запасних частин для автопідприємства поділяються за такими групами:

– за встановленими нормами, які визначаються як середня кількість певних запасних частин на 100 автомобілів в рік. В основі встановлених норм лежить інформація по експлуатаційній надійності деталей. Такі норми розраховуються для стандартних умов. Методика застосовується виробниками автомобілів для розрахунку кількості запасних частин, що випускаються. Деякі автосервісні підприємства, застосовують цю методику для визначення потреби в запасних частинах;

– за фактичним попитом на запасні частини. Цей потік вимог збирається, аналізується і систематизувався. Така методика дозволяє точніше давати результат про реальну потребу в автомобільних запасних частинах. Збір даних повинен тривати тривалий період часу (не менше року);

– методика, що об'єднує підходи перших двох.

Ефективним також є визначення потреби в запасних частинах із застосуванням прогнозних моделей. При використанні короткострокового прогнозування (тримісячний метод) виділяють запасні частини, визначені для першого місяця («тверде замовлення»). Для подальших – кількість вказують приблизно, обсяг уточняється повторно за 10 – 20 днів до настання наступного місяця. При замовленні, розрахункову кількість збільшують на 1 – 5 %, щоб уникнути ситуації відсутності запасної частини в складі. Перспективне прогнозування (планування) застосовують на період два-три роки. Розрахункова кількість запасних частин може виражатися по-різному – у відсотках на один автомобіль, в грошовому вираженні або в натуральних одиницях (по групах запасних частин). Нині, автотранспортні підприємства ведуть облік витрат запасних частин і коригують норми (для розрахунків відділу матеріально-технічного постачання).

На роботу складу запасних частин, додаткові витрати досягають 18 % їх вартості. Структурно витрати розподіляються на внутрішньо-складське переміщення і облік – 4 %, робота складу – 3 %, податки і страхування – 1 %, збиток від ушкодження – 5 %, відсоток на заморожені обігові кошти – 5 %.

При цьому необхідно мати методику розрахунку кількості запасних частин на складі автопідприємства. Це досягається врахуванням впливу експлуатаційних, технічних і організаційних чинників роботи автотранспортного підприємства.

УДК 658.5

Підвищення конкурентоспроможності автосервісних підприємств шляхом вдосконалення інформаційного забезпечення гарантійного ремонту автомобілів

доц. Ященко М.М., студент Рогуцький О.В.

Розглянуто основні аспекти та проблеми в організації гарантійного ремонту автомобілів, досліджено методологію функціонального моделювання процесів управління в автосервісі, проаналізовано процес надання послуг з гарантійного ремонту автомобілів. За результатами дослідження розроблені модель процесу надання послуг гарантійного ремонту та запропоновані практичні рекомендації щодо вдосконалення інформаційного забезпечення гарантійного ремонту автомобілів.

УДК 629.113

Основні критерії вибору автомобільного шиномонтажу

асист. Гризлов О.О.

Автомобільні шиномонтажні роботи є одними із найпоширеніших послуг, які завжди затребувані автовласниками, разом із тим, на ринку автосервісних послуг наявна велика кількість пунктів, майстерень та СТО, які виконують даний вид робіт, і між ними існує висока конкуренція і «боротьба» за клієнтів – автовласників. А тому, пункт автомобільного шиномонтажу, який прагне позитивно зарекомендувати серед автовласників, перш за все, має дотримуватися чистоти робочої зони, а перед безпосереднім виконанням робіт спочатку здійснювати миття коліс – на монтаж і балансування мають надходити чисті (або нові) шини і диски.

Верстаки та стенди не повинні обов'язково бути новими. Набагато важливіше як вони встановлені і як обслуговуються. Бажано, щоб шиномонтажний і балансувальний стенди розміщувалися на міцній бетонній підлозі, а балансувальний стенд необхідно, щоб він був виставлений горизонтально і надійно закріплений. Якщо, наприклад, при балансуванні спеціаліст шиномонтажу після першого прокручування ставить якісь тягарці, а при другій починає коригувати їхню масу або розміщення – це «дзвіночок».

Балансувальні тягарці у компаніях, що поважають себе, використовують строго нові, а у випадку тягарців, що приклеюються – перевіряють, щоб вони не зачіпляли деталі гальмівної системи при встановленні колеса на автомобіль.

Низькопрофільні шини потребують особливо якісного і не «розбитого» шиномонтажного обладнання, а також інструментів для монтажу – інакше не тільки диски можна подряпати, але і «вбити» надмірними навантаженнями нову вартісну шину.

Точність балансування має бути високою – якщо ж шиномонтаж не готовий відійти від традиційних «плюс-мінус 5 грам» у бік зменшення, тоді низькопрофільні колеса із шинами для швидкої їзди йому краще не довіряти.

Особливості щодо вбудованих датчиків тиску в шинах. Їх важливо не тільки акуратно і правильно встановити, але і не забути записати і передати власнику ідентифікаційний номер кожного девайсу. Це необхідно, якщо знадобиться прописування нових датчиків в електронному блоці керування, інакше потрібно буде здійснювати розбирання колеса для з'ясування ідентифікаційного номеру.

Висока ціна на шиномонтажні роботи – це ще не гарантія високої якості робіт. Навіть сучасне і вартісне шиномонтажне обладнання можливо знівелювати неправильним встановленням або використанням. Отже, найважливішим фактором є кваліфікований персонал шиномонтажу. А тому, автовласникам необхідно віддавати перевагу мережі спеціалізованих шиномонтажних центрів.

UDC 629.113

The feasibility of purchasing a Škoda Kodiaq based on a comparative assessment of fuel costs

assistant lecturer Khavruk V.O.

A turbocharged gasoline engine is suitable for regular trips over 100 km in the city or on the highway. Fuel savings only become apparent with higher annual mileage, and diesel engine maintenance is always somewhat more expensive than gasoline engine maintenance. A parallel hybrid allows for reduced fuel consumption in urban conditions, while on the highway there is virtually no difference.

As an example, let's consider the fuel consumption of the following power units of the Škoda Kodiaq (2025 model): 1) petrol engine (1,5L; 150 hp; 250 N·m; average fuel consumption 6,6 l/100 km); 2) diesel engine (2,0L; 150 hp; 360 N·m; average fuel consumption 5,9 l/100 km); 3) PHEV (1,5L; 204 hp; 330 N·m; average fuel consumption 0,5 l/100 km). All Škoda Kodiaq cars have front-wheel drive and are equipped with a robotic dual-clutch gearbox.

The base model with a 1,5-liter gasoline engine will cost at least €42900, the diesel costs €46500, and the PHEV hybrid costs €48530. This means the hybrid will be €5630 more expensive than its gasoline counterpart, or approximately 281500 UAH. Compared to the diesel, the hybrid is €2030 more expensive, or approximately 101500 UAH.

With A-95 gasoline priced at approximately 60 UAH per liter in the first quarter of 2026, the price difference could buy approximately 4692 liters. The difference in fuel consumption (assuming a PHEV is driven exclusively in the city) would be approximately 6 liters per 100 km. Therefore, the price difference would pay for itself after (4692/6,6) × 100 – approximately 71100 km. This calculation doesn't take into account many factors, but ultimately, the hybrid would not provide the theoretical benefit until at least 68000 – 70000 km.

Compared to diesel, the payback period will be slightly different – fuel costs are approximately 62 UAH in the first quarter of 2026. The difference can be used to purchase approximately 1637 liters of diesel fuel, which, with a consumption delta of approximately 5,2 liters, is sufficient (1637/5,2) × 100 = 53850 km. Thus, a hybrid pays for itself faster than a diesel, but diesel vehicles are purchased for long trips, during which any advantage in fuel consumption of a PHEV is negated.

Thus, as of 2026, in Ukraine, it makes sense to buy a car with a turbocharged gasoline engine. Diesel engines are not widely available, although they are more cost-effective for high annual mileages (over 50000 – 60000 km). Hybrid models remain somewhat exotic – fuel savings can be quickly offset by battery issues, which are quite common in older vehicles. Buying a new hybrid for fuel economy reasons makes no practical sense; a used car offers the best fuel economy regardless of driving conditions.

УДК 629.3.016.8

Експериментальні дослідження опору руху

аспірант Будниченко І.В.

Теоретичні засади визначення енергоефективності транспортного засобу категорії М3, класу І з електричною тяговою установкою потребують наявності інформації щодо його опору руху. Аналіз літературних джерел показав, що такі дослідження були виконані не менше ніж 70 років назад для транспортних засобів конструкція яких суттєво відрізняється від сучасних.

Для виконання експериментальних досліджень був використаний засіб вимірювальної техніки, який застосовують для оцінювання ефективності гальмових систем транспортних засобів. Цей прилад дозволяє зареєструвати швидкість, коли вона зменшується під час дії на транспортних засіб тільки сили опору руху. До початку експерименту була визначена маса транспортного засобу у спорядженому стані. Під час оброблення результатів вимірювання зміни швидкості було визначено сповільнення транспортного засобу під дією сили опору руху. Експеримент був виконаний для трьох різних типів сучасних транспортних засобів категорії М3, класу І, з електричною тяговою установкою, які були виготовлені в Україні.

Подальша обробка результату вимірювання передбачала визначення значення коефіцієнту кореляції між швидкістю та уповільненням транспортного засобу під час дією сили опору руху.

Оскільки обчислене значення коефіцієнту кореляції між швидкістю та сповільненням було менше критичного, то зроблений висновок щодо відсутності залежності між сповільненням та швидкістю транспортного засобу категорії М3, класу 1, якщо вона не перевищує 50 км/год.

УДК 656.13.071

Питання екології та їх роль у процесі керування віком автомобільного парку

аспірант Зимовець О.В.

На кінець 2020 р. понад 1 млрд 100 млн автомобілів знаходились у користуванні. Безперечно, зростання кількості автомобілів надало імпульс розвитку економіки, покращило рівень життя людства, але разом з цим збільшення автомобілізації виявило і негативні сторони цього явища, а саме – забруднення навколишнього середовища. Шкідливі речовини у відпрацьованих газах, стали причиною високої смертності. Це напряму пов’язано з рівнем автомобілізації та середнім віком автомобільного парку, які в свою чергу залежать від рівня економіки та добробуту населення. Ситуація потребувала негайних дій. Сподіваюсь Україна найближчим часом стане країною-членом Європейського Союзу, тож цікаво буде вивчити досвід ЄС у зменшення негативного впливу транспорту на екологію. Також, ознайомимось з статистикою ввезення вживаних автомобілів до Польщі і порівняємо з імпортом вживаних автомобілів в Україну. Виявимо тенденції та критерії для напрацювання рішень щодо зниження середнього віку автомобілів і зменшення транспортного забруднення навколишнього середовища.

УДК 621.43

Види стійкості транспортних засобів з електричною тяговою установкою, методи їх аналізу та оцінки

аспірант Кошарний В.О.

Практика експлуатації електробусів показує, що не правильне розташування електричної тягової батареї великої маси погіршує характеристики стійкості електробуса порівняно з аналогічними характеристиками автобуса з двигуном внутрішнього згорання.

Розміщення центру ваги електробуса визначає критичну швидкість руху по перекиданню, ковзанню в реальних умовах, а отже, стійкість руху автотранспортного засобу. Саме тому аналіз впливу центру ваги на стійкість електробуса є достатньо важливою задачею у практиці розробки конструкції електробуса.

Розробка узагальненої формули оцінки стійкості електробуса врахує вагові коефіцієнти для кожного з видів стійкості, що забезпечить гнучкість під час інженерних розрахунків та оптимізації конструктивних параметрів електробусу.

УДК 629.113

Оптимізація мережі зарядних станцій як чинник поліпшення економічних та екологічних показників автомобільного транспорту в умовах транспортних коридорів

аспірант Лисенко О.О.

Розвиток електротранспорту є важливим інструментом підвищення економічної ефективності та екологічної сталості автомобільного транспорту в умовах декарбонізації та посилення вимог до скорочення викидів парникових газів. У цьому контексті формування раціональної виробничої та сервісної інфраструктури, зокрема мережі зарядних станцій, є необхідною передумовою зниження експлуатаційних витрат, підвищення енергоефективності та зменшення негативного впливу автомобільного транспорту на довкілля.

Нерівномірне та фрагментарне розміщення зарядної інфраструктури призводить до зростання непрямих економічних втрат, пов’язаних із простоєм транспортних засобів, додатковими часовими витратами на заряджання та зниженням пропускної здатності магістральних напрямків. Це також обмежує екологічний ефект від упровадження електротранспорту, оскільки знижує його конкурентоспроможність порівняно з традиційними автомобілями з двигунами внутрішнього згоряння.

У тезах обґрунтовано доцільність застосування коридорного підходу до розвитку зарядної інфраструктури, за якого мережа зарядних станцій розглядається як елемент виробничої інфраструктури автомобільного транспорту, що безпосередньо впливає на економічні результати перевезень і рівень екологічного навантаження. Запропоновано використання багатокритеріальної оптимізації, яка поєднує мінімізацію експлуатаційних витрат, часу очікування заряджання та енергетичних втрат, а також зменшення екологічних збитків.

Результати чисельного моделювання для міжнародного транспортного коридору Львів – Краковець – Жешув – Краків свідчать, що оптимізоване розміщення високопотужних зарядних станцій дозволяє знизити середній час простою електротранспорту, підвищити ефективність використання рухомого складу та забезпечити скорочення питомих енергетичних витрат на перевезення. Це, у свою чергу, сприяє зменшенню викидів забруднювальних речовин і парникових газів у розрахунку на одиницю транспортної роботи.
Запропонований підхід має практичне значення для формування стратегій розвитку виробничої інфраструктури автомобільного транспорту, обґрунтування інвестицій у зарядні станції та підвищення економічної й екологічної ефективності транспортної системи України в умовах європейської інтеграції.

УДК 629.34
Аналіз факторів, що визначають енергетичну ємність джерела живлення електробуса в міських умовах
аспірант Шепуров К.О.
Ефективна експлуатація електробусів у міських умовах значною мірою залежить від обґрунтованого вибору енергетичної ємності джерела живлення. Недостатня ємність акумуляторної батареї обмежує автономність транспортного засобу, тоді як її надмірне збільшення призводить до зростання маси, енергоспоживання та зниження пасажиромісткості. У роботі виконано аналіз основних факторів, що впливають на формування вимог до енергетичної ємності електробуса при міській експлуатації. Показано, що визначальний вплив мають параметри маршруту, пасажирське навантаження, умови руху та кліматичні фактори, а також структура енергоспоживання, яка включає витрати на тягу й роботу допоміжних систем. Встановлено, що ігнорування деградації акумуляторних батарей, резерву заряду та сезонних умов обмежує практичну точність існуючих підходів, що підтверджує необхідність комплексного аналізу даної проблематики.

УДК 629.3.016.8
Обґрунтування енергетичної ємності тягової акумуляторної батареї
студент Зотько Д.С.
Поширення застосування транспортних засобів категорії М3, класу І з електричною тяговою установкою, які мають функцію автономного ходу вимагає розроблення стандартизованого методу обґрунтування її енергетичної ємності. Особливо це важливо для виробника, який освоює виробництво тягових акумуляторних батарей для таких транспортних засобів. Наприклад, ТОВ «ПОЛІТЕХНОСЕРВІС» поставило на виробництво цілий типоряд тягових акумуляторних батарей, що мають енергетичну ємність від 36 кВт*год до 90 кВт*год для таких транспортних засобів. Так на даний час в експлуатації вже перебувають близько 100 тролейбусів, що мають функцію автономного ходу. Тому має бути вирішуватися задача, яку тягову акумуляторну батареї треба

застосувати, якщо замовником транспортного засобу зазначена довжина автономного ходу.

Запропонований метод обґрунтування необхідної енергетичної ємності тягової акумуляторної батареї базується на наявності статистичних даних про витрати енергоносія та виконану транспортну роботу. За наявності таких статистичних даних обчислюється питома витрата енергоносія і будується довірчий інтервал для його розподілу із припущення, що питомий показник витрати енергоносія має нормальний закон розподілу.

Відомо, що будь-яка акумуляторна батарея має два діапазони роботи: робочий та критичний. Для транспортного засобу досягнення критичного розряду тягової акумуляторної батареї під час руху автономним ходом призводить до спрацювання систему захисту, що є його відмовою і унеможливлює подальше перевезення пасажирів під час руху маршрутом.

На цій підставі під час обґрунтування енергетичної ємності має ураховувати випадок досягнення критичного рівня розряду, що може трапитися коли витрачається максимальна кількість енергоносія або питома норма його витрат має максимальне значення для будь якої довжини ділянки руху автономним ходом. Як правило граничним розрядом тягової акумуляторної батареї вважається 80 % її енергетичної ємності. Стабільна робота тягової акумуляторної батареї забезпечується коди її розряд перебуває в границях 60 % її енергетичної ємності, що відповідає середньому значенню питимої витрати енергоносія для будь якої довжини ділянки руху автономним ходом.

Таким чином основним підходом, що пропонується, є обчислення енергетичної ємності тягової акумуляторної батареї за двома показниками: середнім та максимальним значенням питомих витрат енергоносія для заданої довжини ділянки автономного ходу. За результат має бути прийнято максимальне значення енергетичної ємності.

УДК 629.43

Особливості формування виробничих програм підприємств електротранспорту

проф. Далека В.Х., проф. Хворост М.В. доц. Скуріхін В.І., студент Бондаренко А.В. (Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова)

Ефективність експлуатації рухомого складу міського електротранспорту залежить від його технічного стану, інфраструктури, умов руху, рішень місцевих органів самоврядування, тощо. Справний чи працездатний технічний стан рухомого складу забезпечується виконанням відповідних технічних впливів передбачених чинною системою технічного обслуговування та ремонтів, на основі якої формуються виробничі програми підприємств міського електротранспорту (МЕТ). В даний час у зв’язку з війною досить значна частина рухомого складу та об’єктів інфраструктури зруйнована або пошкоджена, що потребує розробки окремих виробничих програм, фінансування та прийняття управлінських рішень з вирішення питань: ремонтувати або модернізувати з подальшою експлуатацією, оновлення, тобто

заміною новим, а також списання з інвентаря. Розроблено спеціальні математичні методи і моделі оптимізації виробничих програм підприємств МЕТ в проектах ресурсозбереження.

Обгрунтовано використання математичних методів підтримки прийняття управлінських рішень з ресурсозбереження при оптимізації виробничої програми підприємств МЕТ за умов недетермінованих цін на продукцію, послуги, ресурси усіх видів, а також умов ризику або умов невизначеності щодо показників майбутньої діяльності підприємств. Розглянуто одну з задач ресурсозбереження – оптимізацію виробничої програми підприємств МЕТ за умов недетермінованості майбутніх цін на транспортні послуги та виробничі ресурси. Постановка цієї задачі для детермінованого випадку наступна: потрібно, виходячи з особливостей технологічних процесів підприємств МЕТ та наявних виробничих ресурсів знайти таку виробничу програму, яка забезпечувала б отримання максимального прибутку при реалізації транспортних послуг. На основі цієї задачі розглянемо перехід від детермінованої моделі до таких, які б підтримували прийняття відповідних підприємницьких рішень за умов ризику або за умов невизначеності щодо майбутніх ринкових цін на виробничі ресурси та транспортні послуги. Зростання ризику, невизначеність майбутньої ринкової ситуації) постійно потребують всебічного обґрунтування управлінських рішень.

Глобальним критерієм оптимізації виробничих програм керування станом є досягнення максимуму сукупного часу (пробігу) парку рухомого складу до досягнення економічно доцільного рівня технічної деградації, що характеризується набором несуперечливих параметрів: сумарний наробіток на відмовлення, сумарний залишковий ресурс і т.і.

УДК 656.076.2

Розширення функцій систем допомоги водієві для використання на міському електротранспорті

проф. Далека В.Х., доц. Кульбашна Н.І., студентка Пивовар О.В. (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова)

Низка великих автовиробників активно створюють і впроваджують різні системи контролю стану водія, які сповіщають про настання небезпечного стану водія, втручаються в керування транспортним засобом і попереджають аварію. Все більше такі елементи автоматизації і інтелектуалізації з сектора автомобілів переносяться на управління трамваями. Наприклад, системи допомоги водію трамваям Bosch не тільки попереджає про неминучі лобові зіткнення і розпізнає сигнали та знаки, а й враховує ще одну причину аварійних ситуацій – це втома та неуважність водія трамвая. Ця система контролює напрямок погляду водія, вираз обличчя та поставу, що дає змогу їй виявляти будь-які ознаки втоми або неуважності для того, щоб надати відповідне попередження водію. З іншого боку на трамвайно-тролейбусних підприємствах перед виїздом на лінію оцінюється рівень готовності водія до роботи на маршрутах шляхом проходження передрейсових оглядів. Однак ці заходи іноді

є неефективними, тому що стан водія може змінитися через погіршення здоров'я або навмисного порушення трудової дисципліни і правил дорожнього руху з вживанням алкоголю протягом робочої зміни. Враховуючи цей факт, запропоновано додатково використовувати на рухомому складі пристрій, який реалізує технологію ідентифікації ступеня алкогольного і наркотичного сп'яніння водія, який містить основні три блоки: перший виявляє особу водія шляхом сканування простору відділення водія; другий блок проводить вимірювання концентрації вмісту парів алкоголю і наркотичних речовин у видихуваному повітрі і випромінює оптичні сигнали на довжинах хвиль поглинання етанолу та аміаку; третій блок реєструє концентрацію алкоголю і наркотичних речовин в крові водія за змістом їх парів у повітрі.
Впровадження запропонованої системи буде спрощувати проведення оперативного контролю за роботою водіїв на маршруті, підвищувати їх дисциплінованість, сприяти забезпеченню надійності водія і усього перевізного процесу.

УДК 621.43

Аналіз та оцінка технічних показників альтернативних систем тягового електроприводу вагонів метрополітену

проф. Петренко О.М., доц. Донець О.В., студент Бондаренко М.Д. (Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова)

Сьогодні очевидно, що вагони метрополітену (ВМ) з асинхронними тяговими машинами (АТМ) набагато дорожчі за ВМ з тяговими машинами постійного струму (ТМ ПТ). Менш очевидно, що вони мають найгірші тягово-енергетичні показники.
У порівнянні з двигунами постійного струму, асинхронні тягові машини (АТМ) демонструють нижчий коефіцієнт корисної дії (ККД) при однакових показниках потужності та швидкості частоти обертання. Причина цього криється у низці їхніх специфічних характеристик, зокрема, у менш вигідному коефіцієнті потужності. Звідси випливає попереднє заключення, що ККД АТМ не перевищує ККД двигунів постійного струму (ТМ ПС), і що для АТМ величина ККД матиме тенденцію до зниження зі зменшенням потужності. У свою чергу, використання АТМ виправдовується лише тоді, коли потужність приводу перевищує 430 кВт, а живлення здійснюється від джерела синусоїдальної напруги. Лише за цих умов ККД АТМ може перевищити ККД ТМ ПС на 2%, що спричинить збільшення сили струму на 3 % під час руху електричного рухомого складу (ЕРС) на швидкостях у межах 20 – 40 км/год.
Оцінка ефективності тягових машин за значеннями їх ККД на номінальних режимах роботи показала, що при потужності приводу до 300 кВт ТМ ПТ ефективніше за АТМ, оскільки має вищі значення ККД. АТМ погано охолоджуються через малий зазор ($\delta < 2$мм), що говорить про необхідність використовувати вентилятори більшої потужності. Споживання енергії вентиляторами такої потужності, як відомо, у відсотковому відношенні значно вище відсоткового значення їх потужності загальної потужності ЕПС в

номінальному режимі. Можна без помилки припустити збільшення витрати енергії ЕПС із АТМ у середньому на 10 %.
Звичайно, не можна оминути режими пуску на ТМ ПТ. Пуск здійснюється за допомогою реостатного чи імпульсного перетворювача. При розгоні на пускові реостати припадає велика витрата енергії, при асинхронному приводі вони не потрібні. Реостатні пускові втрати (одноступеневий пуск) становлять у серійних поїздів близько 20 %. Тягово-енергетичні розрахунки показують, що застосування ЕС ТЕП на ВМ серії 81.717/81.714 забезпечує під час руху розрахунковим перегоном зі швидкостями повідомлення 45; 46 та 48 км/год зниження витрати енергії завдяки покращенню динаміки та застосуванню рекуперації відповідно на 21, 27 та 33 %. Зокрема, одне перегрупування двигунів дозволяє знизити втрати до 10 %.

УДК 621.43

Оцінка розвитку методів бездатчикового визначення швидкості електроприводу

доц. Донець О.В., доц. Закурдай С.О., студент Белевцов Д.С. (Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова)

Ефективність роботи систем управління частотно-регульованих електроприводів залежить від обсягу та точності інформації про поточний стан приводу, тобто про його параметри та змінні величини. У більшості випадків для асинхронних двигунів із короткозамкненим ротором доступні лише паспортні дані. Значення параметрів, зазначені в каталогах є розрахунковими і можуть відрізнятися від реальних значень параметрів конкретного двигуна. У першу чергу це стосується опору обмотки ротора, так як технологічний процес його виготовлення впливає на провідність стрижнів обмотки ротора.
Відома значна кількість публікацій, що пропонують методи вирішення задач ідентифікації параметрів та змінних величин двигунів, а також технічних рішень для їх реалізації.
Ідентифікація асинхронного двигуна на основі методів оцінювання його параметрів та змінних станів у реальному часі здійснюється за допомогою таких математичних метод найменших квадратів з використанням рівнянь динаміки узагальненої електричної машини. При цьому інформація про процеси в електродвигуні виходить шляхом вимірювання поточних значень фазних струмів і напруг статора, а в режимі необхідно також вимірювання частоти обертання ротора. Достоїнствами наведених методів є відносно невисокі вимоги до обчислювальних ресурсів та можливість знаходження оцінок параметрів та змінних стану електродвигуна у реальному часі за мінімального набору вимірювальної інформації.
Оцінка частоти обертання здійснюється на підставі вимірюваних поточних значень напруг і струмів статора двигуна, проводиться пряме і опосередковане обчислення значень реактивної потужності, пропорційно-інтегральне перетворення на основі мінімізації критерію якості, що визначається за збереженими раніше двом попереднім значенням оцінки частоти обертання потужностей і частот.

Оцінка частоти обертання здійснюється на підставі вимірюваних миттєвих величин струмів та напруг статора асинхронного двигуна за допомогою попередньо навченої штучної нейронної мережі. Аналіз даних, що надаються виробниками перетворювачів частоти, показує, що електроприводи без датчиків виробляються серійно багатьма фірмами.

УДК 621.43

Аналіз керування розімкнутого електроприводу з трифазним асинхронним двигуном

доц. Донець О.В., доц. Кузнецов А.І., студент Ткач В.К. (Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова)

Аналіз системних властивостей розімкнутого електроприводу з силовим напівпровідниковим перетворювачем і трифазним асинхронним двигуном дозволяє реалізовувати ефективніші алгоритми управління частотно-регульованого електроприводу.

До системних властивостей електроприводу зазвичай відносять керованість, спостережуваність і чутливість. Питання аналізу керованості електроприводів постійного струму розглядаються на роботах. При цьому питання аналізу керованості електроприводів з асинхронними двигунами не повністю освітлені.

Під повною керованістю розуміється властивість, що полягає у можливості перекладу об’єкта управління з довільного початкового стану кінцевий за заданий час.

При лінійному описі асинхронного електроприводу з об'єктом керування та відсутність обмежень на керування та фазові координати, тобто. на напруги, струми та електромагнітний момент, початковий та кінцевий стани можуть бути обрані будь-якими (керованість в цілому).

У реальному асинхронному електроприводі є нелінійності та обмеження на управління, пов'язані з обмеженнями на струми, напруги та потужність, що виділяється. Тому при вибраному часі керування початкова і кінцева точки завжди належать певній обмеженій множині і можна говорити про керованість «у великій».

Нарешті, можна виділити малу околицю початку координат фазового простору, в якій асинхронний електропривод описується лінійно, а час керування взяти досить великим, щоб керування не виходило на обмеження. Тут можна вирішувати питання про керованість «у малому».

Встановлено, що асинхронний двигун, силовий напівпровідниковий перетворювач і виконаний на їх основі розімкнений електропривод мають властивість повної керованості.

УДК 629.3:658.58

Підвищення надійності транспортних засобів на основі інтелектуальних систем діагностування та прогнозування технічного стану

доц. Шавкун В.М., доц. Закурдай С.О. студенти Коваль О.М., Балакірєв О.О. (Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова)

Сучасний розвиток транспортного машинобудування висуває підвищені вимоги до безвідмовності та ресурсу електричних та електромеханічних систем. Ускладнення конструкцій транспортних засобів, насичення їх електронними компонентами та зростання інтенсивності експлуатації роблять традиційні підходи до технічного обслуговування економічно неефективними. Тому актуальною є проблема переходу до обслуговування за фактичним станом, що базується на неперервному моніторингу, глибокій діагностиці та достовірному прогнозуванні залишкового ресурсу вузлів та агрегатів.

Метою даної роботи є аналіз сучасних методів підвищення надійності транспортних засобів у галузі електричної інженерії вдосконаленням систем діагностування та впровадження алгоритмів прогнозування технічного стану:

1. Сучасні методи діагностування електрообладнання транспортних засобів. Надійність сучасного транспорту значною мірою визначається станом його електричних кіл, акумуляторних батарей, тягових двигунів та систем керування. Діагностування перестає бути періодичною процедурою і трансформується у безперервний процес. Ключовими напрямками є вбудовані системи моніторингу: аналіз параметрів у реальному часі, безконтактна діагностика.

2. Прогнозування технічного стану як основа проактивної інженерії. Якщо діагностика відповідає на питання «де стався збій?», то прогнозування має дати відповідь «коли станеться відмова?». В електричній інженерії це реалізується через математичне моделювання процесів деградації. Виділяються два основні підходи: моделі фізики відмов – побудова аналітичних залежностей, що описують накопичення пошкоджень у матеріалах під впливом експлуатаційних навантажень та методи машинного навчання – застосування нейронних мереж для обробки історичних даних експлуатації.

3. Інтеграція діагностики та прогнозування в єдину систему керування технічним станом. Максимальний ефект досягається при поєднанні методів діагностування та прогнозування в рамках єдиної інтелектуальної системи. Така система виконує функції збору даних із сенсорів, обробку сигналів та виділення діагностичних ознак, класифікацію технічного стану тощо. Імплементація таких систем на транспорті дозволяє не лише запобігти раптовим відмовам, але й оптимізувати логістику запасних частин, скоротити час простою та збільшити міжремонтні пробіги, що прямо впливає на їх надійність. Отже, підвищення надійності транспортних засобів у сучасних умовах неможливе без широкого впровадження інтелектуальних засобів діагностики.

УДК 623.44:621.391

Розробка напрямків підвищення показника ефективності функціонування системи відновлення пошкоджених машин шляхом впровадження сучасних новітніх технологій

викл. Бєлохвост О.В. (Військова академія, м. Одеса)

Забезпечення технічної справності військової техніки є одним із найважливіших завдань Збройних Сил України, особливо в умовах повномасштабної війни. Відновлення пошкоджених машин безпосередньо впливає на ефективність виконання бойових завдань, мобільність військових частин та рівень безпеки особового складу.

Система відновлення пошкоджених машин ЗСУ стикається з численними викликами, зокрема через застарілі методики ремонту, дефіцит сучасного обладнання та складні умови ведення бойових дій. У таких обставинах впровадження інноваційних технологій є не лише бажаним, а й критично необхідним для збереження боєздатності армії.

Актуальність цієї теми зумовлена необхідністю модернізації існуючої системи технічного обслуговування та ремонту техніки, а також пошуком нових рішень, які можуть покращити ефективність цього процесу.

УДК 629.3.983

Розробка методу ефективного управління автотехнічного забезпечення бойових дій за рахунок вдосконалення показників готовності до застосування сил і засобів

викл. Бєлохвост О.В., магістрант Дем'яненко М.В. (Військова академія, м. Одеса)

Ефективне управління автотехнічним забезпеченням у сучасних умовах ведення бойових дій є критично важливим для забезпечення боєздатності військових підрозділів. Воно значною мірою залежить від використання сучасних підходів до планування, організації, координації та контролю. Основна увага в роботі приділяється розробці методу управління, який дозволяє підвищити готовність технічних засобів до застосування за рахунок вдосконалення ключових показників. Це забезпечує інтеграцію різних підсистем управління, використання сучасних технологій і підвищення оперативності ухвалення рішень.

Одним із прикладів успішного вдосконалення є впровадження автоматизованих систем планування, які забезпечують прозорість процесів і скорочують час для ухвалення рішень. Особливу увагу приділити показникам готовності сил і засобів, що є одним із ключових факторів, що впливають на оперативність виконання бойових завдань. До основних показників належать: коефіцієнт технічної готовності, рівень забезпечення запасними частинами, укомплектованість та підготовка фахівців і швидкість реакції на непередбачені обставини.

Заплановане запровадження автоматизованих систем дозволяє забезпечити безперервний моніторинг технічного стану засобів і своєчасно планувати їхнє обслуговування, зменшити час на ухвалення рішень, уникнути людських

помилок і забезпечити високий рівень готовності техніки до застосування. Вони дозволяють інтегрувати дані з усіх рівнів управління, автоматизувати процеси планування та контролю, а також забезпечити прозорість усіх етапів виконання завдань.

Практичне значення розробленого підходу полягає у підвищенні ефективності автотехнічного забезпечення, зменшенні витрат часу і ресурсів, а також підвищенні оперативності реагування на виклики бойової обстановки. Це дозволяє оптимізувати процеси технічного забезпечення, що є важливим для підвищення боєготовності військових підрозділів.

Таким чином, результати дослідження мають практичну цінність для розробки й впровадження методів ефективного управління автотехнічним забезпеченням у військових операціях. Запропонований підхід дозволяє інтегрувати сучасні технології в систему управління, що значно підвищує її ефективність та адаптивність до сучасних умов. Це сприяє зміцненню обороноздатності та успішному виконанню бойових завдань у складних умовах.

УДК 623.44:621.391

Розробка напрямків оцінки ефективності організації відновлення пошкоджених машин шляхом підвищення їх показників і критеріїв

магістрант Придюк А.І. (Військова академія, м. Одеса)

В умовах сучасних бойових дій важливо забезпечити ефективне відновлення пошкодженої техніки для підтримання боєздатності військових підрозділів. Зважаючи на швидкий розвиток технологій і зміни в умовах ведення бойових операцій, виникає потреба у постійному вдосконаленні методів технічного забезпечення. Це дослідження має на меті розробити нові напрями оцінки ефективності організації відновлення машин, щоб підвищити їх показники та критерії функціонування.

Метою роботи є розробка напрямків оцінки ефективності організації відновлення пошкодженої техніки, орієнтованих на поліпшення її показників і критеріїв. Для досягнення цієї мети визначено такі завдання: аналіз існуючих методів і підходів до відновлення техніки в умовах бойових дій, виявлення проблемних аспектів функціонування системи відновлення, розробка нових критеріїв і методик оцінки ефективності організації відновлення техніки, а також проведення практичних випробувань та аналіз отриманих результатів.

УДК. 623.22

Розробка рекомендацій щодо впровадження адитивних технологій при ремонті військової автомобільної техніки

проф. Мальцев О.В., ст. викл. Маханьков В.А., магістрант Харлатюк Д.О. (Військова академія, м. Одеса)

Сучасні умови ведення війни характеризуються високою інтенсивністю використання техніки, збільшеним зносом вузлів і агрегатів та їх руйнуванням. Особливої складності набуває питання забезпечення запасних частин для вітчизняних та іноземних зразків техніки, що перебувають на озброєнні, а це більш 1700 моделей тільки автомобілів.

Пропонується створення багаторівневої системи адитивного виробництва (3D-друку) для оперативного, одиничного або дрібносерійного, виготовлення запасних частин, допоміжних елементів та ремонтного оснащення безпосередньо в структурі військових ремонтних угруповань. Цифровий образ пошкодженої або зношеної деталі створюється її скануванням що дозволяє відтворювати комплектуючі навіть за відсутності офіційних креслень та створювати єдину цифрову бібліотеку моделей. На тактичному рівні доцільним є використання мобільних адитивних комплексів контейнерного або автомобільного типу для виготовлення - пластикових корпусних деталей, кришок, кронштейнів, елементів інтер'єру, електротехнічних кожухів; міцних полімерних деталей складної геометрії; для виробництва металевих деталей середнього рівня навантаження які не потребують випробувань та сертифікації. Оперативний рівень (ремонтні батальйони) - виготовлення серій невеликих партій металевих деталей; технічна експертиза цифрових моделей; контроль якості продукції. В результаті - обґрунтовано багаторівневу модель організації адитивного виробництва у структурі військової ремонтної системи. Запропонований метод розподілу номенклатури деталей за рівнями впровадження відповідно до їх функціонального використання. Розроблений підхід до інтеграції реверс-інжинірингу в процес військового ремонту різнорідної техніки. Сформовано концепцію цифрової бібліотеки запасних частин як елементу єдиної інформаційної системи технічного забезпечення.

УДК 621.43

Розробка інформаційної системи для підвищення надійності автотехнічного забезпечення

проф. Мальцев О.В., викл. Малиновський О.А., магістрант Шаповаленко Н.М. (Військова академія, м. Одеса)

Інформація про поточний стан ВАТ є ключовою для надійного автотехнічного забезпечення (АТЗ). Пропонується створення для кожного зразка ВАТ цифрового паспорта технічної готовності. У цифровий паспорт вводяться інтегральні показники, які визначають залишковий ресурс зразка ВАТ. Ці інтегральні показники формуються з результатів поточної телеметрії основних експлуатаційних параметрів, що характеризують роботу вузлів та агрегатів ВАТ. Поточні числові значення експлуатаційних параметрів фіксуються датчиками які визначають - пробіг і кількість витраченого пального з початку експлуатації зразка ВАТ, момент що обертає і частоту обертання колінчастого валу, температуру і тиск в системах змащення та охолодження ДВЗ, температуру масла в агрегатах трансмісії (фіксуються тільки критичні значення температури і тиска та час їх дії), а також цикли навантаження (амплітуда та число коливань) елементів підвіски та несучої конструкції ВАТ. Використовуючи отримані числові значення експлуатаційних параметрів за розробленим алгоритмом роботи мікро ЕОМ розраховується залишковий ресурс вузлів і агрегатів та зразка ВАТ загалом. Запропонований підхід створення цифрового паспорта зразка ВАТ, в якому визначено його залишковий ресурс, рекомендується як при створенні нових так і при модернізації зразків ВАТ що експлуатуються.

УДК 623.4.013:355.41

Евакуація пошкодженої автомобільної техніки в умовах високоінтенсивних бойових дій

ст. викл. Маханьков В.А., магістрант Савірський М.В. (Військова академія, м. Одеса)

У сучасних умовах ведення бойових дій евакуація пошкодженої автомобільної техніки перетворилася на один з найбільш критичних і водночас уразливих елементів системи автотехнічного забезпечення військ. Зростання ролі високоточної зброї, масове застосування FPV-дронів, артилерійських систем та засобів радіоелектронної боротьби робить традиційні методи евакуації неефективними та надзвичайно ризикованими. Залучення евакуаційних груп безпосередньо в зону вогневого впливу противника призводить до значних втрат особового складу, що часто перевищує вигоду від збереження самої техніки, а також суттєво знижує оперативність відновлення боєздатності підрозділів.

Евакуація як процес передбачає швидке виведення пошкодженої або несправної техніки з району бойових дій до пунктів збору чи ремонту, але в реальних умовах зіштовхується з комплексом системних викликів. По-перше, це постійна загроза повторного ураження: пошкоджена машина стає «приманкою» для противника, який застосовує тактику підранків, чекаючи на спроби евакуації, щоб завдати ударів по рятувальній групі. По-друге, мінна небезпека, складний рельєф, забруднена місцевість та відсутність альтернативних маршрутів значно ускладнюють підхід важкої евакуаційної техніки, збільшуючи час перебування на відкритій місцевості під вогнем. По-третє, активне використання засобів РЕБ блокує або суттєво обмежує радіозв'язок, навігацію та координацію дій, що робить класичну організацію евакуації (оцінка обстановки - висування - прикриття - буксирування) практично неможливою в реальному часі.

Наслідки цих викликів проявляються на всіх рівнях: високий ризик загибелі або поранення механіків-водіїв, екіпажів евакуаторів та супровідних груп; тривалі затримки в реагуванні, через що техніка або втрачається безповоротно, або отримує додаткові пошкодження; зниження загальної ефективності автотехнічного забезпечення, оскільки втрата навіть однієї одиниці в умовах інтенсивних боїв безпосередньо впливає на маневреність і вогневу міць підрозділу. Класичні евакуаційні засоби (тягачі типу КЕТ-Л, БРЕМ тощо) з високим силуетом, тепловою та акустичною помітністю та обов'язковою присутністю екіпажу стають легкими цілями в безпілотному середовищі, де перевага противника в засобах спостереження та ураження робить будь-який рух техніки в зоні видимості смертельним.

Таким чином, евакуація пошкодженої автомобільної техніки в сучасній війні вже не є виключно логістичним завданням - вона перетворилася на повноцінне бойове завдання з високим ступенем ризику, де присутність людини в зоні безпосереднього вогневого впливу стає критичною вразливістю. Відсутність ефективної проміжної ланки між полем бою та відносно безпечними маршрутами призводить до системного зниження темпів відновлення матеріальної частини, зростання безповоротних втрат та загального послаблення боєздатності військ. Саме ці виклики визначають необхідність пошуку принципово нових підходів до організації первинної евакуації в умовах, коли традиційні методи вичерпали себе.

УДК 355.41:658.51

Розробка пропозицій щодо вдосконалення методики обліку автомобільної техніки та автомобільного майна за рахунок створення програмного забезпечення

ст. викл. Обертас В.Ф., магістрант Лелека С.В. (Військова академія, м. Одеса)

В умовах сучасної трансформації системи логістичного забезпечення Збройних Сил України та переходу на цифрові стандарти управління, питання автоматизації обліку автомобільної техніки та автомобільного майна набуває стратегічного значення. Існуюча методика, що здебільшого базується на ручному заповненні паперових журналів, книг обліку та карток, вже не задовольняє вимогам оперативності та точності, особливо в умовах інтенсивної експлуатації автомобільної техніки.

Основними проблемами залишаються значна втрата часу на обробку інформації, висока ймовірність помилок через людський фактор та відсутність єдиного інформаційного простору між складами, ремонтними підрозділами та органами управління.

Для вдосконалення цього процесу пропонується розробка та впровадження спеціалізованого програмного забезпечення, яке дозволить перевести облік у цифровий формат. Пропонована методика передбачає створення інтегрованої бази даних, де кожна одиниця автомобільної техніки має свій цифровий профіль. У такому профілі накопичується вся історія експлуатації: від дати прийняття на озброєння до детальних відомостей про кожен проведений ремонт та заміну агрегатів. Це дозволяє в режимі реального часу відстежувати технічний стан парку машин і миттєво отримувати звітність про готовність підрозділів до виконання завдань.

Важливою складовою вдосконалення методики є автоматизація обліку автомобільного майна на складах за допомогою технологій маркування. Використання QR-кодів або штрих-кодів для кожної запчастини, що дозволяє автоматизувати процеси надходження, видачі та списання майна. Коли запчастина видається для ремонту конкретного автомобіля. Програмне забезпечення автоматично вносить зміни в електронний паспорт машини та оновлює складські залишки. Такий підхід виключає дублювання даних та забезпечує прозорість розподілу автомобільного майна.

Крім того, впровадження цифрової методики забезпечує надійне зберігання інформації та можливість швидкого відновлення даних у разі втрати фізичних носіїв. Система повинна будуватись з урахуванням суворих вимог до кібербезпеки, включаючи шифрування каналів зв’язку та суворе розмежування прав доступу для різних категорій посадових осіб.

Таким чином, перехід від паперового до програмного обліку є необхідним кроком для підвищення ефективності експлуатації військової автомобільної техніки. Це дозволить не тільки оптимізувати роботу автотехнічного забезпечення, а й значно підвищити рівень боєздатності підрозділів за рахунок підтримки високого коефіцієнта технічної готовності парку машин.

УДК 623.62:623.4.08

Підвищення живучості підрозділів автотехнічного забезпечення за рахунок застосування засобів радіоелектронної боротьби

ст. викл. Паламарчук С.П., магістрант Чеботарян О.С. (Військова академія, м. Одеса)

В умовах тотального панування ударних безпілотних платформ на полі бою, питання збереження технічного ресурсу підрозділів автотехнічного забезпечення вимагає радикального перегляду тактики захисту. Традиційне маскування вже не здатне протидіяти високоточному наведенню, тому головним інструментом виживання стає активна дезорієнтація ворожих дронів у радіоефірі. Пропонується концепція індивідуального прикриття кожного транспортного засобу мобільними модулями радіоелектронної протидії, що створюють захисну зону навколо рухомої одиниці. Це дозволяє розривати канали передачі даних та відеосигналу безпосередньо під час атаки, змушуючи дрони-камікадзе втрачати ціль. Додатково, логістичні маршрути мають бути забезпечені засобами раннього виявлення випромінювачів, щоб водій мав змогу вчасно застосувати маневр або активувати перешкоди. Такий перехід від пасивної броні до інтелектуального електронного захисту не лише мінімізує втрати автомобільного парку, а й гарантує стабільність логістичних циклів у найбільш вразливих зонах зіткнення. Фактично, успіх виконання завдань автотехнічного забезпечення сьогодні прямо залежить від насиченості підрозділів портативними засобами РЕБ, які здатні адаптуватися до мінливих частот противника.

УДК 629.113

Підвищення ефективності ремонту військової автомобільної техніки за рахунок впровадження адитивних технологій

доц. Угольніков О.П., магістрант Богуш О.В. (Військова академія, м. Одеса)

Адитивні технології, або тривимірний (3D) друк, швидко розвиваються та обіцяють революціонізувати спосіб розробки та виробництва деталей, а також керування ланцюгами поставок. Адитивні технології дозволяють “друкувати” прототипи, деталі, інструменти, пристосування, оснащення та різноманітні інші предмети на своєму виробничому майданчику. Це може усунути тривалі терміни виконання замовлень та високий рівень запасів для одноразових або рідкісних товарів.

Розвиток адитивних технологій зумовив їх активне впровадження в різні галузі промисловості, медицини, будівництва та машинобудування. 3D-технології вже тривалий час застосовуються не лише для виготовлення прототипів, але й для виробництва повноцінних функціональних деталей, що відкриває нові можливості для технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів.

У галузі машинобудування використання 3D-принтерів має суттєві переваги, серед яких ключовими є скорочення термінів ремонту, зменшення фінансових витрат та підвищення оперативності відновлення працездатності техніки. Адитивні технології дозволяють виготовляти окремі вузли, корпусні елементи,

кріплення, захисні кожухи та інші деталі без необхідності тривалого очікування постачання запасних частин від виробника, що дає можливість скоротити витрати на час логістику та економія коштів.
Особливо актуальним є застосування 3D-друку в умовах обмеженого доступу до заводських комплектуючих або в ситуаціях, коли ремонт необхідно виконати в стислі терміни. Практика країн-партнерів демонструє ефективність використання адитивних технологій як у цивільному автомобілебудуванні, так і у військовій сфері. 3D-друк активно застосовується для відновлення елементів автомобільної техніки безпосередньо в ремонтних підрозділах, що значно підвищує мобільність та автономність технічного забезпечення.
Все сказане свідчить про необхідність розробки низки організаційних та технічних заходів для широкого використання 3D-друку при проведенні ремонту військової техніки, зокрема автомобільної, у Збройних Силах України. Це особливо актуально в сучасних умовах, коли використовується техніка, вироблена не тільки різними фірмами, але і в різних країнах за різними стандартами. Традиційна схема замовлення деталей виробникам та довге очікування на виконання поставки приводять до зниження технічного оснащення наших Збройних Сил. Виробництво необхідних деталей власними силами на території України дозволить суттєво знизити гостроту проблеми ремонту військової автомобільної техніки.

УДК 355.41:629.113.004

Напрямки вдосконалення організації ремонту автомобільної техніки в польових умовах за рахунок використання мобільних ремонтних груп

викл. Дєдков О.В., магістрант Бондаренко С.С. (Військова академія, м. Одеса)

В умовах ведення бойових дій та постійної зміни обстановки особливої актуальності набуває питання забезпечення високого коефіцієнта технічної готовності автомобільної техніки. Досвід сучасних операцій Збройних Сил України свідчить, що значна частина втрат техніки пов’язана не лише з бойовими пошкодженнями, а й з неможливістю своєчасного проведення ремонту безпосередньо в районі виконання завдань. Традиційна система евакуації несправних машин до стаціонарних ремонтних органів призводить до значних часових втрат, перевантаження ремонтних підрозділів та зниження мобільності військ.
Основною проблемою організації ремонту в польових умовах є обмеженість матеріально-технічної бази, нестача кваліфікованого персоналу безпосередньо в бойових порядках та складність логістичного забезпечення запасними частинами. Крім того, ускладнені умови експлуатації прискорюють знос агрегатів і вузлів, що збільшує потребу в оперативному технічному втручанні.
Одним із перспективних напрямків вдосконалення організації ремонту є створення та активне застосування мобільних ремонтних груп (МРГ). Сутність підходу полягає у наближенні ремонтних можливостей безпосередньо до підрозділів, що виконують бойові завдання. Мобільна ремонтна група формується з висококваліфікованих фахівців, оснащується спеціалізованим

інструментом, діагностичним обладнанням та комплектами найбільш необхідних запасних частин і розміщується на базі автомобілів підвищеної прохідності або ремонтно-евакуаційних машин.
Крім того, доцільним є розроблення нормативів комплектування мобільних ремонтних груп з урахуванням типів техніки, інтенсивності її використання та характеру бойових дій. Раціональна структура МРГ повинна забезпечувати автономність роботи протягом визначеного часу та можливість швидкого переміщення в межах зони відповідальності.
Таким чином, удосконалення організації ремонту автомобільної техніки в польових умовах за рахунок створення та впровадження мобільних ремонтних груп дозволить істотно зменшити втрати часу на відновлення машин, підвищити коефіцієнт технічної готовності та забезпечити безперервність виконання бойових завдань підрозділами. Реалізація запропонованих заходів є важливою складовою підвищення ефективності системи автотехнічного забезпечення в сучасних умовах.

УДК 623.7:629.113:681.5

Розробка пропозицій щодо підвищення ефективності автотехнічного забезпечення бойових дій за рахунок застосування роботизованих комплексів

ст. викл. Задолинний В.А., магістрант Ларін К.Є. (Військова академія, м. Одеса)

В умовах сучасної війни, яка характеризується тотальною «прозорістю» поля бою та високою інтенсивністю вогневого впливу, система автотехнічного забезпечення (АТЗ) Збройних Сил України потребує концептуального переосмислення. Традиційні методи евакуації, ремонту та постачання автомобільної техніки, що базуються на використанні класичних засобів (БРЕМ, КЕТ-Л, вантажні автомобілі), стають критично вразливими.
Основною проблемою на сьогодні є цілеспрямоване полювання противника за логістичними та евакуаційними маршрутами за допомогою розвідувальних БпЛА, ударних FPV-дронів та баражуючих боєприпасів. Пошкоджена на лінії бойового зіткнення (ЛБЗ) техніка часто стає «приманкою»: спроба наблизитися до неї екіпажною машиною евакуації призводить до втрати як самої БРЕМ, так і особового складу ремонтно-евакуаційної групи.
З метою мінімізації втрат та підвищення ефективності автотехнічного забезпечення пропонується впровадження новітньої методики, яка базується на комплексному використанні безекіпажних платформ (наземних та повітряних) на всіх етапах відновлення автомобільної техніки.
Розроблена концепція передбачає розподіл завдань для роботизованих комплексів за трьома ключовими напрямками, дистанційна технічна розвідка та оцінка стану машини.
Пропонується використання малих розвідувальних БпЛА (оснащених оптичними модулями з високою роздільною здатністю та тепловізорами). Це дозволяє дистанційно: візуально оцінити характер пошкоджень автомобіля (ходова частина, двигун, бронекапсула); перевірити територію навколо машини

на наявність мінно-вибухових загороджень, нерозірваних боєприпасів або ворожих засідок; спланувати найбезпечніший маршрут підходу засобів евакуації з урахуванням рельєфу та укриттів.
Використання НРК із тяговим зусиллям дозволяє здійснювати евакуацію пікапів, позашляховиків (типу HMMWV) або легких бронеавтомобілів з-під вогню (так званої «червоної зони») у найближчу «жовту зону» або до природного укриття (лісосмуги, балки).
Перехід на роботизовану технічну розвідку, евакуацію та логістику запчастин дозволить розв'язати проблему високої вразливості автотехнічного забезпечення.
Впровадження цих заходів значно підвищить живучість особового складу, скоротить час перебування пошкодженої техніки в зоні вогневого ураження та забезпечить підтримку стабільно високого коефіцієнта технічної готовності підрозділів Сил оборони України під час ведення інтенсивних бойових дій.

УДК 355.41:629.113.004

Розробка пропозицій щодо вдосконалення методики з організації евакуації та ремонту військової автомобільної техніки в зоні ведення бойових дій

працівник ЗСУ Клименко В.В., слухач Мінігулов В.С. (Військова академія, м. Одеса)

В умовах ведення сучасних бойових дій ефективність застосування військових підрозділів безпосередньо залежить від рівня технічної готовності автомобільної техніки. Військова автомобільна техніка забезпечує мобільність військ, підвезення боєприпасів, евакуацію поранених, транспортування матеріально-технічних засобів та виконання спеціальних завдань. Тому організація її своєчасної евакуації та ремонту в зоні бойових дій є одним із ключових елементів системи технічного забезпечення.
Евакуація пошкодженої техніки здійснюється з метою виведення її із зони ураження противника, запобігання втраті, а також створення умов для відновлення боєздатності підрозділів. Основними принципами організації евакуації є своєчасність, безперервність, прихованість, максимальне використання місцевості та забезпечення безпеки особового складу. Для цього застосовуються евакуаційні тягачі, ремонтно-евакуаційні машини, а також транспортні засоби підрозділів. У складних умовах бойової обстановки евакуація може проводитися під прикриттям вогневих засобів або в нічний час.
Система ремонту військової автомобільної техніки в зоні бойових дій будується за принципом ешелонування. Поточний ремонт виконується силами водіїв та ремонтних відділень безпосередньо в підрозділах. Складніші види ремонту здійснюються мобільними ремонтними групами або в польових ремонтних майстернях. Капітальний ремонт, як правило, проводиться поза зоною бойових дій на стаціонарних ремонтних підприємствах. Такий розподіл дозволяє раціонально використовувати ресурси та скорочувати терміни відновлення техніки.
Важливим аспектом є створення та підтримання обліку технічного стану машин, своєчасне забезпечення запасними частинами, агрегатами та

матеріалами. В умовах бойових дій особливого значення набуває оперативність прийняття рішень щодо доцільності евакуації або ремонту на місці, що визначається ступенем пошкодження, наявністю ремонтних засобів і тактичною обстановкою.
Організація системи евакуації та ремонту військової автомобільної техніки забезпечує підтримання високого рівня технічної готовності підрозділів, зменшує втрати матеріальних засобів та сприяє успішному виконанню бойових завдань. У сучасних умовах її вдосконалення повинно базуватися на підвищенні мобільності ремонтних підрозділів, автоматизації обліку та впровадженні сучасних технологій технічної діагностики.

УДК 355.41:629.113.004

Розробка пропозицій для вдосконалення технічного обслуговування і ремонту військової автомобільної техніки в сучасних умовах ведення бойових дій

доц. Клименко В.В., магістрант Філоненко С.С. (Військова академія, м. Одеса)

У сучасних умовах ведення бойових дій військова автомобільна техніка працює в режимі підвищених навантажень, зазнає інтенсивного зношування та бойових пошкоджень. Висока маневреність підрозділів, постійна зміна позицій, вплив ударних засобів противника й складні кліматичні умови суттєво ускладнюють процес технічного обслуговування і ремонту. За таких обставин виникає необхідність удосконалення системи технічного забезпечення з метою підтримання належного рівня боєготовності автомобільного парку.
Однією з основних пропозицій є впровадження принципу гнучкої модульної організації технічного обслуговування. Це передбачає створення мобільних ремонтних груп, оснащених сучасними засобами діагностики, автономними джерелами живлення та комплектами універсального інструменту. Такі групи повинні бути здатні швидко переміщатися разом із підрозділами та виконувати більшість регламентних робіт безпосередньо в районі виконання завдань.
Другим напрямом удосконалення є цифровізація обліку технічного стану машин. Запровадження електронних журналів експлуатації, автоматизованих систем контролю міжремонтних пробігів і ресурсу агрегатів дозволить своєчасно планувати обслуговування, зменшити кількість відмов та оптимізувати використання запасних частин. Інтеграція таких систем із логістичними підрозділами сприятиме оперативному поповненню складів та підвищенню прозорості матеріального забезпечення.
Важливою пропозицією є перехід до елементів прогнозованого (превентивного) ремонту. Використання сучасних засобів технічної діагностики, аналіз показників роботи двигуна, трансмісії та електросистем дає змогу виявляти несправності на ранніх стадіях і запобігати серйозним поломкам. Це особливо актуально в бойових умовах, коли відмова техніки може призвести до зриву операції або втрати особового складу.
Вдосконалення технічного обслуговування і ремонту військової автомобільної техніки в сучасних умовах має ґрунтуватися на мобільності, цифровізації,

превентивному підході та ефективному матеріально-технічному забезпеченні. Реалізація запропонованих заходів дозволить підвищити коефіцієнт технічної готовності парку машин, зменшити втрати техніки та забезпечити стале функціонування підрозділів у складній бойовій обстановці.

УДК 629.113

Вдосконалення методики планування автотехнічного забезпечення оборонного бою та організації евакуації пошкодженої техніки в умовах вогневого впливу противника.

викл. Малиновський О.А., магістрант Перетяжко В.Ю. (Військова академія (м. Одеса)

В умовах сучасної високої інтенсивності ведення бойових дій, що характеризуються масованим застосуванням засобів ураження та розвідувальних БпЛА, питання організації якісного планування автотехнічного забезпечення (АТЗ) ,як складової логістичного забезпечення, набуває вирішального значення для забезпечення стійкості оборони.

Існуюча методика планування організації відновлення озброєння та військової техніки(ОВТ) в ході ведення бойових дій, є застарілою і не враховує сучасний бойовий досвід, призводить до невиправданих втрат як особового складу, так і ремонтно-евакуаційних засобів підрозділів логістики.

З метою підвищення ефективності АТЗ пропонується впровадження методики її адаптивного планування, яка передбачає використання математичних моделей, першу чергу ймовірнісних, дає можливість планування раціонального використання наявних ресурсів з відновлення автомобільної техніки, розробку та застосування спеціальних програм для прискорення проведення необхідних розрахунків при різких змінах тактичної обстановки, створення мобільних евакуаційних резервів, з задіянням броньованої техніки та автомобільних поїздів, застосування у складі груп технічної розвідки та пунктів технічного спостереження сил і засобів з підрозділів БпЛА, завчасну організацію якісної взаємодії між підрозділами вогневої підтримки й евакуаційними групами для виконання завдань з евакуації ОВТ. Важливою складовою організації планування АТЗ також є інтеграція даних, отриманих від повітряної розвідки, як у процес вироблення(підготовки) варіантів застосування сил і засобів автотехнічного забезпечення у бою так і для їх подальшого використання в ході здійснення управління автотехнічним забезпеченням.

Запропоновані підходи дозволяють мінімізувати час відновлення ОВТ, що виходить з ладу по бойовим пошкодженням та забезпечити живучість сил і засобів логістичного забезпечення в ході бойових дій.

УДК 355.41:623.7

Розробка пропозицій щодо удосконалення процесу планування та організації евакуації пошкодженої техніки в ході бойових дій

ст. викл. Маханьков В.А., магістрант Адаменко Р.С. (Військова академія, м. Одеса)

В умовах ведення бойових дій високої інтенсивності питання своєчасної евакуації пошкодженої озброєння та військової техніки (ОВТ) набуває особливої актуальності. Досвід сучасних бойових дій свідчить, що збереження та оперативне відновлення техніки безпосередньо впливає на рівень боєздатності підрозділів. Навіть незначні затримки в евакуації можуть призвести до безповоротних втрат техніки, ускладнення логістики та зниження темпів виконання бойових завдань.

Існуюча система планування та організації евакуації в багатьох випадках базується на заздалегідь визначених маршрутах, нормативних розрахунках і паперовому документообігу. Проте в умовах динамічної бойової обстановки, активного застосування противником засобів розвідки та вогневого ураження, традиційні підходи не завжди забезпечують необхідну оперативність . Основними проблемами залишаються недостатня координація між підрозділами, несвоєчасне отримання інформації про місцезнаходження пошкодженої техніки, обмежена кількість евакуаційних засобів та складність прогнозування обсягів втрат.

Для удосконалення процесу планування евакуації доцільно впровадити принцип адаптивного планування, який передбачає постійне уточнення даних щодо технічного стану парку машин у режимі реального часу. Кожна одиниця техніки повинна мати електронний облік із зазначенням її місця розташування, ступеня пошкодження та потреби в евакуації. Це дозволить оперативно визначати пріоритети та формувати завдання для евакуаційних підрозділів з урахуванням обстановки.

Важливою складовою вдосконалення є створення інтегрованої інформаційної системи взаємодії між бойовими підрозділами, органами управління та підрозділами технічного забезпечення. Така система повинна забезпечувати швидку передачу даних про пошкодження техніки, автоматичний розрахунок найближчих евакуаційних засобів і оптимальних маршрутів переміщення з урахуванням загроз. Використання сучасних засобів навігації та захищених каналів зв’язку підвищить ефективність прийняття рішень та зменшить час реагування.

Таким чином, удосконалення процесу планування та організації евакуації пошкодженої техніки в ході бойових дій має базуватися на поєднанні цифрових технологій, адаптивного управління та мобільності евакуаційних підрозділів. Комплексне впровадження запропонованих заходів дозволить зменшити безповоротні втрати техніки, скоротити терміни її відновлення та підвищити загальний рівень боєздатності.

УДК 355.41:629.113

Напрямки підвищення стійкості системи автотехнічного забезпечення дій підрозділів окремої механізованої бригади від впливу вражаючих факторів противника

проф. Мельник В.В., магістрант Бабій Р.В. (Військова академія, м. Одеса)

Сучасний характер збройної боротьби висуває підвищені вимоги до системи автотехнічного забезпечення підрозділів окремої механізованої бригади як складової загальної системи всебічного забезпечення бойових дій. Активне застосування противником засобів вогневого ураження, розвідки та радіоелектронної боротьби зумовлює зростання втрат автомобільної техніки та зниження ефективності її використання, що безпосередньо впливає на темпи та результати виконання бойових завдань. У роботі обґрунтовано, що стійкість системи автотехнічного забезпечення підрозділів окремої механізованої бригади слід розглядати як комплексну властивість, яка характеризує здатність органів управління та сил забезпечення зберігати працездатність, керованість і можливість відновлення в умовах впливу вражаючих факторів противника. Визначено основні фактори, що знижують рівень стійкості системи, серед яких провідне місце займають ураження пунктів технічного обслуговування і ремонту, порушення шляхів підвозу та евакуації, а також обмеження функціонування системи управління. Проаналізовано аналіз організації автотехнічного забезпечення в підрозділах окремої механізованої бригади та виявлено характерні недоліки його функціонування в умовах бойових дій. Встановлено, що надмірна централізація ремонтно-відновлювальних заходів, недостатня мобільність підрозділів автотехнічного забезпечення і обмежені можливості їх маскування знижують живучість системи в цілому. На основі результатів дослідження визначено основні напрямки підвищення стійкості системи автотехнічного забезпечення підрозділів окремої механізованої бригади: розосередження та децентралізацію сил і засобів технічного обслуговування та ремонту, підвищення мобільності підрозділів автотехнічного забезпечення, удосконалення заходів інженерного обладнання і маскування, створення резервів автомобільної техніки та матеріально-технічних засобів.

Обґрунтовано доцільність удосконалення системи управління автотехнічним забезпеченням шляхом впровадження гнучких схем прийняття рішень, що забезпечують своєчасне реагування на зміну бойової обстановки та втрати внаслідок дій противника. Особливу увагу приділено підготовці офіцерських кадрів та особового складу автотехнічних підрозділів до дій в умовах автономного виконання завдань і обмеженого матеріально-технічного забезпечення.

Реалізація запропонованих напрямків сприятиме зменшенню втрат автомобільної техніки, підвищенню живучості підрозділів окремої механізованої бригади та забезпеченню безперервності виконання ними бойових завдань у сучасних умовах збройної боротьби.

УДК 355.44:629.735:621.395.8

Розробка пропозицій підвищення ефективності організації технічної розвідки в умовах сучасних бойових дій за рахунок використання безпілотних літальних апаратів

доц. Угольніков О.П., магістрант Воробйов Ю.І. (Військова академія, м. Одеса)

В умовах сучасних бойових дій, що характеризуються високою інтенсивністю застосування високоточної зброї, широким використанням засобів радіоелектронної боротьби та постійною зміною обстановки, особливого значення набуває ефективна організація технічної розвідки. Саме від своєчасності виявлення пошкодженого озброєння і військової техніки, визначення характеру ушкоджень та оцінювання можливості їх відновлення залежить рівень технічної готовності підрозділів і загальна боєздатність військ.

Існуюча система організації технічної розвідки здебільшого ґрунтується на діях розвідувальних груп безпосередньо в районі бойових дій із використанням наземних засобів спостереження. Такий підхід в умовах сучасного поля бою має низку суттєвих недоліків, серед яких підвищений ризик для особового складу, обмежені можливості оперативного збору інформації, складність документування результатів розвідки та затримки в передачі даних органам управління. Унаслідок цього зростає час прийняття рішень щодо евакуації та ремонту пошкодженої техніки, що негативно впливає на коефіцієнт технічної готовності підрозділів.

Одним із перспективних напрямів удосконалення організації технічної розвідки є широке впровадження безпілотних літальних апаратів у систему технічного забезпечення військ. Використання БпЛА дозволяє здійснювати дистанційне обстеження районів бойових дій, оперативно виявляти пошкоджені зразки техніки, визначати їх координати та ступінь ураження без безпосереднього перебування розвідувальних груп у зоні вогневого впливу противника. Передача фото- та відеоматеріалів у режимі реального часу забезпечує підвищення достовірності оцінювання технічного стану зразків озброєння та військової техніки.

Разом із тим, впровадження безпілотних літальних апаратів у процес технічної розвідки потребує розроблення відповідних організаційних і методичних рішень. Зокрема, необхідним є визначення раціональної структури підрозділів технічної розвідки з урахуванням включення екіпажів БпЛА, удосконалення алгоритмів взаємодії між розвідувальними, евакуаційними та ремонтними органами, а також інтеграція отриманих розвідувальних даних у єдину інформаційну систему управління технічним забезпеченням. Окремої уваги потребує питання забезпечення стійкості каналів зв’язку та захисту інформації в умовах активного впливу засобів радіоелектронної боротьби противника.

Реалізація запропонованих заходів дозволить скоротити час виявлення та оцінювання пошкоджень озброєння і військової техніки, підвищити ефективність планування евакуаційних і ремонтно-відновлювальних робіт та забезпечити зростання рівня технічної готовності підрозділів в умовах сучасних бойових дій.

Підсекція інформаційно-аналітичної діяльності та інформаційної безпеки

УДК 004.89

Підвищення роздільної здатності зображень номерних знаків транспортних засобів з використанням дискретного вейвлет-перетворення та глибоких нейронних мереж

проф. Данчук В.Д., аспірант Марченко В.В.

Низькороздільні та сильно пошкоджені номерні знаки транспортних засобів у реальному спостереженні за дорожнім рухом є критичним вузьким місцем для автоматизованого оптичного розпізнавання символів в інтелектуальних транспортних системах (ІТС). Системи розпізнавання номерних знаків стали невід'ємним компонентом сучасних ІТС, підтримуючи рішення для мобільності в розумних містах.

Ця робота зосереджується на розв'язанні проблеми підвищення роздільної здатності зображень для розпізнавання номерних знаків транспортних засобів у реальних умовах відеоспостереження використовуючи глибокі нейронні мережі, адаптовані для комп'ютерного зору. Задіяно як дані реального часу, так і архівні відеозаписи з дорожніх камер спостереження, завдяки яким запропонована система може покращувати якість зображень номерних знаків транспортних засобів для підвищення точності системи автоматичного розпізнавання символів. Ця здатність до поліпшення якості досягається за допомогою сучасних архітектур згорткових нейронних мереж (CNN), які тренуються на великому наборі пар зображень номерних знаків з низькою та високою роздільною здатністю, що забезпечує високу якість відновлення пошкоджених символів.

У сучасних системах відеоспостереження, коли камери охоплюють великі ділянки дороги, на певній відстані окремі символи можуть мати висоту в декілька пікселів, через що точність систем автоматичного розпізнавання символів падає до декількох відсотків. Запропонований метод підвищення роздільної здатності зображень з використанням глибоких нейронних мереж та дискретного вейвлет-перетворення дозволяє розділити вхідне зображення на низькочастотні компоненти які містять загальну форму символів, та високочастотні – чіткі краї та деталі. Нейронна мережа навчається одночасно покращувати обидві складові, що дає значно кращі результати, ніж звичайне збільшення. На відміну від традиційних методів підвищення якості, які спираються на сталі алгоритми та не можуть відтворювати пошкоджені символи, моделі глибокого навчання добре адаптуються до різноманітних умов освітлення, ракурсів камер та типів пошкодження. Оцінка на великому наборі даних UFPR-SR-Plates, демонструє ефективність запропонованого підходу у відновленні деталей, критичних для розпізнавання символів, із сильно деградованих матеріалів відеоспостереження.

З практичного погляду, ці результати мають вагоме значення для ІТС, де дані, що збираються у режимі реального часу потребують швидкого та якісного

процесу обробки, що обумовлює високий практичний потенціал метода у спостереженні за дорожнім рухом, автоматизованому стягненні плати за проїзд та застосуваннях ІТС, де надійне розпізнавання пошкоджених номерних знаків має першорядне значення.

УДК 004.89:656.073

Динамічна маршрутизація доставки вантажів з врахуванням статичних часових вікон в міській траспортній логістиці останньої милі

проф. Данчук В.Д., аспірант Гутаревич О.С.

Однією з ключових задач підвищення ефективності міської транспортної логістики є оптимізація маршрутів з урахуванням динамічного стану вулично-дорожньої мережі (ВДМ). В логістиці останньої милі для електорнної комерції критичним фактором є виконання доставки у визначені часові вікна. Тому вирішення динамічної задачі маршрутизації транспортних засобів з часовими вікнами (DVRPTW) є особливо важливим для розвитку ефективної, екологічно стійкої та клієнто-орієнтованої міської логістики.

У цій роботі представлений метод вирішення багатокритеріальної задачі DVRPTW на основі розв'язання асиметричної динамічної задачі комівояжера з часовими вікнами (DTSPTW). ВДМ представляється у вигляді двонаправлено орієнтованого зваженого графу, де вершини відповідають точкам доставки з часовими вікнами та депо, а дуги містять послідовність сегментів ВДМ, які визначають оптимальний маршрут між парою точок доставки у конкретний час доби.

Рішення базується на модифікованому алгоритмі мурашиної колонії (ACO_{mod}), який використовує дві додаткові локальні евристики спрямовані на врахування часових вікон. Критеріями оптимізації є мінімізація загальних транспортних витрат та максимізація загальної задоволеності клієнтів через дотримання часових вікон. Метод реалізує концепцію оптимальності Парето для багатокритеріальної оптимізації, що дозволяє гнучко налаштовувати вплив різних факторів через параметри користувача.

На основі розробленого методу запропоновано адаптивну інформаційну систему, яка включає дві основні підсистеми: підсистему моніторингу стану ВДМ та підсистему оптимізації маршрутів. Підсистема моніторингу збирає та обробляє дані з різних джерел (ГІС-платформи, дорожні датчики, детектори забруднення повітря, VANET/MANET системи) та зберігає їх для подальшого використання в процесах динамічної маршрутизації. Підсистема оптимізації отримує поточні дані про стан ВДМ, визначає оптимальне рішення та виконує в онлайн режимі динамічну реоптимізацію маршруту під час руху транспортного засобу залежно від змін динамічних характеристик на ділянках ВДМ.

Для перевірки запропонованого методу було проведено імітаційні дослідження на прикладі доставки товарів до 10 пунктів видачі інтернет-магазину Rozetka в межах ВДМ м. Києва з використанням реальних даних про стан ВДМ, включаючи дані з ГІС-сервісу Azure Maps та дані з дорожніх датчиків руху на окремих ділянках. Оптимізація виконувалась за критерієм мінімізації часу з дотриманням індивідуальних статичних часових вікон доставки для кожної

точки. Отримані результати підтверджують перспективність застосування запропонованого методу для вирішення практичних задач управління процесами міської транспортної логістики останньої милі з врахуванням реальної конфігурації ВДМ та статичних часових вікон.

УДК: 004.8:005.334

Модель прогнозування рівня використання кредитного ліміту та кредитного ризику на основі нейронної мережі Transformer

проф. Данчук В.Д., аспірант Лінський О.М.

В сучасних умовах нелінійного розвитку суспільства зростає рівень невизначеності у різних сферах людської діяльності, в тому числі і у фінансовій сфері. Відповідно, в таких умовах фінансові установи повинні постійно вдосконалювати й розвивати автоматизовані системи для оцінки кредитоспроможності клієнтів. Це вимагає формування нових підходів до оцінки та прогнозування ризиків, адже їх точність і своєчасність є критичними для ефективного, проактивного управління.

У цій роботі представлено новий підхід до оцінювання кредитного ризику та прогнозування використання кредитного ліміту в портфелі роздрібного кредитування. На відміну від традиційних бінарних моделей кредитного скорингу, які оцінюють лише ймовірність настання певної події дефолту, запропонований метод запроваджує багатовимірну прогностичну структуру, що відображає еволюцію поведінки клієнта та ризику з часом.

Модель базується на архітектурі Transformer, здатній відображати складні (нелінійні) часові залежності, а її вхідні дані складаються з часових рядів, які описують динаміку встановлених кредитних лімітів, розмір використання кредитних лімітів та індивідуальні ризикові профілі клієнтів, де кожна оцінка ризику отримується за допомогою логістичної регресії.

Ідея даної архітектури полягає в інтеграції послідовних оцінок ризику, отриманих за допомогою логістичної регресії, як динамічних часових вхідних даних у модель Transformer та застосуванні цієї архітектури для багатокрокового авторегресійного прогнозування як поведінкових, так і ризикових траєкторій. Такий підхід раніше не застосовувався в моделюванні кредитного ризику в роздрібному кредитуванні.

Запропоноване методологічне поєднання забезпечує прогнозування на основі часових траєкторій замість статичної оцінки дефолту та формує багатокрокові прогнози поведінки клієнтів і відповідних рівнів ризику в межах визначеного горизонту прогнозування. Поєднання класичних методів оцінки ризику з сучасними моделями штучного інтелекту забезпечує як методологічну новизну, так і практичні переваги, підтримуючи більш обґрунтоване та адаптивне управління кредитним портфелем.

Застосування більшої глибини історичних даних дозволить посилити модель шляхом включення більшої кількості часових точок у прогнозну частину під час навчання. Це, у свою чергу, відкриває широкі можливості для реалізації повного потенціалу трансформерної архітектури при розв'язанні задач послідовного прогнозування.

УДК 004.056.53

Інтелектуальні комп'ютерні технології захисту інформації

проф. Аль-Амморі А.Н., доц. Дяченко П.В., аспірант Зайцев В.В.

Нині комп'ютерні технології високими темпами впроваджуються у всі сфери людської діяльності. Не викликає сумніву той факт, що на сучасному етапі розвитку суспільства багато традиційних ресурсів, що визначають розвиток людства, поступово втрачають своє первісне значення, разом з цим все більшого значення набуває інформація. Безперечно, інформація стає сьогодні головним ресурсом науково-технічного прогресу та соціально-економічного розвитку світової спільноти.

Внаслідок дедалі більшого розширення впливу ЗМІ, лавиноподібного поширення комп'ютерних систем та його взаємодії у вигляді мереж спостерігається дедалі більша залежність як організацій, і окремих людей від інформації. Саме тому в останні роки серед науковців та спеціалістів різного профілю, представників бізнесу, громадських та політичних діячів посилюється інтерес до змісту та методології вирішення інформаційних проблем, що виникають у різних сферах людської діяльності. Водночас перехід інформації до розряду найважливіших ресурсів людства викликає до життя проблему боротьби за володіння цим ресурсом, і як наслідок – появу засобів нападу, а відповідно і засобів захисту.

УДК 004.056.53

Розробка інформаційної системи туристичного агенства

проф. Аль-Амморі А.Н., ст. викл. Суботіна В.К., аспірант Жихарєв І.М.

Інформатизація – одна з найяскравіших рис системи суспільних відносин розвинених країн. Людство вступило у такий етап розвитку цивілізації, в якому інформація, знання відіграють визначальну роль у всіх сферах діяльності людей. У цьому інформація стає у суспільстві найважливішим чинником економічного зростання.

Темою проекту, що розробляється, є «Розробка програми з формування замовлення на вимогу клієнта для автоматизованої системи управління продажами путівок туристичної агенції».

Вплив інформаційних технологій на управління туристичною компанією величезний. У багатьох інших областях бізнес настільки не прив'язаний до інформації, адже здебільшого туристична фірма продає інформацію, а турист її купує. Таким чином, автоматизація безпосередньо впливає підвищення ефективності роботи як окремих менеджерів, так і усієї компанії загалом. Автоматизація та широке застосування електронної техніки стають одним із найактуальніших завдань у галузі туризму.

Під туристською діяльністю розуміється діяльність туристичної організації з формування (виробництва), просування та продажу туристського продукту, надання послуг з туристичного обслуговування, а також інша діяльність у сфері туризму. Туристська путівка є письмовим документом туристської організації на виробництво та продаж туристського продукту та невід'ємною частиною договору, а також документом первинного обліку туристської організації.

Автоматизація роботи турагентств зводиться до оперативного обліку замовлених туристами турів, оформлення платежів з клієнтами та партнерами, друкування усіх необхідних документів. Існує не так багато галузей, в яких збирання, обробка, застосування та передача інформації були б настільки ж важливі для щоденного функціонування, як у туристичній індустрії.
Метою створення програмного продукту є збирання, зберігання та надання інформації про туристичні маршрути, контроль продажу туристичних путівок, облік клієнтів, формування та друк форм вихідної інформації.
Основним призначенням системи є автоматизація введення, виведення та зберігання даних, а також пошук, вибірка необхідних даних із загального набору даних, виведення їх на екран монітора, а також на друк. Програма дозволяє додавати нові дані до загального набору даних, змінювати їх або видаляти. Результатом розробки є автоматизована програма, яка дозволяє зберігати та надавати інформацію про туристичні маршрути, вести контроль продажу туристичних путівок, вести облік клієнтів, здійснювати формування та друк форм вихідної інформації.

УДК 004.056.53

Розробка аналого-цифрової керованої системи

доц. Червякова Т.І. ст. викл. Туманова І.В., аспірант Дзюбан Д.В.

Розвиток сучасного світу неможливий без комп’ютерної техніки та автоматизованих систем управління. Технічний прогрес міцно пов'язаний з розвитком систем аналізу та обробки даних про об'єкти. АСУТП знаходять своє застосування у всіх сферах виробництва. До них пред'являються різні вимоги. Щоб управління системами було якісне і задовольняло поставленим умовам, необхідно також розвиток і правильність підібраних її складових компонентів. Велика увага приділяється якості керування.
У цій роботі вирішено комплекс завдань, які забезпечують побудову аналого-цифрових керованих систем. Вибір теми обумовлений інтересом до перехідних процесів, тому й висвітлюється у ній переважно динаміка системи у перехідних режимах.
Дані системи носять досить загальний характер, і можуть бути у багатьох промислових мережах, причому як цілої, і складовою. У доповіді детально розглянуто питання про стійкість систем, як перехідний процес систем та об'єктів управління, реалізації систем та шляхи вирішення цих проблем.
Дана система може застосовуватися як макет для вивчення динамічних властивостей безперервних і дискретних САУ.

УДК 004.056.53

Проектування бази даних автовокзалу

асист. Олійник В.Л., аспіранти Коровін Д.В., Шевченко А.О.

В сучасних умовах зростає значення інформаційних систем, що дозволяють забезпечити інформаційну підтримку процесів ухвалення рішень. Бази даних одна із основних елементів більшості інформаційних систем. Базою даних є представлена в об'єктивній формі сукупність самостійних матеріалів,

систематизованих таким чином, щоб ці матеріали могли бути знайдені та оброблені за допомогою електронної обчислювальної машини. Розглядаючи таку предметну область як автостанція, безперечно, неможливо обійтися без структурування інформації до бази даних. База даних має щонайменше три важливі властивості (ознаки):

- База даних зберігається та обробляється в обчислювальній системі. Таким чином, будь-які позакомп'ютерні сховища інформації (архіви, бібліотеки тощо) базами даних не є.
- Дані у базі даних добре структуровані (систематизовані). Під структурованістю у разі розуміється явне виділення складових частин (елементів) і зв'язків з-поміж них.
- Структура бази даних забезпечує ефективний пошук та обробку даних. Ефективність тут головним чином визначається тим, як співвідносяться гнучкість та потужність можливостей (пошуку та обробки) з витратами зусиль та ресурсів.

Актуальність створення програми бази даних, як частини інформаційної системи, очевидна – зберігання у зручному вигляді, можливість спільного використання бази даних кількома користувачами, засоби підтримки даних в актуальному стані, можливість побудови звітів на запит користувача.

УДК 004.056.53

Квантові нейромережі в процесах навчання та управлінні

проф. Аль-Амморі А.Н., аспіранти Кухтик А.В., Аль-Амморі Х.А.

Сьогодні, як і сто років тому, безперечно, що мозок працює більш ефективно і принципово іншим чином, ніж будь-яка обчислювальна машина, створена людиною. Саме цей факт протягом стількох років спонукає та спрямовує роботи вчених усього світу зі створення та дослідження штучних нейронних мереж.

Штучний Нейронні мережі (ШНМ) мають деякі привабливі особливості як наприклад паралельність розподіленої обробки, помилкостійкість та здатність навчатися та узагальнювати отримані знання. Під властивістю узагальнення розуміється здатність ШНМ генерувати правильні виходи для вхідних сигналів, які були враховані у процесі навчання (тренування). Ці дві властивості роблять ШНС системою переробки інформації, що вирішує складні багатовимірні завдання, непосильні іншим технікам. Штучні Нейронні мережі увійшли до практики скрізь, де потрібно вирішувати завдання прогнозування, класифікації чи управління. Такий вражаючий успіх визначається кількома причинами:

1. Багаті можливості. Нейронні мережі – виключно потужний метод моделювання, що дозволяє відтворювати надзвичайно складні залежності. Протягом багатьох років лінійне моделювання було основним методом моделювання у більшості областей, оскільки для нього добре розроблені процедури оптимізації. У задачах, де лінійна апроксимація незадовільна (а таких досить багато), лінійні моделі працюють погано. Крім того, нейронні мережі справляються з "прокляттям розмірності", яке не дозволяє моделювати лінійні залежності у разі великої кількості змінних.

2. Простота у використанні. Нейронні мережі навчаються на прикладах. Користувач нейронної мережі підбирає початкові дані, а потім запускає алгоритм навчання, який автоматично сприймає структуру даних. При цьому від користувача, звичайно, потрібно якийсь набір евристичних знань про те, як слід відбирати та готувати дані, вибирати потрібну архітектуру мережі та інтерпретувати результати, однак рівень знань, необхідний для успішного застосування нейронних мереж, набагато скромніший, ніж, наприклад, при використанні традиційних методів статистики.

Згодом зявились такі поняття, як квантове нейронне обчислення, поглинена квантова нейронна мережа, квантова асоціативна пам'ять і паралельне навчання. У результаті з'явилась область штучних нейронних мереж, заснованих на квантових теоретичних поняттях і методах. Вони отримали назву Квантові Нейронні Мережі.

УДК 004.056.53

Дослідження методів і засобів захисту програмного забезпечення

проф. Аль-Амморі А.Н., магістр Олех В.Б., студент Калюжний Є.Б.

Програмне забезпечення (ПЗ) є однією з основних складових будь-якої сучасної ІС: окремого ПК, обчислювальних та телекомунікаційних мереж різного розміру та призначення, від невеликих локальних до глобальних.

Сучасні засоби програмного забезпечення здійснюють реалізацію більш складних та ефективних ІТ у всіх сферах людської діяльності. Однак саме ПЗ піддається впливу великої кількості факторів, що дестабілізують. Істотну шкоду програмним продуктам завдають такі несанкціоновані дії, як несанкціоноване копіювання програм, їх незаконне поширення та використання, внаслідок чого знижується його якість, аж до повного припинення його функціонування та завдає значної матеріальної шкоди фірмам-виробникам програмного забезпечення.

В даний час розроблено чимало засобів захисту програмного забезпечення: програмні, технічні, правові тощо. Однак реально існує проблема вибору найбільш ефективних методів та засобів захисту ПЗ у конкретних ІС.

Актуальність цієї роботи полягає в тому, що зроблено спробу виявити комплекс найбільш ефективних засобів та методів захисту програмного забезпечення від усіляких дестабілізуючих факторів.

УДК 004.056.53

Інформаційні технології в управлінні якістю

доц. Дегтярьова А.О., аспіранти Комендант Р.А., Щербаков А.С.

Підвищення ефективності виробництва, підвищення якості продукції, що випускається, перехід до випуску нової продукції пов'язано, перш за все, з вирішенням проблем управління виробничими ресурсами: матеріальними, технологічними, фінансовими, кадровими, інформаційними і т.д.

Застосування найефективніших форм управління виробництвом нерозривно пов'язані з активним використанням інформаційного простору підприємства,

стан якого визначається специфічним видом ресурсного забезпечення виробництва – інформаційним ресурсом.
Сукупність методів та методик організації інформаційних процесів у виробничих системах, що дозволяють здійснити вибір та використання необхідного інформаційно-технічного рішення для синтезу знання про виробничу ситуацію, становить зміст концепції формування інформаційного ресурсу системи управління наукомістким виробництвом.
Система управління інформаційним простором виробничої організації формуються у специфічному середовищі, що характеризується як інформаційний ресурс системи управління – системою організації потоків внутрішньої та зовнішньої інформації, а також методів та засобів пошуку, обробки та розподілу інформації в організації

УДК 004.056.53

Основні принципи використання інтелектуальних датчиків

проф. Аль-Амморі А.Н., доц. Клочван А.Є., доц. Дяченко П.В.

Однією з найбільш важливих проблем, що виникають при створенні та експлуатації суднових технічних систем, є забезпечення необхідної якості та надійності управління в умовах збурюючи факторів, до яких належать, зокрема зміни параметрів регульованого процесу та середовища функціонування системи. Для управління складними динамічними об'єктами використовуються методи та технології штучного інтелекту як засоби боротьби з невизначеністю зовнішнього середовища. Інтенсивний розвиток інтегральної схемотехніки призвів до створення принципово нових вимірювальних перетворювачів-інтелектуальних датчиків, що містять в одному корпусі перетворювач та мікропроцесор, що дозволяє виконувати основні операції з перетворення та підвищення достовірності вимірювальної інформації, у місці її виникнення.
Використання інтелектуальних датчиків (ІД) дає можливість по-новому підійти до розподілу функцій між основними елементами систем контролю та управління, зокрема, звільнити центральний процесор від необхідності обробки великих обсягів первинної інформації. ІД являє собою сукупність апаратних та програмних засобів, що забезпечують відображення властивостей об'єкта контролю або управління у вигляді деякої структури даних, що формуються в результаті обробки вихідного сигналу вимірювального перетворювача за певним алгоритмом. Можна дати таке визначення інтелектуального датчика: це датчик, що має здатність автоматичної адаптації до джерела сигналу та навколишнього середовища, а також здатність контролювати свої функції, та коригувати помилки вимірювань.
Одним із основних принципів інтелектуального підходу до створення виконавчих механізмів нового покоління полягає у перенесенні функціонального навантаження від механічних вузлів до інтелектуальних (електронних, комп'ютерних та інформаційних) компонентів, які легко перепрограмуються під нові завдання.
Для реалізації інтелектуального виконавчого механізму (ІВМ) використовувались чотири основні функціональні блоки:

- інформаційно-електричний функціональний перетворювач (ФП), що включає контролер управління рухом і силовий електричний перетворювач;
- електромеханічний ФП, що включає електродвигун і механічний передавальний пристрій;
- електро-інформаційний ФП, що включений у коло зворотного зв'язку ІВМ і містить датчики напруги і струму силового перетворювача;
- механіко-інформаційний ФП, що включений у коло зворотного зв'язку ІВМ і містить датчики переміщення, частоти обертання, моменту, сили.

Зі сказаного вище випливає, що при використанні нових технологій та методів обробки сигналів на добре відомих принципах виміру створюються датчики зі значно кращими властивостями.

УДК 004.9:519.7

Визначення впливу якості датчиків інформації на достовірність інформації в інформаційно-управляючих системах з паралельним інформаційним резервуванням

доц. Клочан А.Є., магістр Гончар П.О., студент Кучер В.В.

Призначення інформаційно-управляючих систем полягає в забезпеченні ефективного управління об’єктом або процесом шляхом збору, обробки, аналізу інформації з подальшим формування обґрунтованих керуючих впливів. В процесі роботи інформаційно-управляючої системи відбувається визначення моменту настання контрольованої події, зокрема виходу контрольованого параметру за допустимі межі. Визначення значення контрольованого параметру відбувається з використанням датчиків інформації, які в силу технічних та конструктивних особливостей мають скінченну точність вимірювання. Таким чином, в залежності від наявності контрольованої події може виникати одна з чотирьох ситуацій, які складають повну групу подій: правильного виявлення наявності контрольованої події, правильного виявлення відсутності контрольованої події, помилкове виявлення наявності контрольованої події та невиявлення наявності контрольованої події. Значення ймовірності появи кожної з чотирьох подій залежить від двох факторів: ймовірності настання контрольованої події та якості датчика інформації. Під якістю датчика інформації розуміють ймовірність правильного вимірювання значення контрольованого параметру. Для підвищення достовірності інформації в інформаційно-керуючих системах застосовують різноманітні підходи, суть яких зводиться до підвищення достовірності правильного визначення наявності та відсутності контрольованої події, а також зниження ймовірностей помилкового виявлення та невиявлення контрольованої події. Зокрема, одним з напрямків підвищення достовірності інформації в інформаційно-керуючих системах є застосування паралельного інформаційного резервування. При цьому, інформація про значення контрольованого параметру одночасно надходить від кількох датчиків, а рішення про настання контрольованої події приймається на основі мажоритарного принципу. Для дослідження впливу якості датчиків інформації на достовірність інформації в інформаційно-управляючій системі

було проведене математичне моделювання роботи системи з чотирьох датчиків високої, середньої та низької якості для індексів мажоритарності «1 з 4», «1 з 4», «1 з 4», «1 з 4». Результати дослідження показали, що зі зростанням якості датчиків спостерігається підвищення ймовірності правильної роботи та зниження ймовірності неправильної роботи інформаційно-управляючої системи з паралельним інформаційним резервуванням. При цьому, за умови високої ймовірності наявності контрольованої події доцільно застосовувати системи паралельного інформаційного резервування з низьким індексом мажоритарності, а за умови високої ймовірності відсутності контрольованої події - системи паралельного інформаційного резервування з високим індексом мажоритарності.

УДК 005.311.6:303.444

Візуалізація даних: принципи, способи та корисні інструменти

проф. Палеха Ю.І., ст. викл. Алєксєєнко К.М., студентка Кучер В.В.

У світі, де кожен клік і транзакція залишають за собою цифровий слід, вміння читати й аналізувати дані стає ключовим завданням. Але як зробити так, щоб вони були зрозумілими для всіх? Відповідь проста: візуалізація даних. Без неї дані залишаться загадковими цифрами, до яких нікому немає діла. Вона допомагає керівникам, маркетологам, дизайнерам, рекрутерам, Project-менеджерам та іншим фахівцям розібратися у звітах аналітиків.

Проведені дослідження показали, що інформація, подана у візуальному вигляді, аналізується набагато швидше ніж текстова та таблична. Вона допомагає бачити закономірності, аномалії та проблеми, а також ухвалювати на основі даних виважені рішення.

Вибір методу візуалізації багато в чому залежить від того, які дані є і що необхідно показати з їхньою допомогою. Головне – зробити так, щоб інформація була зрозумілою і корисною для тих, хто її бачить.

Існує безліч сервісів для візуалізації даних: від простих і безплатних до професійних. Вибір залежить від різноманітних чинників, таких як тип і обсяг даних, які необхідно візуалізувати, а також рівень навичок користувача.

В доповіді буде висвітлене дослідження використання різних інструментів і процесів для аналітики та візуалізації даних, на основі яких можна приймати обґрунтовані рішення.

Розглядаються можливості бізнес-аналітики, які доступні для роботи з даними в Excel. Excel вміщує багато базових функцій бізнес-аналітики, дозволяє збирати інформацію з різних джерел, проводити розрахунки, автоматизувати задачі, створювати діаграми та графіки, може використовуватись для створювання та обміну інтерактивними звітами, системами показників та інформаційними панелями. Його головна перевага – широка доступність, простота використання і безліч функцій.

Розглядаються можливості використання потужного сервісу від Microsoft для бізнес-аналізу та візуалізації Power BI, який спрощує підготовку інтерактивних звітів. Він дає можливість аналізувати інформацію з Excel, баз даних, хмарних

сервісів, соціальних мереж тощо. Один із важливих плюсів Power BI – глибока інтеграція з іншими продуктами Microsoft.
Результати дослідження подаються за допомогою інфографіки, яка візуалізує складну інформацію завдяки поєднанню тексту, графіки та ілюстрації і допомагає передати значну кількість відомостей у лаконічній та зрозумілій формі.

УДК 535.016
Використання фазових пластинок
доц. Малиш М.І.
Фазова (хвильова) пластинка — оптичний елемент, що змінює поляризацію електромагнітної хвилі. Найбільшу популярність мають півхвильова пластинка, що змінює орієнтацію лінійної поляризації та чвертьхвильова пластинка, яка змінює лінійну поляризацію на колову або навпаки. Точний контроль поляризації надзвичайно важливий у таких галузях як сонячна поляриметрія, оптичний зв'язок, візуалізація біомедичних зображень, ідентифікація військових мішеней, хімічний аналіз, фільтрація довжин хвиль. Такий контроль можна здійснювати за допомогою чвертьхвильових та півхвильових фазових пластинок. Нами виконано аналіз роботи, технічних параметрів фазових пластинок. Здійснено порівняння їх характеристик. Фазові пластинки використовуються для аналізу чи керування поляризацією світла у відносно вузькій спектральній області. У системах, в яких основну роль грають малі габарити та вага, потрібно віддавати перевагу хвильовим пластинкам. До таких систем перш за все потрібно віднести оптичну телекомунікацію.

***УДК* 621.43**
Фізика тертя та зносу в двигунах
доц. Малиш М.І., студентка Юхимчук Ю.В.
У роботі висвітлюється фізична природа тертя та зносу в деталях двигунів внутрішнього згоряння і машин загалом. Розглядаються основні причини виникнення тертя, його види в механізмах двигуна, а також вплив зносу на ефективність роботи машин. Тертя зумовлене взаємодією мікронерівностей контактуючих поверхонь і молекулярними силами зчеплення між матеріалами, що призводить до перетворення частини механічної енергії в тепло. У двигунах реалізуються сухе, граничне, рідинне та змішане тертя. Найбільш ефективним є рідинне тертя, за якого шар мастила зменшує прямий контакт між деталями та уповільнює їх зношування. Знос деталей відбувається внаслідок абразивних, адгезійних, втомних і корозійних процесів, які посилюються під дією навантажень і температур. Зменшення тертя і зносу досягається шляхом застосування якісних мастильних матеріалів, удосконалення складу сплавів та використання сучасних захисних покриттів.

***УДК* 621.432.3**

Фізичні та технологічні особливості двотактних і чотиритактних двигунів внутрішнього згоряння

доц. Малиш М.І., студент Бишовець І.М.

У роботі висвітлюються фізичні основи роботи двотактних і чотиритактних двигунів внутрішнього згоряння та їх значення для сучасної техніки і транспорту. Основну увагу приділено принципу перетворення хімічної енергії палива в механічну роботу, а також ролі термодинамічних і механічних процесів у робочому циклі двигуна. Робота двигуна внутрішнього згоряння базується на процесах стискання паливно-повітряної суміші, її згоряння та подальшого розширення газів, унаслідок чого виконується корисна механічна робота. У двотактних двигунах робочі процеси поєднуються в межах одного оберту колінчастого вала, що дозволяє отримати більшу питому потужність за менших габаритів. У чотиритактних двигунах ці процеси відбуваються протягом чотирьох тактів, що забезпечує вищу ефективність і стабільність роботи. Важливу роль у роботі двигунів відіграють термодинамічні параметри газів, зокрема тиск і температура, а також особливості газообміну в циліндрі. Кількість тактів впливає на коефіцієнт корисної дії, теплові втрати та механічні навантаження на деталі двигуна. Конструктивні особливості двотактних і чотиритактних двигунів зумовлюють відмінності в їхній екологічності, витратах пального та сферах застосування. Сучасний розвиток технологій спрямований на підвищення ефективності двигунів внутрішнього згоряння шляхом удосконалення систем упорскування палива, керування процесом згоряння та зменшення шкідливих викидів. Розуміння фізичних процесів, що відбуваються у двигунах, є основою для подальшого вдосконалення їх конструкції та експлуатаційних характеристик.

УДК 539.3:519.8:534.6

Комп'ютерна обробка параметрів вільних коливань звукової частоти

доц. Мозговий О.В.

Структурні зміни в матеріалах впливають на параметри їхніх вільних коливань. Розроблений спосіб отримання графіка вільних затухаючих коливань звукової частоти досліджуваних зразків в електронній формі і подальший його аналіз за допомогою розробленої комп'ютерної програми Damping. Ця програма дозволяє провести частотно-смуговий аналіз обвідної сигналу записаної розгортки в часі вільних механічних затухаючих коливань за допомогою програми Sound Forge. Досліджуватись можуть різні матеріали, які при збудженні коливаються зі звуковою частотою. Тому датчиком може бути мікрофон. В установці використано широкосмуговий мікрофон, сигнал якого подається до комп'ютера. Програма Sound Forge дозволяє також провести спектральний аналіз отриманих графіків вільних затухаючих коливань досліджуваних зразків, що дає змогу мати дані про характер затухання, швидке якісне порівняння швидкості затухання різних зразків чи однотипних зразків після різних обробок. Програма обрахунку даних Damping дозволяє проводити частотно-смуговий аналіз обвідної сигналу вільних затухаючих коливань, що

зберігається в 16-бітних, PCM (Pulse Code Modulation), моно, 44100 Гц частотою дискретизації звукових файлів формату RIFF (wav). Особливістю програми є можливість обчислення логарифмічного декременту затухання коливань за однією з гармонік сигналу. Ця програма працює від 32-ох розрядних версій ОС Microsoft Windows. Для виводу головного вікна програми необхідний відеорежим монітора комп'ютера не менш ніж 800X600 пікселів. Мінімальні вимоги до комп'ютера: Pentium 133 MHz, 32 MB RAM. Програма не вносить в реєстр або каталог операційної системи ніякої інформації і не потребує процедури інсталяції і деінсталяції, запускається *.exe файлом. У режимі обрахунку обвідної файл послідовно розбивається на вибірки довжиною 2048 відліків (приблизно 0,05 секунди), здійснюється швидке перетворення Фур'є і за результатами отримуємо загальну обвідну, обвідну смуги частот та обвідну найбільшої гармоніки в смузі частот, які виводяться по закінченні обрахунку в табличній та графічній формах. Таблиця містить у кожному рядку порядковий номер, час початку вибірки від початку файлу в секундах, частота найбільшої гармоніки в смузі аналізу в Гц, амплітуда найбільшої гармоніки в смузі аналізу в квантах АЦП (для 16-розрядного Аналого-Цифрового Перетворювача динамічний діапазон становить 32767 квантів), логарифмічний декремент затухання та (у дужках) дійсний відсоток спаду амплітуди і проміжок часу між точками, при яких було обчислено логарифмічний декремент затухання. При неможливості обчислення декременту в рядку виводиться відповідне повідомлення. Існує обмеження по тривалості файлу, який обробляється – 90 хвилин (при встановленні „overlap" у не нульове значення, пропорційно, зменшується максимальна допустима тривалість файлу для аналізу).

УДК 378.147.001.76

Комп'ютерні програми-симулятори електричних схем у навчальному процесі

доц. Мозговий О.В., ст.викл. Суботіна В.П, ст.викл. Пальчик О.П., студент Калюжний Є.Б.

Розвиток комп'ютерної техніки на початку XXI століття створив умови розвитку комп'ютерного моделювання, яке стало невід'ємною частиною навчання та досліджень у галузі електротехніки, електроніки та комп'ютерних наук. Розглядаються сучасні підходи до моделювання електронних складних об'єктів і систем з використанням комп'ютерних програм-симуляторів. Особлива увага приділена інтеграції новітніх технологій, таких як хмарні симулятори, штучний інтелект, віртуальна та доповнена реальність, які здатні розширити можливості навчального процесу. Здобувачі вищої освіти у процесі навчання повинні оволодіти знаннями і навиками основної спеціальності, а також вміти користуватися сучасними інформаційними технологіями, бути мобільними і конкурентоспроможними на ринку праці та ін. Використання комп'ютерних програм дає можливість істотно зменшити витрати на облаштування досить дорогих навчальних лабораторій, які потребують дотримання певних технічних умов та обслуговування кваліфікованим

персоналом. Створення віртуальної лабораторії не може замінити реальну лабораторію, де студенти навчаються складати електричні схеми, працювати з вимірювальною технікою. Але за відсутності необхідного дорогого радіотехнічного обладнання та в умовах дистанційного навчання дослідження функціонування складних електронних схем доцільно здійснювати саме у віртуальній лабораторії. Важливим є перехід до новітніх інструментів, таких як LTspice, KiCad, а також хмарних симуляторів CircuitLab та Tinkercad. Вони дозволяють моделювати складні системи, наприклад, IoT-пристрої, автономні транспортні засоби та смарт-мережі, що є актуальним для сучасного навчання та досліджень. За допомогою цих програм вдається швидко та точно створювати віртуальні схеми, які легкі не тільки для сприйняття, а й піддаються для модифікації та покращення.

Створенні віртуальні електричні кола відображають математичні моделі реальних об'єктів. Ці моделі поділяють на динамічні і статичні, лінійні чи нелінійні, детерміновані або стохастичні. Вид моделі, яку використовують, залежить від особливостей об’єкта та завдань, що потрібно вирішити. Кожен тип моделі має свої особливості та застосування: алгебраїчні моделі, диференціюючого та моделі інтегруючого типів. У сучасному освітньому процесі програми-симулятори електричних схем активно розвиваються завдяки впровадженню технологій штучного інтелекту та віртуальної реальності. Штучний інтелект у програмах-симуляторах дозволяє реалізувати низку важливих функцій. Наприклад, AI-алгоритми здатні аналізувати схеми, які зібрали студенти, та надавати персоналізовані рекомендації щодо їх оптимізації. Системи машинного навчання також допомагають передбачати потенційні проблеми в схемах та пропонують варіанти їх вирішення, що особливо важливо на етапі навчання.

УДК 004.93:629.3

Комп’ютерно-інтегрована система моніторингу та адаптивного керування транспортними потоками на основі методів машинного навчання

проф. Аль-Амморі А.Н., асист. Заварзіна В.В.

Сучасний стан розвитку транспортної інфраструктури характеризується зростанням інтенсивності руху, підвищенням вимог до безпеки та енергоефективності, а також необхідністю оперативного реагування на динамічні зміни дорожньої обстановки. Традиційні системи регулювання транспортних потоків, що базуються на фіксованих або напівадаптивних алгоритмах керування, не забезпечують достатнього рівня гнучкості та ефективності в умовах змінної інтенсивності руху. У зв’язку з цим актуальним є розроблення комп’ютерно-інтегрованих систем моніторингу та адаптивного керування транспортними потоками із застосуванням методів машинного навчання.

Метою роботи є розробка та експериментальна апробація комп’ютерно-інтегрованої системи, що забезпечує збір, обробку та інтелектуальний аналіз даних про параметри транспортного потоку з подальшим формуванням керуючих впливів у реальному масштабі часу.

Запропонована система реалізована за модульним принципом і включає: підсистему збору даних (відеокамери, індуктивні датчики, бездротові сенсорні вузли), обчислювальний модуль первинної обробки інформації, аналітичний модуль на основі алгоритмів машинного навчання та виконавчий модуль керування світлофорними об'єктами або іншими регулюючими пристроями. Передача даних між підсистемами здійснюється через локальну мережу з використанням стандартних протоколів обміну, що забезпечує інтеграцію з існуючими інформаційними ресурсами транспортної інфраструктури.

Для аналізу параметрів транспортного потоку (інтенсивність, щільність, середня швидкість, довжина черги) використано алгоритми класифікації та регресії, зокрема моделі на основі штучних нейронних мереж та ансамблевих методів. Навчання моделей здійснювалося на вибірках експериментальних даних, отриманих із реального або імітаційного транспортного вузла. Адаптивний механізм керування передбачає зміну тривалості фаз світлофорного регулювання залежно від прогнозованих параметрів потоку.

Експериментальні дослідження показали, що застосування методів машинного навчання дозволяє знизити середній час затримки транспортних засобів та довжину черг у порівнянні з фіксованими режимами регулювання. Крім того, підвищується пропускна здатність перехрестя та зменшується ймовірність виникнення перевантажень у пікові періоди.

Розроблена комп'ютерно-інтегрована система може бути використана як складова інтелектуальних транспортних систем міського рівня та інтегрована у кіберфізичну інфраструктуру транспортного комплексу. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розширення функціоналу системи, зокрема інтеграцію з системами пріоритезації громадського транспорту, використання глибинних нейронних мереж для обробки відеопотоку та впровадження механізмів самоадаптації в умовах нештатних ситуацій.

УДК 378.1; 378.9

Фізичні основи створення електромагнітних каналів витоку інформації

доц. Іщенко Р.М., студент Єфименко М.М.

Технічний канал витоку інформації розглядається як фізичний шлях небезпечного сигналу від джерела до засобу технічної розвідки. У загальному випадку технічні канали витоку інформації поділяються на наступні: електричні (небезпечні електричні струми в різних струмопровідних елементах), електромагнітні (електромагнітне випромінювання різного діапазону), акустичні (поширення звукових коливань у будь-якому звукопровідному середовищі), матеріально-речовинні (магнітні, оптичні носії, папір тощо). Відомо, що під час роботи будь-яких електронних приладів відбувається вихід побічного електромагнітного випромінювання. Обробка та передача інформації в основних технічних засобах і системах (які безпосередньо здійснюють обробку інформації) здійснюється за допомогою електричних струмів провідності, що циркулюють по електронним елементам (транзисторам, діодам, конденсаторам тощо) та провідникам (шлейфам) електронних пристроїв. Як відомо, навколо рухомих електричних зарядів

(змінних струмів) утворюються електромагнітні поля, що поширюються у просторі та можуть бути перехоплені за межами контрольованої зони засобами технічної розвідки. Канал побічних електромагнітних випромінювань додаткових технічних засобів і систем утворюється шляхом перехоплення приймачами зловмисника за межами контрольованої зони небезпечних сигналів у вигляді побічних електромагнітних полів основних технічних засобів і систем, які перевипромінюються додатковими технічними засобами і системами, а також сторонніми провідниками. Тобто, додаткові технічні засоби і системи можуть бути випадковими антенами і призвести до витоку інформації з об'єкту інформаційної діяльності.

УДК 378.1; 378.9

Моделювання генератора вібраційного шуму для блокування акустовібраційного каналу витоку інформації

доц. Іщенко Р.М., студент Кобзар І.Т.

Захист мовної інформації в приміщеннях з високими вимогами до конфіденційності вимагає протидії засобам дистанційного прослуховування, що використовують вібрації огороджувальних конструкцій (скло, стіни, підлога, стеля, труби опалення й водопостачання). Найбільш ефективним методом є активне зашумлення за допомогою вібровипромінювачів. Отже, метою даної роботи є розробка комп'ютерної моделі генератора шумів, який адаптує спектр завади під характеристики конкретної поверхні, мінімізуючи при цьому акустичний дискомфорт у самому приміщенні. **Основні етапи моделювання складаються з наступного. Синтез сигналу:** використання алгоритмів генерації білого або «рожевого» шуму. Згідно з вимогами Держспецзв'язку України, завада повинна мати енергетичний спектр, що перекриває діапазон частот людського голосу (300 Гц – 6 кГц). **Математична модель передачі:** опис взаємодії віброакустичного перетворювача (п'єзоелектричного або електродинамічного типу) з поверхнею через деяку передавальну функцію. **Адаптація спектра:** впровадження октавних або третинооктавних еквалайзерів для компенсації резонансних частот захисної конструкції. Моделювання в середовищі MATLAB/Simulink або LabVIEW дозволяє визначити необхідну потужність генератора для досягнення відношення «сигнал/шум» нижче критичного рівня порівняно з чутливістю стетоскопів або лазерних мікрофонів. **Таким чином,** розроблена модель дозволяє оптимізувати енергоспоживання системи захисту та забезпечити гарантований рівень приховування інформації. Наступним можливим кроком є фізична реалізація генератора на базі мікроконтролера з цифровим синтезом сигналів.

УДК 378.1; 378.9

Штучний інтелект та його роль у сучасних ІТ-продуктах

доц. Іщенко Р.М., студентка Попружна О.П.

Сьогодні штучний інтелект (ШІ) – це напрям в інформаційних технологіях, який стосується створення програм та систем, здатних виконувати різні завдання, що зазвичай потребують саме людського мислення. Такими

завданнями є аналіз інформації, логічне міркування, навчання на основі даних і прийняття рішень. Із точки зору сучасності ШІ слугує як набір алгоритмів та моделей, які дозволяють комп'ютерам опрацьовувати інформацію, а також робити якісні висновки без прямого втручання людини. Сам розвиток ШІ розпочався ще в середині XX століття, коли науковці хотіли створити машини, що здатні імітувати окремі когнітивні операції людини. Завдяки зростанню, розвитку обчислювальних потужностей і накопиченню великих обсягів даних змінилися й підходи до реалізації ШІ, адже вони стали більш складними та реально ефективними. Це надало можливість зробити перехід від простих програм до систем, що можуть самостійно навчатися та адаптуватися до нових умов. Машинне навчання – це кількісна перевага сучасних систем штучного інтелекту, що включає навчання алгоритмів на прикладах. Дані системи можуть знаходити структурні зв'язки в масивах, розпізнавати зображення, текст або навіть мову, а також прогнозувати результати. Із огляду на це ШІ може виконувати складні різноманітні завдання швидше та точніше, аніж традиційні програмні рішення. ШІ має суттєвий вплив на сучасні ІТ-продукти, адже може забезпечити автоматизацію багатьох процесів. Його часто використовують у пошукових системах, рекомендаційних сервісах, чат-ботах, інтелектуальних помічниках та системах аналізу даних. Рішення щодо впровадження ШІ дозволяє покращити юзабіліті цифрових продуктів, покращити взаємодію з юзерами та оптимізувати роботу програмного забезпечення. З огляду на вищезазначене, можна констатувати, що ШІ став невід'ємною частиною сучасних інформаційних технологій. Його широке застосування в ІТ-продуктах сприяє розвитку інновацій, удосконаленню механізмів цифрової взаємодії та створенню нових можливостей для користувачів і розробників. Можна з упевненістю стверджувати, що роль ШІ в інформаційних системах буде і надалі зростати, інтегруючись у все ширший спектр галузей.

УДК 378.1; 378.9

Моделі для автоматизації виявлення та оцінки вразливостей інформаційних систем

доц. Іщенко Р.М., аспірант Галушка Д.В.

Традиційні методи виявлення вразливостей (SAST, DAST, фаззинг) потребують значних ресурсів та не забезпечують достатнього охоплення складних логічних помилок безпеки. Великі мовні моделі (LLM) відкривають нові можливості для інтелектуального аналізу коду та автоматизації процесів кібербезпеки. Відповідно, об'єктом дослідження є процеси виявлення вразливостей інформаційних систем. Предметом дослідження є методи застосування мовних моделей для автоматизованого аналізу безпеки програмного коду. Метою роботи є розробка методології застосування мовних моделей для автоматизації виявлення та оцінки вразливостей. У роботі ставилися наступні завдання: аналіз існуючих методів та інструментів виявлення вразливостей; дослідження архітектур мовних моделей для аналізу коду; розробка методів fine-tuning для специфічних задач безпеки; методологія оцінки критичності на основі CVSS; алгоритми зменшення false positives; реалізація та експериментальна перевірка

прототипу. Таким чином, у роботі запропоновано методологію використання мовних моделей для автоматизації виявлення та оцінки вразливостей інформаційних систем, яка підвищує ефективність процесів кібербезпеки та зменшує кількість помилкових спрацьовувань порівняно з традиційними методами.

УДК 378.1; 378.9

Аналіз сучасних моделей обробки даних для моніторингу апаратного забезпечення програмного продукту

доц. Іщенко Р.М., аспірант Кісельов М.В.

Моніторинг апаратного забезпечення є ключовим елементом забезпечення надійності сучасних програмних систем. У distributed та хмарних середовищах ефективність роботи програмного продукту напряму залежить від своєчасного аналізу даних про стан процесора, оперативної пам'яті, дискової підсистеми та мережі. Базовою є модель збору телеметрії, яка реалізується за принципом pull або push. У pull-моделі центральний сервер періодично опитує вузли інфраструктури (як у Prometheus), тоді як push-модель передбачає самостійне надсилання метрик агентами на сервер або брокер повідомлень. Отримані дані зазвичай обробляються у вигляді часових рядів – послідовностей значень із часовими мітками. Це дозволяє виконувати трендовий аналіз, агрегацію та виявлення аномалій. Для роботи з великими обсягами таких даних використовуються спеціалізовані бази часових рядів, наприклад Influx DB. У системах реального часу застосовується потокова модель обробки, де метрики передаються через брокери повідомлень (наприклад, Apache Kafka) та аналізуються без затримки. Це дає можливість оперативно генерувати алерти й запобігати інцидентам. Найбільш ефективним підходом є комбінування часових, потокових і подієво-орієнтованих моделей. Така інтеграція забезпечує масштабованість, відмовостійкість і можливість прогнозування деградації апаратних ресурсів, що особливо важливо для високонавантажених програмних продуктів.

УДК 378.147:303.442.3]:378.4(477)

Формування потрібних бізнес-аналітику навичок у закладі вищої освіти

проф. Палеха Ю. І., студент Хіміч А.О.

Стрімке розгортання бізнес-процесів в Україні, соціально-економічні реформи пов'язані з переходом країни на військові рейки, розвиток інформаційного простору та інформаційних технологій викликають різке зростання вимог до рівня інформатизації суспільства та аналітичного забезпечення виробництва. Науково-технологічна сфера стає безпосереднім чинником забезпечення обороноздатності країни, набуває дедалі більшого значення підготовка бізнес-аналітиків, оскільки обсяги даних, які генеруються щодня, продовжують зростати в геометричній прогресії.

Набуття навичок (Hard & Soft Skills) здобувачами другого магістерського ступеня освіти за ОКП «Консолідована інформація» впродовж навчання в Національному транспортному університеті досягається завдяки застосуванню

новітніх технологій, методів навчання, використанню кейс-методів, опануванню відповідних стандарту ОК, проходженню виробничих практик, застосуванню міждисциплінарних та міні-проєктів.

Так, до Hard Skills, які потрібні майбутньому бізнес -аналітику, відносимо перш за все базові компетенції, що містять етичні засади, спроможності ділового мовлення, вміння швидкочитання, знання засад інформаційної культури, включаючи навички роботи в інтернеті, спроможності застосування хмарних технологій, спілкуватись через інстант-месенджерів (WhatsApp, Telegram, We-Chat, Facebook Messenger, Viber), знання офісних інструментів (Word, Excel, PowerPoint Visio), навички роботи з редакторами Google Drive, Photoshop, Paint, SNAGIT, мультимедіа-редактором Prezi та Camtasia Studio, візуалізації даних завдяки застосунку MindManager, навички роботи з інструментами ШІ, а також Pandas, NumPy, Matplotlib, Seaborn та SQL.Big Data. Знання аналітиком техніки бізнес-аналізу включає набуття навичок щодо управління вимогами, змінами, розробки проєктних артефактів, володіння відповідним інструментарієм (Excel, Jira, Enterprise Architect, Borland Caliber RM та ін.). Бізнес-аналітику знадобляться знання ряду платформ, наприклад, TCO (Total Cost of Ownership), ROI (Return on Investment), EBIDAT (Earnings Before Depreciation and Taxes), ABC (Activity-Based Costing). Для інжинірингу бізнес-процесів аналітику потрібні знання певних нотацій, в яких потрібно описувати бізнес процеси BPML (Business Processes Modeling Language), IDEFx, CFF (Cross-Functional Flowcharts), блок-схеми (BPWin і Business Studio). До інструментарію роботи з документами бізнес-аналітику стануть в нагоді знання MS Word, OpenOffice (для Linux), потрібні програми для генерації PDF-документів (Acrobat), стане в нагоді й Wiki.

Що стосується Soft Skills аналітику потрібні базові компетенції, включаючи здатність до навчання, самостійність, гарну пам'ять, вміння чітко викладати інформацію, аналітичні навики (вміння критично ставитися до ситуації, структурувати дані, обробляти великі обсяги даних роботи в умовах невизначеності), особистісні міжособистісні та ділові навички (лідерство, клієнтоорієнтованість, ділова хватка, вміння вести переговори).

У майбутньому можна очікувати вдосконалення підготовки фахівців аналітичного спрямування та формування у них професійних компетентностей.

УДК 004.8:004.9:338.1

Трансформація технологічних сервісів в еру агентного штучного інтелекту

доц. Червякова Т.І.

Опитування підприємств демонструє стрімке зростання впровадження агентного штучного інтелекту: понад 80% компаній проводять пілотні проекти, а 12% досягли масштабованих розгортань у кількох функціях. Агентний штучний інтелект створює амбівалентний вплив на ринок технологічних сервісів, тобто загроза скорочення базового бізнесу на 20-30% через підвищення продуктивності та інсорсинг технологічного управління компенсується створенням двох нових пулів вартості обсягом $200 млрд (сервіси робочих процесів агентного штучного інтелекту) та $100-400 млрд

(трансформація бізнес-функцій). За стратегічного підходу технологія може забезпечити додаткові три відсоткові пункти річного зростання ринку і досягти $1,6-1,9 трлн до 2030 року.
Ключовими бар'єрами масштабування є складність інтеграції з наявними системами, обмежена технічна експертиза та вразливості безпеки агентів. Підприємства очікують передачі 15-30% функціональних обов'язків агентам протягом трьох років, зосереджуючись на технологічних функціях, клієнтському сервісі, операційних процесах та галузевій специфіці. Понад 70% можливостей концентрується у фінансових послугах, ритейлі, високотехнологічних галузях, охороні здоров'я та виробництві. Конкурентний ландшафт трансформується через розмивання меж між постачальниками програмного забезпечення та сервісів, появу «руйнівників» та зростання партнерських екосистем.
Успішна реалізація вимагає дотримання п'яти фундаментальних вимог: переосмислення позиціонування агент-орієнтованих можливостей з чіткою артикуляцією бізнес-результатів, побудови власних платформ оркестрації з модульною архітектурою, консультативних моделей виходу на ринок із галузевою експертизою, редизайну операційної моделі через людино-агентну колаборацію та винаходу альтернативних комерційних моделей, оскільки більшість підприємств віддають перевагу передплатним або результат-орієнтованим схемам замість традиційної погодинної оплати.
Для України впровадження агентного штучного інтелекту є критично важливим через активність вітчизняних компаній на глобальному ринку технологічних сервісів. Основні проблеми включають обмежений доступ до великих мовних моделей через геополітичні обмеження, дефіцит спеціалізованих фахівців, складність залучення інвестицій в умовах війни та виклики інтеграції зі світовими екосистемами. Однак успішне впровадження може забезпечити українським компаніям лідерські позиції на світовому ринку та створити основу для повоєнного зростання через експорт високотехнологічних послуг.

УДК 004.738.5:002.1(043.2)

Переваги та виклики електронного документообігу

проф. Аль-Амморі А.Н., доц. Шкурко О.П.

Впровадження цифрових технологій дозволяє оптимізувати діяльність підприємств та установ, зменшити витрати та підвищити продуктивність. Актуальність впровадження електронного документообігу обумовлена тим, що необхідно забезпечити ефективне забезпечення управління, зокрема в електронному середовище, оптимальну схему документообігу.
Серед переваг електронного документообігу слід зазначити: скорочення трудовитрат і часу, підвищення ефективності діяльності, забезпечення відкритості та доступності інформації, швидкість узгодження та підписання документів, контроль та відстеження виконання завдань, відсутність необхідності копіювання примірників документів у підрозділи, можливість дистанційної роботи тощо.

Однак впровадження цифрових технологій зустрічається з багатьма викликами, зокрема загроза кібератак; недостатня обізнаність персоналу, частіше літнього віку в інформаційних технологіях та опір змінам; необхідність адаптації законодавства до сучасних інформаційних технологій, наприклад блокчейн; витрати на ліцензії, налаштування електронного документообігу, навчання співробітників; дотримання інформаційної безпеки, зокрема захист від несанкціонованого доступу, резервне копіювання, підтримка програмного забезпечення тощо.

Вирішення викликів часу, використання технологій штучного інтелекту допоможе активно інтегруватися українським підприємствам в світову економіку.

УДК 316.658:004.9(043.2)

Вплив інформаційно-медійних технологій на формування громадської думки

доц. Шкурко О.П., студентка Нерода К.Д.

Формування громадської думки - важлива проблема у всіх країнах світу, її особлива актуальність пов'язана з появою та розвитком нових інформаційних технологій. Сьогодні інформаційно-медійні технології перестали бути просто засобом передачі новин — вони стали головним середовищем, у якому живе сучасна людина. Людина отримує інформацію про світ не лише з власного досвіду, а й через екран смартфона. Оскільки соцмережі та месенджери працюють 24/7, вони мають безпрецедентну можливість впливати на те, що громадяни вважають правильним, важливим чи небезпечним. У часи криз, загрози дезінформації та інформаційних війн розуміння того, як медіа формують думку мільйонів осіб, є питанням не лише соціології, а й національної безпеки.

Інформаційні технології значно розширили інформаційний простір, вони впливають на суспільну свідомість. Громадська думка безпосередньо пов'язана з процесами, що відбуваються у соціумі. Значення медіатехнологій у суспільстві полягає в їхній здатності миттєво об'єднувати або роз'єднувати людей: по-перше, вони дають можливість кожному висловити свою позицію, що робить суспільство більш відкритим; по-друге, медіа виступають «фільтром», який допомагає виділити головні проблеми серед величезного потоку подій; по-третє, через інтерактивність (лайки, поширення) громадська думка тепер формується дуже швидко, що змушує політиків та бізнес швидше реагувати на запити людей.

Наряду з позитивним моментом - участю широких верств населення у політичних процесах, існує небезпека використання медіа для маніпулювання свідомістю суспільства. Отже через медіа звертаються до масової аудиторії, на основі отриманої інформації формується громадська думка. Таким чином медіа активно використовується владними інститутами як для формування громадської думки, так для маніпулювання.

Під час дії воєнного стану було створено багато нових інформаційних ресурсів на базі сучасних ІТ. Соціальні мережі та месенджери стали важливим інструментом, який інформував населення та сприяв згуртуванню українського

народу. Особливу актуальність зараз має протидія дезінформації під час війни: швидке спростування фейків через офіційні медіа, месенджери, зокрема Telegram-канали допомагає зберігати спокій у суспільстві та не дає ворогу посіяти паніку. Соціальні мережі - дієвий інструмент поширення достовірних відомостей, протидії фейкам. Взаємодія держави, журналістів, медіа і користувачів, розвиток технологій, зокрема використання алгоритмів штучного інтелекту для виявлення фейків дозволяє протистояти інформаційній війні та запобігти пропагандистським впливам під час війни. Крім того, необхідний розвиток медіаосвіти, та цифрової грамотності, забезпечення доступу до перевіреної публічної інформації, розвиток критичного мислення, дотримання етичних стандартів, популяризація фактчекінгу та ін.
Розвиток інформаційних технологій сприяє збільшенню інструментів впливу на формування громадської думки, Традиційні засоби інформації поступаються Інтернет як засобу формування громадської думки.

УДК 0021:334.722.012.64(043.2)

Особливості управління документообігом у діяльності малого бізнесу

доц. Шкурко О.П., студентка Максименко К.Т.

Документообіг є одним із важливих елементів організації діяльності малого бізнесу, оскільки документи фіксують всі господарські операції, взаємовідносини з контрагентами та державними органами. Важливо розуміти, що документообіг — це не лише рух документів (а паперовому або електронному вигляді) з часу їх створення або отримання до відправки чи виконання, а цілісна система управління інформацією, яка забезпечує законність і впорядкованість підприємницької діяльності. Саме тому важливо здійснювати ефективне управління документообігом.
Більшість ФОПів мають досить великий обсяг документації: договори з контрагентами, накладні, акти приймання-передачі, податкові накладні, сертифікати якості продукції, касові документи та фінансову звітність. Кожен із цих документів має юридичне значення та підтверджує правомірність здійснення господарських операцій.
При управління документообігом необхідно дотримуватись таких обов'язкових умов. По-перше, це правильне оформлення первинних документів, які є основою бухгалтерського обліку та фінансової звітності, оскільки помилки в їх заповненні можуть призвести до штрафів або непорозумінь із контрагентами. По-друге, це впорядковане зберігання документів і дотримання встановлених термінів їх архівування, що особливо важливо під час перевірок.
Автоматизація документообігу має важливе значення для підвищення ефективності малого та середнього бізнесу. Паперовий документообіг має багато недоліків, зокрема: ризик втрати документів внаслідок надзвичайних ситуацій, військових дій; відсутність можливості працювати з документами віддалено; висока вартість паперу, їх копіювання; загроза екології внаслідок вирубки лісів; недостатність прозорості та контролю при роботі з документами; складність пошуку документів в архіві тощо.

Впровадження сучасних технологій, автоматизація документообігу дозволяє оптимізувати діяльність малого бізнесу. Завдяки використанню систем електронного документообігу, електронного підпису відбувається автоматизація рутинних задач, зокрема введення даних, відстежується рух документа, архівування документації, прозора звітність, скорочуються трудовитрати на здійснення документаційної діяльності, зменшується ризик помилок і заощаджується час. Для управління підприємством – це необхідна умова ефективної роботи. Такі системи електронного документообігу як FossDoc, Dubidoc MEGAPOLIS.DOCNET, Вчасно, M.E.Doc, CRM-системи та ін. успішно використовуються в діяльності малого бізнесу.

Отже, управління документообігом у діяльності малого бізнесу є не лише технічним процесом, а й важливою складовою успішного функціювання підприємства. Таким чином можна зробити висновок, що впорядкована система документування сприяє прозорості діяльності, дотриманню законодавчих вимог та стабільному розвитку бізнесу, від неї залежить економічність, надійність функціювання, прискорення взаємодії з постачальниками, оперативність надання послуг клієнтам.

УДК 005.311.6:303.444

Особливості впливу цифрового маркетингу на поведінку українських споживачів

проф. Січкаренко Г.Г.

Сьогодні онлайн-простір став ключовим каналом комунікації, культурного впливу та маркетингу. Завдяки цифровим каналам відбувається інформування споживачів про нові товари, послуги, тренди; формування іміджу бренду через візуальні, текстові та інтерактивні формати; мотивація до дії — покупка, підписка, участь у заході; збір зворотного зв’язку та аналітика поведінки користувачів.

Іншою важливою тенденцією є зростання очікувань щодо екологічної відповідальності. Споживачі товарів і послуг, особливо більш молодшої категорії, віком 18–35 років, дедалі частіше звертають увагу на те, як компанії поводяться з упаковкою, якою є логістична модель, а також чи використовуються енергоощадні технології в магазинах чи офісах.

Ще одним важливим фактором стає швидкість зворотного зв'язку та обслуговування. В обох компаніях клієнти очікують на швидке вирішення проблем, наявність багатоканальної підтримки, а також зрозумілі механізми компенсацій у разі помилки. Саме здатність швидко реагувати на звернення та адаптуватися до зворотного зв'язку стає вирішальним елементом конкурентного переваги. В українських реаліях сьогодні зростає значення довгострокової довіри до бренду. Успішними стають ті компанії, які не лише продають товари чи доставляють посилки, а й формують спільноту навколо себе, підтримують діалог із клієнтами та демонструють сталу ціннісну позицію.

Завдяки широкому застосуванню цифрових технологій у всіх сферах життя, коли справа доходить до ухвалення рішення про купівлю товару чи послуги, споживачі стають хорошими дослідниками. Вони розшукують більше

різнобічної інформації. Цифрові технології дають можливість критично оцінювати інформацію та відповідальна підходити до ухвалення рішень.
Поведінка українських користувачів — це синтез прагматизму, емоційної чутливості та цифрової обізнаності. Ефективність онлайн-кампаній в Україні залежить від розуміння мотивацій та поведінки українських користувачів, оптимальної цінової політики, активної комунікації з ними через поєднання емоції, спільних цінностей, креативу, простоти, візуальності, а також через партнерство з медіа, лідерами думок та культурними інституціями.
Щоб задовольнити такого споживача, бренді мають не лише продавати, а й будувати спільноту, бути чесними, корисними, зрозумілими та підтримуючими. Такий підхід формує довготривалу лояльність і перетворює платформу чи сервіс на частину повсякденної життя. Ці принципи можуть стати основою для розвитку не лише комерційних кампаній, а й культурних та освітніх проєктів, спрямованих на популяризацію української культури та інтеграцію інновацій, зокрема, у бібліотечно-інформаційний простір. Провідні українськи компанії, що активно розвиваються, загалом, з нашого погляду, вдало долають цей шлях.

СЕКЦІЯ 3
РОЗРОБКА НАУКОВО ОБҐРУНТОВАНИХ МЕТОДІВ ПРОЄКТУВАННЯ, БУДІВНИЦТВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ І МОСТІВ, ЩО СПРИЯТИМУТЬ НАЙБІЛЬШ ШВИДКОМУ ОНОВЛЕННЮ КРАЇНИ

Підсекція транспортного будівництва та управління майном

УДК 625.7/.8

Удосконалення методології розрахунку отворів малих мостів та гофрованих водопропускних труб з урахуванням акумуляції талих вод у придорожніх водозборах

проф. Савенко В.Я., аспірант Чечуга Є.С.

Актуальність дослідження зумовлена тим, що в умовах України значна частина максимального поверхневого стоку формується саме під час весняного сніготанення, яке характеризується короткочасністю, високою нерівномірністю та залежністю від температурного режиму й стану ґрунтів.

Малі штучні споруди є найбільш чисельними елементами системи водовідведення автомобільних доріг. Їх пропускна здатність безпосередньо впливає на стійкість земляного полотна, довговічність дорожнього одягу та безпеку руху. Чинні підходи до визначення розрахункових витрат здебільшого орієнтовані на пікові значення стоку без достатнього врахування процесів тимчасового накопичення води у межах малих водозборів. Водночас під час інтенсивного танення снігу, особливо за умов промерзлого або водонасиченого ґрунту, відбувається швидке формування поверхневого стоку з одночасною акумуляцією води у пониженнях рельєфу, придорожніх кюветах та перед вхідними оголовками споруд.

Такий режим призводить до зміни умов роботи водопропускних споруд, зокрема переходу від безнапірного до частково або повністю напірного протікання. Це суттєво впливає на фактичну пропускну здатність отвору та може спричиняти підтоплення земляного полотна і прилеглих територій. Особливо чутливими до зміни гідравлічного режиму є гофровані металеві труби, що широко застосовуються у дорожньому будівництві завдяки економічності, швидкості монтажу та конструктивній гнучкості.

У дослідженні запропоновано вдосконалений підхід до визначення параметрів отворів малих мостів і труб, який передбачає урахування просторової нерівномірності сніготанення, оцінювання можливого об’єму тимчасової акумуляції у межах водозбору, а також аналіз зміни режимів протікання води через споруду. Такий підхід дозволяє більш обґрунтовано визначати необхідні геометричні характеристики отворів і підвищувати надійність їх функціонування в період проходження талих вод.

Запропоновані положення мають практичне значення для проєктування та реконструкції автомобільних доріг різних категорій і можуть бути використані при уточненні нормативних підходів до гідравлічного розрахунку малих

штучних споруд. Їх впровадження сприятиме підвищенню експлуатаційної надійності водопропускної системи, зменшенню ризику розмивів і деформацій земляного полотна, скороченню витрат на аварійні ремонти та утримання доріг. Крім того, врахування акумуляційних процесів дозволяє більш адекватно реагувати на сучасні кліматичні виклики, пов'язані зі збільшенням частоти різких температурних переходів і інтенсивних періодів сніготанення, що загалом підвищує рівень безпеки та довговічності транспортної інфраструктури.

УДК 625.7

Нормативне та законодавче підґрунтя функціонування інформаційно-аналітичної системи розроблення маршруту руху великовагових та/або великогабаритних транспортних засобів

проф. Славінська О.С., доц. Стьожка В.В.

Згідно з Положенням про Державне агентство відновлення та розвитку інфраструктури України, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 10.09.2014 № 439 (в редакції постанови Кабінету Міністрів України від 21.02.2023 № 193) (далі – Положення про Агентство відновлення), Агентство відновлення є центральним органом виконавчої влади, який реалізує державну політику у сфері дорожнього господарства та управління автомобільними дорогами загального користування державного значення.

Відповідно до Закону України «Про дорожній рух», участь у дорожньому русі транспортних засобів, вагові або габаритні параметри яких перевищують нормативні, допускається за наявності відповідного дозволу (далі – дозвіл).

Рух великогабаритних та великовагових транспортних засобів (далі – ВВТЗ) з вантажем або без нього здійснюється відповідно до «Правил проїзду ВВТЗ автомобільними дорогами, вулицями та залізничними переїздами», затверджених постановою Кабінету Міністрів України від 18.01.2001 № 30 «Про проїзд ВВТЗ автомобільними дорогами, вулицями та залізничними переїздами» (далі – Правила проїзду).

Згідно з вимогами Правил проїзду, транспортний засіб чи автопоїзд вважається ВВТЗ, якщо його габарити, максимальна маса або осьова маса перевищують хоча б один з параметрів, зазначених у Правилах дорожнього руху, затверджених постановою Кабінету Міністрів України від 10.10.2001 № 1306.

Погодження маршруту руху ВВТЗ здійснюється згідно з Порядком здійснення габаритно-вагового контролю та справляння плати за проїзд автомобільними дорогами загального користування транспортних засобів та інших самохідних машин і механізмів, вагові та/або габаритні параметри яких перевищують нормативні, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 27.06.2007 № 879 «Про заходи щодо збереження автомобільних доріг загального користування» (далі – Порядок).

Порядком визначено, що плата за проїзд автомобільними дорогами загального користування справляється з транспортних засобів, у тому числі тих, що визначені у статті 5 Закону України «Про єдиний збір, який справляється у пунктах пропуску через державний кордон України», у разі виявлення факту

перевищення їх фактичних параметрів над параметрами, які враховувалися під час встановлення розміру єдиного збору в пунктах пропуску через державний кордон, де відсутні вагові комплекси, та з транспортних засобів, які виїжджають за межі України і на які в установленому порядку не отримано дозвіл на рух або не внесено плату за проїзд.

Порядком визначено, що плата за проїзд ВВТЗ справляється за встановленими ставками залежно від маси такого транспортного засобу, навантаження на вісь (осі), габаритів та протяжності маршруту.

Відповідно до Закону України «Про єдиний збір, який справляється у пунктах пропуску через державний кордон України», єдиний збір справляється одноразово залежно від режиму переміщення (ввезення, транзит) за єдиним платіжним документом в залежності від виду, місткості або загальної маси транспортних засобів.

У той самий час, в Положенні про Агентство відновлення відсутні функції здійснення контролю за внесенням перевізниками-нерезидентами платежів за проїзд автомобільними дорогами України та здійснення стягнення плати за проїзд автомобільними дорогами загального користування з ВВТЗ.

Це основні документи та тези, які є джерелом модернізації ІАС. Можна зазначити, що з моменту останньої модернізації, змін у процедурі отримання дозволу на проїзд ВВТЗ не було і, відповідно, перелік законодавчої бази залишається той самий.

УДК 625.8:004.93

Смартфонний моніторинг стану дорожнього покриву

проф. Усиченко О.Ю., аспірант Зарічний А.О.

Стан дорожньої мережі України залишається критично важливим чинником безпеки руху та економічної ефективності перевезень. Традиційні способи діагностики (лазерне профілювання, інерційні системи, інтегратори нерівностей, візуальні огляди) забезпечують високу точність, але є дорогими, потребують спеціалізованого обладнання й кваліфікованого персоналу та виконуються з низькою періодичністю. Супутникові підходи дають широке охоплення територій, проте обмежені просторовою роздільною здатністю та складністю формування навчальних даних. У цих умовах перспективним є моніторинг на основі сенсорів смартфонів як доступний і масштабований інструмент для оперативного виявлення дефектів покриву.

Метою роботи є обґрунтування концепції системи смартфонного моніторингу дорожнього полотна та демонстрація її технічної реалізовності на прототипі мобільного застосунку. Підхід ґрунтується на зборі телеметрії з акселерометра, гіроскопа та GPS з подальшою обробкою у середовищі Python. Акселерометр фіксує коливання транспортного засобу, гіроскоп допомагає враховувати зміну орієнтації пристрою, а GPS забезпечує геоприв’язку та контроль швидкості.

Для підвищення надійності оцінювання дані попередньо очищуються від пропусків і некоректних ділянок, згладжуються та фільтруються від шумів, що зумовлені особливостями підвіски, стилем керування та положенням смартфона. Як базові індикатори нерівності застосовуються середньоквадратичні значення

вертикального прискорення, пікові характеристики та спектральні ознаки сигналу. Результати зберігаються у форматах, сумісних із геоінформаційними інструментами, та подаються у вигляді інтерактивної карти з кольоровою індикацією проблемних зон.
Експериментальна апробація прототипу підтвердила чутливість методу до відмінностей у якості покриву: на рівних ділянках фіксуються низькі значення вібрацій, тоді як на пошкоджених сегментах спостерігається різке зростання показників, що відповідає проїзду вибоїн, люків і тріщин. Наукова новизна полягає в поєднанні смартфонного сенсорного моніторингу з підходами краудсорсингу, що створює передумови для масштабного збирання геоприв'язаних даних без дорогих дорожніх лабораторій.
Подальші дослідження доцільно спрямувати на нормалізацію сигналів з урахуванням типу транспортного засобу, швидкісного режиму та способу кріплення смартфона, а також на впровадження моделей машинного навчання для точнішої класифікації типів дефектів і валідацію результатів шляхом порівняння з еталонними дорожніми вимірюваннями.

УДК 625.7/.8

Удосконалення підходу до математичного моделювання впливу атмосферних опадів на водно-тепловий режим земляного полотна

доц. Каськів В. І., аспірант Касай К.І.

Результати дослідження присвячені удосконаленню підходів до оцінювання впливу атмосферних опадів на водно-тепловий режим земляного полотна автомобільних доріг. Актуальність теми зумовлена тим, що для нежорстких дорожніх одягів зміна вологості ґрунтів робочого шару безпосередньо впливає на їхні фізико-механічні характеристики, а отже на несну здатність, довговічність дорожньої конструкції та безпеку руху. У сучасних умовах зростання інтенсивності та нерівномірності опадів задача більш точного врахування інфільтрації дощової вологи в ґрунт набуває особливого практичного значення.
Метою роботи було розроблення інженерно-придатного підходу до математичного моделювання впливу атмосферних опадів на водно-тепловий режим робочого шару земляного полотна автомобільної дороги з урахуванням просторово-часового характеру надходження вологи. За основу прийнято дифузійне рівняння зміни вологості ґрунту, яке використовується в розрахункових схемах водно-теплового режиму дорожніх конструкцій.
У роботі показано, що задання впливу атмосферних опадів у вигляді функції, яка є змінною в часі, але однорідною за глибиною, має обмеження при описі реального процесу інфільтрації. Для підвищення фізичної обґрунтованості моделі запропоновано використовувати просторово-часове джерело зволоження у вигляді функції $f(z,t)=q(t)p(z)f(z,t)=q(t)p(z)f(z,t)=q(t)p(z)$, де $q(t)q(t)q(t)$ описує часовий профіль інтенсивності зволоження, а $p(z)p(z)p(z)$ – вертикальний розподіл впливу вологи за глибиною з урахуванням її затухання. Такий підхід дозволяє відображати відмінності між короткочасними інтенсивними зливами та тривалими опадами, враховувати пікові значення

інтенсивності та паузи між опадами, а також адаптувати модель до різних видів ґрунтів шляхом калібрування параметрів вертикального профілю.
Отримані в межах моделі значення вологості можуть бути використані для подальшого уточнення фізико-механічних характеристик ґрунтів робочого шару земляного полотна, зокрема модуля пружності, зчеплення та кута внутрішнього тертя. Це підвищує обґрунтованість інженерних рішень під час проєктування, оцінювання експлуатаційного стану та вибору заходів з регулювання водно-теплового режиму дорожньої конструкції.
Запропонований підхід є збалансованим з точки зору складності та точності для інженерного застосування, оскільки дає змогу використовувати фактичні дані опадів, враховувати зміну вологості за глибиною та особливості ґрунту. Подальші дослідження доцільно спрямувати на калібрування параметрів моделі за експериментальними даними та на апробацію підходу для різних типів дорожніх конструкцій і природно-кліматичних умов.

УДК 625.7/8

Вплив дорожнього покриву на рівень шуму в міських умовах

проф. Бондаренко Л.П., магістр Лупеха Т.В.

Сучасна урбанізація супроводжується постійним зростанням інтенсивності транспортних потоків, що перетворює дорожній шум на один із найбільш агресивних чинників техногенного впливу на міське середовище. Згідно з дослідженнями ВООЗ, тривалий вплив транспортного шуму є причиною зростання різних захворювань та зниження якості життя мешканців міст.
Акустична ситуація в містах залежить від стану доріг, типу покриву, містопланування, погодних умов тощо. В Україні через високу щільність забудови рівень шумового навантаження часто є критичним. Найбільш показовим є місто Київ із найвищим рівнем автомобілізації в країні. На магістралях столиці (зокрема на проспектах Берестейському та Бажана) шум регулярно перевищує норму на 10 – 15 дБ. Це зумовлено не лише приватним автопарком, а й транзитом вантажівок та громадським транспортом, що створює постійний тиск на житлові райони.
Шумове забруднення формується під впливом комплексу чинників: тертя шин об поверхню, роботи двигунів, використання звукових сигналів та спрацювання сигналізацій. Також суттєву роль відіграють параметри навколишнього середовища такі як, наприклад, геометрія вулиць, а також щільність та висотність забудови. Наявність великих скляних чи бетонних поверхонь без акустичних розривів створює умови для резонансу, перетворюючи звичайні міські артерії на справжні звукові пастки для мешканців верхніх поверхів. Ефект «вуличних каньйонів», де звук багаторазово відбивається від щільної забудови, лише посилює проблему.
Крім того, на рівень шуму впливає тип дорожнього покриву. Наприклад, бруківка в історичних районах Києва має значно вищий рівень вібраційного шуму порівняно із сучасним асфальтобетоном. Натомість наявність зелених насаджень може виступати природним бар’єром, що частково поглинає звук.

Тривалий акустичний вплив має критичні наслідки для здоров'я містян: від порушень сну та хронічного стресу до серйозних розладів серцево-судинної системи. Саме тому врахування шумового чинника є обов’язковою умовою сучасного міського планування. Окрім технічних заходів, ключовим інструментом розв'язання проблеми є популяризація альтернативних способів пересування. Заохочення містян частіше ходити пішки або користуватися велосипедами дозволяє кардинально змінити акустичний профіль міста, оскільки такий рух є практично безшумним. Розвиток безпечної велоінфраструктури та створення комфортних пішохідних зон у містах не лише зменшують кількість авто на дорогах, а й сприяють зниженню загального фонового шуму, повертаючи місту затишок.

Для створення тихого міського середовища необхідно поєднувати технічний контроль із розвитком нової культури пересування. Важливо не лише регулювати швидкість автотранспорту та обмежувати рух важких вантажівок чи шумних мотоциклів, а й активно стимулювати мешканців обирати екологічні способи мобільності.

УДК 625.7/.8

Улаштування фільтрувальних насипів замість малих водоперепускальних споруд при відновленні транспортної інфраструктури

проф. Бубела А.В., доц. Чечуга О.С., студент Харченко Р.П.

За умов високого рівня ґрунтових вод виникає необхідність розміщення споруд підземної фільтрації вище відміток природної поверхні рельєфу. Одним із ефективних інженерних рішень у таких умовах є застосування фільтрувальних насипів. Фільтрувальні насипи належать до водопропускних споруд і являють собою кам’яний накид, поверх якого влаштовується земляна засипка, що використовується як земляне полотно автомобільної дороги.

Фільтрувальні насипи з кам’яних матеріалів у певних випадках можуть застосовуватися як водоперепускні споруди замість малих мостів або безнапірних водопропускних труб. Їх доцільно використовувати також під час відновлення труб і малих мостів, пошкоджених або зруйнованих унаслідок бойових дій, а також при будівництві нових ділянок автомобільних доріг у місцях перетину малих водотоків із незначною глибиною та невисокими швидкостями течії.

Незважаючи на обмежене поширення, застосування фільтрувальних насипів є доцільним у складних інженерно-геологічних умовах, коли спорудження мостових опор або фундаментів під труби потребує значних витрат. Особливо ефективними вони є при виконанні робіт у зимовий період, під час прокладання трас у сейсмічно активних районах або за необхідності швидкого відновлення транспортного сполучення.

Основними перевагами фільтрувальних насипів як водопропускних споруд є технологічна простота виконання робіт, що дає змогу зводити їх у стислі терміни. Такі споруди характеризуються високою довговічністю і, як правило, перевищують за строком служби мости та водопропускні труби. Крім того,

вони відзначаються простотою відновлення після пошкоджень, оскільки значна частина матеріалу конструкції зберігається.
У глинистих ґрунтах конструкція фільтрувального насипу може бути аналогічною піщано-гравійному фільтру. Водночас за високого рівня ґрунтових вод фільтрувальне завантаження розміщується частково або повністю над поверхнею землі.
Застосування фільтрувальних насипів доцільне у випадках, коли техніко-економічні розрахунки підтверджують їх переваги порівняно з мостами або трубами. При цьому необхідно враховувати не лише початкові витрати на будівництво, а й витрати на подальше утримання, ремонт і експлуатацію споруд. За наявності місцевих кам'яних матеріалів вартість фільтрувального насипу, як правило, є нижчою порівняно з мостами або трубами, а економічний ефект може становити 30–35 % вартості альтернативних конструкцій.
У разі необхідності пропуску значних об'ємів води можливе застосування комбінованих конструкцій фільтрувальних насипів із додатковим улаштуванням водопропускних труб.

УДК 005.334:656.11

Удосконалення концепт моделі антикризового управління у дорожньому господарстві

доц. Соколова Н.М.

Необхідність та терміновість створення або удосконалення систем антикризового управління господарюванням в Україні надзвичайно загострились в умовах нав'язаного Україні збройною агресією воєнного лихоліття. Отже криза, що впливає на окрему організацію, може бути частиною ширшої кризи.
Дорожнє господарство, як і інші господарства, складається з організацій різних видів. За міжнародним стандартом ISO 22361:2022 організація – це особа або група людей, яка має власні функції з обов'язками, повноваженнями та відносинами, необхідні для досягнення своїх цілей. Поняття організації включає, але не обмежується, індивідуального підприємця, компанію, корпорацію, фірму, підприємство, орган влади, партнерство, благодійну організацію чи установу, або їх частину чи комбінацію, незалежно від того, чи є вона зареєстрованою чи ні, державною чи приватною.
Організації є складними системами з-за різноманіття притаманних їм аспектів. Стандарт ISO 22361:2022 містить рекомендації щодо антикризового менеджменту, щоб допомогти організаціям планувати, створювати, підтримувати, переглядати та постійно вдосконалювати можливості стратегічного антикризового менеджменту. Ці рекомендації можуть допомогти будь-якій організації виявляти кризу та керувати нею.
Майже у кожному дослідженні будь-якого з цих аспектів спочатку розроблюють так звану **концептуальну модель** (або схему), яку у подальшому конкретизують і перетворюють у комп'ютерні програмні засоби (наприклад, в експертні системи), придатні для практичного застосування. Неадекватність створеної концептуальної моделі реальній організації може звести нанівець

зусилля та змарнувати кошти на невдало розроблений комп’ютерний інструмент, який не знадобиться у практичній діяльності. Концептуальна модель – це представлення ключових елементів певної цільової проблеми (наприклад, створення системи антикризового менеджменту), що навмисно виключає будь-яку складність проектування. Концептуальну модель можна розглядати як частину або фазу дискурсу про цю цільову проблему, зазвичай на ранньому етапі. Після цього етапу можна просто відкласти її в довгу шухляду. У цьому сенсі концептуальна модель є високорівневою.

Першим етапом створення концептуальної моделі є розроблення так званої **концепт моделі**, яка містить найбільш однозначну інтерпретацію (або тлумачення) понять, пов'язаних з впливом на кожну організацію кризових явищ. При цьому бажано спиратись на сучасні нормативні розробки, наприклад, на вже згаданий міжнародний стандарт ISO 22361:2022. Цей документ містить рекомендації щодо антикризового менеджменту, щоб допомогти організаціям планувати, створювати, підтримувати, переглядати та постійно вдосконалювати можливості стратегічного антикризового менеджменту. Ці рекомендації можуть допомогти будь-якій організації виявляти кризу та керувати нею.

Концепт модель – модель, яка формує значення основних понять для проблемної області, визначає їх колективну структуру та визначає відповідну лексику, необхідну для послідовного спілкування про неї

Модель концепту завжди буквально виражається набором визначень, кожне визначення представляє концепт. Усі з'єднання між поняттями є або вербальними поняттями (тобто, буквально виражені дієсловами або дієслівними фразами), або логічні твердження (наприклад, спеціалізація, поняття про те, що один концепт є спеціалізацією якогось іншого концепту). Жоден інший вид зв’язку ніколи не приймається до уваги.

Концепт модель завжди полягає у тому, що є у голові людини, а не безпосередньо у речах реального світу. Йдеться про те, як людина розуміє речі, тобто як вона визначає свої поняття. Концепт модель розробляють на основі слів, необхідних для вираження цих понять. Її мета – допомогти людині передавати складні знання у реченнях.

Концепт модель є допоміжним засобом для досягнення точності у продовженні дискурсу на певну тему. Вона уможливлює чітку комунікацію, дозволяючи досліднику висловлювати твердження (речення), які можна легко зрозуміти і розтлумачити (можливо, автоматично). Концепт модель стає тим важливішою, чим глибше дослідник занурюється у предмет дослідження. Це те, що ніколи не повинне відкладати в довгу шухляду.

За міжнародним стандартом ISO 22361 кризою звичайно розуміють ненормальну або надзвичайну подію чи ситуацію, яка загрожує організації або спільноті і вимагає стратегічного, адаптивного та своєчасного реагування для збереження їх життєздатності та цілісності. Подія або ситуація може включати високий ступінь складності, нестабільності та невизначеності. Подія або ситуація може перевищувати можливості реагування або можливості організації. Враховуючи характер кризи, потрібен гнучкий та динамічний

підхід на додаток до будь-яких відрепетованих планів та процедур. Загрози можуть впливати на здатність організації функціонувати, її репутацію, її бренд, її фізичну, політичну чи інтелектуальну власність, її організаційну структуру та її людські, екологічні та економічні фактори. Термін «організація» також включає урядові та неурядові установи та національні органи влади в державному секторі, а також неурядові та благодійні організації. Кризовий менеджмент – скоординована діяльність з керівництва, управління та контролю організації щодо кризи. Можливості організації – здатність виконати завдання з визначеним запланованим результатом та в рамках заданих умов. Організаційна здатність залежить від наявних ресурсів та організаційних принципів, структури (лідерство, структура, культура, компетенції) та процесів. Команда кризового менеджменту – група осіб, функціонально відповідальних за керівництво реагуванням організації на кризові ситуації. План кризового управління – документ, що визначає, які процедури та пов'язані з ними ресурси мають застосовуватися, ким і де під час кризи. Інцидент – подія або ситуація, яка може бути або призвести до порушення, втрати, надзвичайної ситуації або кризи

За останніми вітчизняними роботами криза – це крайнє загострення протиріч у соціально-економічній системі як всередині неї, поміж ключовими її компонентами (персонал, техніка, технологія, виробництво, фінанси тощо), так і спричинене взаємодією окремих соціально-економічних систем (людина, група, підприємство, національна економіка, світове господарство), що загрожує її життєстійкості в зовнішньому середовищі, не дозволяючи виконати місію, цілі або завдання підприємства.

Можна зробити висновок про актуальність удосконалення концепт моделей антикризового управління.

УДК 378.1:005.574

Рада випускників як інструмент стейкхолдер-менеджменту в закладах вищої освіти

проф. Харченко А.М., аспірант Галаган Р.В.

В умовах підвищеної уваги до розвитку вищої освіти, зменшення кількості здобувачів вищої освіти через демографічні та безпекові проблеми, важливої уваги заслуговує системна взаємодія зі стейкхолдерами. Саме рада випускників може бути інструментом як управління якістю освіти, так і формування бренду закладу, стратегічних партнерств. Варто визнати, що випускники займають унікальне місце серед зацікавлених сторін у розвитку закладу вищої освіти. Вони є носіями культури університету та, водночас, є незалежними стейкхолдерами з боку ринку праці. Інституалізація ради випускників формує підґрунтя побудови каналів зворотного зв’язку щодо забезпечення якості вищої освіти, шляхів модернізації та актуалізації освітніх програм, тенденцій розвитку ринку праці, формування механізмів управління репутацією закладу освіти. Однак існують ризики надмірної формалізації створення подібного органу, що вплине на якість впровадження інструменту, потенційних конфліктів інтересів між членами ради, бездіяльність, високий рівень

бюроктратизації тощо. Створення ради випускників варто розглядати не лише на найвищому (загальноуніверситетському) рівні, а також на основі структурних підрозділів. Наприклад, в Національному транспортному університеті станом на 2025 рік налічується 6 факультетів, 4 навчально-наукових інститути, 62 кафедри, 214 освітніх програм. Створення занадто великого централізованого органу може привезти до втрати ефективності за рахунок розміру та витрат на адміністрування. Важливим викликом є релевантність зворотної зв'язку випускників щодо суміжних або відмінних напрямків підготовки здобувачів освіти. Як рішення можливо запропонувати створення рад випускників за напрямами діяльності університету, спеціальності чи галузі знань, структурних підрозділів, де потрібна інформація з зовнішнього середовища.

УДК 625.771

Складові озеленення автомобільних доріг

доц. Фещенко А.М., студент Гордієнко Б.М.

Архітектурне рішення автомобільної дороги містить суттєву складову – проектування її озеленення. Однією з вимог є максимальне збереження природних насаджень. Посадка нових рослин передбачає дотримання наступних вимог: гарантування безпеки руху транспорту та людей, забезпечення затримання снігоприносу до дороги, підкреслення окремих елементів дорожнього середовища, поліпшення зорового сприйняття дороги, підкреслення споруд у плані та профілі.

В нормативних документах недостатньо уваги приділено класифікації типів та призначенню зелених насаджень, аналізу параметрів розміщення елементів озеленення для проектування благоустрою автомобільних доріг.

Озеленення поділяється на три основні групи: за типом насаджень; за метою; озеленення розділювальної смуги.

Озеленення автомобільних доріг має такі цілі: технічні: зміцнення схилів і укосів, ярів, зсувів, дренування ґрунту; гарантування безпеки руху та зорове орієнтування санітарно-гігієнічні архітектурно-ландшафтні та естетичні.

Найбільш поширеними є протиерозійне снігозахисне піщано захисне шумо газо пилозахисне озеленення.

Озеленення розділювальної смуги автомобільних магістралей І категорії не повинне викликати додаткових снігозаносів на покритті й порушувати ландшафт геометрично правильними лініями. Воно необхідне у двох випадках: для запобігання засліплення водіїв світлом фар зустрічних автомобілів і при перетині магістраллю лісу або гаю.

УДК 625.7/.8:004.942:624.131.53

Використання цифрових моделей для проєктування армогрунтових укосів земляного полотна автомобільних доріг

проф. Усиченко О.Ю., проф. Каськів В.І., аспірант Войналович А.О.

Цифрові моделі місцевості є важливим інструментом сучасного інженерного проєктування та являють собою тривимірне математичне відображення

поверхні землі у цифровій формі. До найбільш поширених типів таких моделей належать цифрові моделі рельєфу (DEM – Digital Elevation Model), які описують висотне положення точок поверхні, та цифрові моделі території (DTM – Digital Terrain Model), що додатково враховують елементи рельєфу, гідрографію, інженерні споруди й інші об’єкти. Формування цифрових моделей здійснюється на основі результатів інженерно-геодезичних вишукувань, даних аерофотозйомки, супутникового моніторингу та лазерного сканування. У дорожньому будівництві цифрові моделі місцевості застосовують для трасування автомобільних доріг, аналізу складності рельєфу, оцінювання обсягів земляних робіт, оптимізації поздовжніх і поперечних профілів, моделювання водовідведення та прогнозування можливих деформацій. Використання таких моделей дозволяє значно підвищити точність інженерних розрахунків, зменшити проєктні ризики та перейти від спрощених плоских схем до просторового аналізу реальних конструкцій земляного полотна.

Важливим напрямом підвищення стійкості укосів земляного полотна є армування ґрунтів геосинтетичними матеріалами. Серед них: геотекстиль, геоґратки, геомати, геосоти та геокомпозити. Армування ґрунтів базується на принципі спільної роботи ґрунтової маси та елементів, які сприймають напруги розтягу. Внаслідок такої взаємодії зменшуються деформації, підвищується міцність на зсув і загальна стійкість укосів. Застосування геосинтетиків призводить до збільшення крутизни укосів, зменшення ширини смуги відведення, зменшення обсягів земляних робіт і, як наслідок, зменшується загальна вартість будівництва. Розрахунок армованих укосів зазвичай виконують методами граничної рівноваги або чисельного моделювання з розрахунком внутрішньої та зовнішньої стійкості конструкції, міцності геосинтетичних матеріалів, умов їх анкерування та взаємодії з ґрунтом.

Перспективним напрямом розвитку методів проєктування є інтеграція цифрових моделей місцевості з геотехнічними розрахунками армованих укосів. На основі DEM і DTM створюється просторово орієнтована геометрична модель земляного полотна, яка максимально точно відтворює реальні умови рельєфу та геометрію насипів і виїмок. Така модель може бути імпортована у спеціалізовані програмні комплекси для чисельного аналізу напружено-деформованого стану, що дозволяє визначати найбільш небезпечні поверхні ковзання та оцінювати вплив різних схем армування на коефіцієнт стійкості. Запропонований підхід передбачає ітераційний підбір параметрів геосинтетичного армування з урахуванням просторової мінливості ґрунтових умов, гідрогеологічних факторів і розрахункових навантажень. Додатково використання цифрових моделей відкриває можливості створення «цифрових двійників» земляного полотна, які поєднують проєктні дані з результатами моніторингу та дають змогу прогнозувати поведінку армованих укосів у часі. Реалізація такого комплексного підходу сприяє підвищенню надійності та довговічності дорожніх конструкцій, оптимізації витрат і вдосконаленню інженерних рішень при будуванні та реконструюванні автомобільних доріг.

УДК 338.5

Проблема застарілої нормативно-кошторисної бази в ціноутворенні транспортного будівництва та шляхи її вирішення

доц. Козарчук І.А., студент Цвілюк Б.В.

Транспортне будівництво відіграє стратегічну роль у розвитку економіки держави, забезпечуючи функціонування логістичних зв'язків, мобільність населення та інтеграцію територій. Одним із ключових елементів ефективної реалізації транспортних проєктів є обґрунтоване ціноутворення, яке базується на нормативно-кошторисній базі. Саме вона визначає підходи до розрахунку вартості будівельних робіт, матеріалів, машин і механізмів. Однак у сучасних умовах значною проблемою залишається використання застарілої нормативно-кошторисної бази, яка не повною мірою відповідає реальним ринковим умовам і технологічним змінам у галузі транспортного будівництва. Це негативно впливає на точність визначення вартості проєктів та ефективність використання фінансових ресурсів. Нормативно-кошторисна база формується з урахуванням середніх показників витрат ресурсів та вартості робіт. Проте темпи оновлення нормативів часто не відповідають динаміці змін на ринку будівельних матеріалів, пально-енергетичних ресурсів і трудових витрат. У результаті кошторисні розрахунки не відображають фактичної собівартості виконання робіт.

У транспортному будівництві ця проблема проявляється особливо гостро через високу матеріаломісткість і складні інженерні умови. Застосування застарілих нормативів призводить до заниження або завищення вартості окремих видів робіт, що ускладнює процес укладання договорів між замовником і підрядником. У випадку заниження вартості підрядні організації змушені працювати в умовах фінансових ризиків, що може негативно позначитися на якості будівництва або строках виконання робіт. Крім того, застаріла нормативна база не враховує впровадження нових технологій і матеріалів, які дедалі частіше використовуються в транспортному будівництві. Це обмежує можливості для застосування інноваційних рішень та стримує розвиток галузі загалом. Основним наслідком застосування застарілої нормативно-кошторисної бази є низька достовірність визначення вартості будівництва транспортних об'єктів. Це призводить до частих коригувань кошторисів у процесі реалізації проєктів, що негативно впливає на бюджетне планування. Також виникають конфлікти між учасниками будівельного процесу, зокрема між замовниками та підрядниками, через різне бачення реальної вартості робіт. У державних інфраструктурних проєктах це може спричиняти затримки у фінансуванні або призупинення будівництва. Окремо слід відзначити зниження інвестиційної привабливості транспортних проєктів. Недостатньо прозоре та неточне ціноутворення ускладнює залучення приватних інвесторів, які прагнуть прогнозованості та фінансової стабільності.

Вирішення проблеми застарілої нормативно-кошторисної бази потребує комплексного підходу. Перш за все, необхідно забезпечити регулярне оновлення кошторисних нормативів із урахуванням реальних ринкових цін і сучасних технологій транспортного будівництва. Це дозволить підвищити

точність розрахунків та зменшити розбіжності між плановою і фактичною вартістю робіт. Доцільним є ширше застосування ресурсного методу ціноутворення, який передбачає розрахунок вартості будівництва на основі фактичних цін на ресурси. Такий підхід дає змогу оперативно реагувати на ринкові зміни та підвищує прозорість формування ціни. Важливу роль відіграє впровадження цифрових інструментів кошторисного обліку, які дозволяють автоматизувати оновлення цінових показників і зменшити вплив людського фактора. Також необхідно інвестувати у підготовку та підвищення кваліфікації фахівців з ціноутворення, оскільки саме від їхньої компетентності залежить якість кошторисних розрахунків.

Проблема застарілої нормативно-кошторисної бази є однією з ключових у системі ціноутворення транспортного будівництва. Її існування призводить до неточності розрахунків, фінансових ризиків і зниження ефективності реалізації інфраструктурних проєктів. Оновлення нормативної бази, перехід до ресурсного методу ціноутворення та впровадження сучасних цифрових рішень є основними шляхами вирішення цієї проблеми та підвищення економічної ефективності транспортного будівництва.

УДК 625.7/8

Використання штучного інтелекту для прогнозування зносу вузлів та агрегатів на асфальтобетонних заводах

проф. Бондаренко Л.П., магістр Литвинюк О.С.

Стрімка цифровізація сучасних виробничих процесів зумовила інтеграцію штучного інтелекту в більшість стратегічних галузей життєдіяльності людини. Не є виключенням також і галузь транспортного будівництва. На сьогоднішній день впровадження інтелектуальних систем у роботу асфальтобетонних заводів переходить у площину реальної економічної ефективності, особливо в питанні випереджувального обслуговування вузлів та агрегатів.

Традиційний підхід до ремонту вузлів та агрегатів на АБЗ за регламентом або після їх поломки є занадто ризикованим через загрозу простоїв у дорожній сезон. Штучний інтелект (ШІ) дозволяє змінити цей підхід на основі аналізу масиву даних з датчиків вібрації, температури підшипників, сили струму на приводах та акустичних сенсорах тощо. Алгоритми машинного навчання виявляють аномалії в роботі грохота чи змішувача за кілька тижнів до аварії, ідентифікуючи їх на фоні звичайного робочого шуму. Також система може оцінити вплив абразивності сировини на знос лопатей і побудувати модель залишкового ресурсу агрегатів, що дозволяє планувати сервіс у періоди відсутності замовлень. Крім того, аналіз складу газів та температури сушильного барабана допомагає вчасно виявити пошкодження внутрішнього захисту або перекоси опор агрегату.

Використання ШІ на АБЗ уже стало практичним стандартом для світових лідерів галузі. Так, наприклад, ШІ-система від компанії Ammann порівнює поточні показники вібрації та температури з «цифровим відбитком» ідеальної роботи. Виявляючи мікрозміни в амплітуді грохота, які непомітні для людини,

алгоритм прогнозує знос підшипників. Це дозволяє європейським компаніям планувати ремонт за 4–8 тижнів до виникнення аварійної ситуації.
Ще одним прикладом незалежного ІТ-рішення, яке інтегрується з існуючими АБЗ є Asphabot AI. Їхні алгоритми аналізують склад суміші та автоматично підказують оператору, як змінити налаштування пальника або подачу матеріалів, щоб знизити витрати палива на 5-10%, зберігаючи при цьому якість продукту.
В Україні використання ШІ на АБЗ поки що знаходиться на стадії переходу від автоматизації до справжньої інтелектуальної аналітики. Компанії, що володіють сучасними заводами (наприклад, Автомагістраль-Південь або RDS), використовують сучасні системи моніторингу, які є фундаментом для ШІ. Наприклад, системи телеметрії на заводах Marini або Ammann збирають дані про кожну тону виготовленої суміші, перевіряють звіти про витрати бітуму та добавок, миттєво виявляючи відхилення від рецептури, що раніше робилося вручну.
Таким чином, перехід до інтелектуального прогнозування зносу вузлів та деталей на АБЗ мінімізує людський фактор, знижує витрати на аварійні ремонти та забезпечує безперервність виробничого циклу, перетворюючи АБЗ на високотехнологічний цифровий актив.

УДК 625.7/.8

Урахування особливості регіональних факторів для розрахунку максимального дощового стоку при відновленні транспортної інфраструктури

доц. Чечуга О.С., аспірант Авдєєв М.О.

Відповідно до чинних нормативних вимог основним вихідним показником для проєктування та розрахунку споруд водовідведення є розрахункова величина максимальних дощових витрат. Розрахунки необхідно виконувати з урахуванням кліматичного районування території України за показниками зволоження.
Згідно з цим територія України поділяється на райони із середнім рівнем зволоження (річна сума атмосферних опадів менше 600 мм), райони з підвищеним рівнем зволоження (річна сума опадів понад 600 мм), а також окремо виділяється АР Крим як територія, для якої характерні високоінтенсивні зливові опади, що переважно спостерігаються у літній період.
У межах окремих досліджуваних територій може виникати потреба врахування специфічних чинників, які впливають на формування максимального стоку та є характерними лише для окремих районів або конкретних водозборів. До таких чинників належать: меженний стік, наявність безстічних ємностей, розорані схили, штучне зрошення, терасоване землеробство, заторність гірських русел, карстові процеси, регулювання стоку штучними спорудами, переливи паводкових вод між басейнами, нестійкий перерозподіл стоку водотоків на виході з гірських районів, озерність і заболоченість територій, водозабір для господарських потреб, повторюваність розрахункових паводків, регулювання стоку в межах широких заплав, транзитні ділянки русел, льодові процеси та

заледеніння русел, вплив меліоративних споруд, підпірні явища, а також наявність населених пунктів або транспортної інфраструктури в межах басейну. Урахування зазначених регіональних особливостей формування максимального стоку повинно здійснюватися для кожного конкретного об'єкта шляхом введення до розрахунків додаткових коефіцієнтів, визначених за результатами спеціалізованих досліджень. За відсутності таких матеріалів їх встановлюють на основі даних польових гідрометеорологічних обстежень водозборів.

У складних умовах, а також у разі недостатності польових матеріалів для обґрунтування методів урахування впливу зазначених факторів, необхідно виконувати інженерно-гідрометеорологічні вишукування та спеціальні дослідження за окремими програмами. Вплив регіональних чинників слід оцінювати з урахуванням особливостей внутрішньорічного режиму дощового стоку в районі дослідження. Також необхідно здійснювати імовірнісну оцінку можливого збігу паводкового періоду з періодом дії регулюючих факторів.

Вплив регіональних умов може по-різному проявлятися на водотоках різного масштабу, тому для кожного об'єкта необхідно визначати межі застосування коефіцієнтів, що враховують особливості водозбору, як за тривалістю їх дії, так і за площею басейну.

УДК 332.63:332.64

Особливості оцінки земельних ділянок в умовах воєнного стану в Україні

ст. викл. Дуля М.В., студентка Троценко А.Л.

Повномасштабна війна, що триває в Україні внаслідок військової агресії російської федерації, суттєво вплинула на функціонування ринку нерухомості та земельних відносин. Зміни у соціально-економічній ситуації, пошкодження інфраструктури, вимушене переміщення населення та зниження інвестиційної активності зумовлюють необхідність адаптації підходів до оцінки земельних ділянок.

У сучасних умовах ринкова вартість землі формується під впливом нових факторів ризику. До них належать безпекова ситуація в регіоні, наближеність до зон бойових дій, стан транспортної та інженерної інфраструктури, можливі пошкодження територій, а також перспективи післявоєнного відновлення. Важливу роль відіграє також релокація підприємств та населення до більш безпечних регіонів країни, що змінює попит на земельні ресурси.

Застосування традиційних методичних підходів до оцінки ускладнюється через обмежену кількість ринкових угод та нестабільність економічної ситуації. У зв'язку з цим підвищується значення експертних коригувань, аналізу ризиків та використання ширшої інформаційної бази.

Особливої актуальності набуває врахування факторів безпеки території, перспектив відновлення інфраструктури, державних програм відбудови та розвитку громад. У післявоєнний період саме ці чинники можуть визначати інвестиційну привабливість земельних ділянок і динаміку їх вартості.

Таким чином, сучасні умови вимагають адаптації методичних підходів до оцінки земельних ділянок з урахуванням воєнних ризиків, регіональних особливостей та перспектив відновлення економіки України.

УДК 625.7

Результати аналізу нормативних документів у частині відбору зразків асфальтобетону при експлуатаційному утриманні автомобільних доріг

доц. Стьожка В.В.

Відповідно до ДСТУ-Н Б В.3.2-5, приймальний контроль ремонту покриву автомобільної дороги виконують після закінчення робіт шляхом вимірювання рівності та, за необхідності, відбирання кернів або вирубок з метою оцінки якості ущільнення, формування структури ремонтного матеріалу та адгезії до поверхні відремонтованого дорожнього одягу, а також оцінка якості ущільнення карт ремонту площею до 15 м² (включно) здійснюється неруйнівними методами.

Згідно з ДСТУ Б В.2.7-119, контроль якості укладання та ущільнення асфальтобетонної суміші і якості асфальтобетону у покритті здійснюють шляхом відбору кернів або вирубок у порядку, що передбачений ДБН В.2.3-4, та їх випробовування. Для зразків, що виготовлені із переформованої суміші у лабораторії згідно з ДСТУ Б В.2.7-89 (ГОСТ 12801) та ДСТУ Б В.2.7-119, визначають водонасичення, границю міцності при стиску при 20 °С та 50 °С, коефіцієнт довготривалої водостійкості. ДСТУ Б В.2.7-89 не є чинним, а на його заміну розроблено ДСТУ Б В.2.7-319.

Відповідно ДСТУ Б В.2.7-319, Зміна № 1, для перевіряння якості асфальтобетону з конструктивних шарів дорожнього одягу відбирають проби у вигляді циліндричних кернів або вирубок прямокутної форми. Зразки-керни або вирубки відбирають на відстані (200—300) м від початку ділянки влаштованого шару та один від одного у поздовжньому напрямку, рівномірно по ширині влаштованого шару. Для ділянок невеликої довжини, що не забезпечує можливість відбирання не менше ніж трьох проб, зразки-керни або вирубки відбирають через рівні проміжки по всій ширині влаштованого шару. Пробу ідентифікують, оформлюючи акт відбирання проб.

Згідно з ДБН В.2.3-4, при прийманні закінчених робіт використовується метод порівняння фактичних значень контрольованих показників в кінцевій продукції з проектними і допустимими їх значеннями. Якщо хоч один з показників по конкретному елементу не відповідає допустимому його значенню, тоді виконана робота по цьому елементу в обсязі розповсюдження дефекту не підлягає прийманню і потребує необхідної доробки. Параметри контролю якості елементів дороги (земляного полотна, основи і покриття, облаштування, розмітки та коефіцієнта зчеплення) наведено також в ДБН В.2.3-4.

Згідно ДБН В.2.3-4, Зміна № 1, з метою встановлення об'єктивних значень товщин асфальтобетонних шарів та фізико-механічних показників асфальтобетону при прийманні закінчених робіт відбирання кернів потрібно здійснювати у період не раніше ніж через добу та не пізніше шести місяців після влаштування відповідних шарів.

У той же час, згідно з ДБН В.2.3-4, Зміна № 2, для основи і покриття із асфальтобетону при прийманні робіт перевіряють, після відбору кернів (вирубок), товщину, а також вміст бітуму та водонасичення, для чого має бути

відібрано не менше ніж три керни (вирубки) на 9000 м^2 рівномірно по ширині та довжині, зокрема і для ділянок площею до 9000 м^2.
Отже, з проведеного аналізу можна зробити висновок про те, що існують певні обмеження при відбиранні зразків асфальтобетону після ремонту покриву дорожнього одягу з метою їх подальшого випробування у частині строків відбору після завершення робіт, розташування місць відбору, форми та розміру зразків, переліку можливих до визначення фізико-механічних показників.

УДК 625.76:625.855

Технології та матеріали для відновлення асфальтобетонних покриттів під час ремонтних робіт

проф. Усиченко О. Ю., магістр Лупеха Т.В.

Асфальтобетонний покрив є найпоширенішим типом нежорстких дорожніх одягів у світі та широко використовується при будівництві автомагістралей, міських вулиць, доріг місцевого значення, парковок та тротуарів. Водночас збільшення інтенсивності руху, перевищення розрахункових навантажень, вплив кліматичних факторів і обмежене фінансування призводять до прискореного зношування шарів дорожніх одягів. Традиційні методи ремонту часто потребують значних матеріальних витрат, тривалого перекриття руху та не завжди забезпечують досягнення довготривалого довготривалого ефекту. У зв’язку з цим актуальним є впровадження сучасних технологій ремонту асфальтобетонного покриву, орієнтованих на швидкість виконання робіт, економічну доцільність та екологічність.
Сучасна дорожня інженерія пропонує низку інноваційних методів відновлення асфальтобетонного покриву, серед яких важливе місце займає термічна регенерація. Цей процес передбачає використання спеціальних газових установок, які рівномірно нагрівають існуючу поверхню асфальтобетонного покриву до пластичного стану. Після цього асфальтобетон розпушується, за необхідності доповнюється новим матеріалом або в’яжучим і повторно ущільнюється. Такий підхід забезпечує надійне зчеплення між старим і оновленим шарами покриву, зменшує ймовірність утворення повторних дефектів і дозволяє значно скоротити терміни ремонтних робіт.
Ще одним ефективним рішенням є струменево-ін’єкційний метод ремонту, який характеризується високою швидкістю виконання та мінімальним втручанням у структуру дорожнього покриву. Технологія полягає в очищенні пошкодженої ділянки стиснутим повітрям. Далі під високим тиском подається суміш бітумної емульсії з дрібним щебенем. У результаті виконання цих робіт тріщини та неглибокі вибоїни ліквідуються протягом кількох хвилин без необхідності попереднього фрезерування, що робить цей метод особливо ефективним для оперативного утримання доріг.
Перспективним напрямком є також ресайклінг асфальтобетону безпосередньо на місці виконання робіт (in-situ). Цей метод передбачає фрезерування зношеного шару покриву з подальшим подрібненням його до асфальтової крихти, змішуванням з мінеральними добавками та в’яжучими матеріалами і повторним укладанням. Використання мобільних асфальтобетонних установок

дозволяє виконувати повний цикл відновлення без транспортування матеріалів, що значно знижує витрати та прискорює процес ремонту.
Паралельно з удосконаленням технологій значна увага приділяється розвитку новітніх матеріалів і хімічній модифікації в'яжучих. Заміна традиційного бітуму на поліуретани та епоксидні смоли дозволяє підвищити адгезійні властивості, температурну стабільність і довговічність покриву. Використання гідрогелів сприяє створенню водостійкого захисного шару, який заповнює мікротріщини, герметизує поверхню та сповільнює процеси старіння бітуму, що сприяє захисту асфальтобетонного покриву від негативного впливу вологи та ультрафіолетового випромінювання. Окреме місце займають модифіковані бітумні емульсії холодного нанесення, які використовують для виготовлення холодних бітумомінеральних сумішей що забезпечує можливість цілорічного ремонту покриву. Зниження в'язкості нафтового дорожнього бітуму за рахунок спеціальних добавок надає сумішам необхідні технологічні властивості — рухомість, клеючу здатність, водостійкість і стійкість до злежування при тривалому зберіганні.
Застосування сучасних методів ремонту та інноваційних матеріалів має не лише технічні, а й важливі економічні та екологічні переваги. Перехід до термічних технологій і ресайклінгу дозволяє повторно використовувати до 90 % існуючих матеріалів, зменшуючи потребу у видобутку щебеню та виробництві нового бітуму. Це сприяє зниженню вуглецевого сліду, скороченню витрат на транспортування сировини та пального, а також мінімізації заторів у міських умовах завдяки високій швидкості виконання робіт. Таким чином, комплексний підхід до ремонту асфальтобетонного покриву є ключовим чинником підвищення ефективності утримання об'єктів дорожньої інфраструктури в сучасних умовах.

УДК 625.7/.8

Удосконалення методу розрахунку нежорстких дорожніх одягів з урахуванням фактичного навантаження від великовагових транспортних засобів

проф. Славінська О.С., аспірант Яковенко Я.О.

Розглянуто напрями удосконалення методу розрахунку нежорстких дорожніх одягів з урахуванням впливу фактичного навантаження від великовагових транспортних засобів. Актуальність теми зумовлена зростанням інтенсивності руху великовантажного транспорту та збільшенням осьових навантажень, що перевищують нормативні значення. Це призводить до прискореного накопичення деформацій у конструктивних шарах дорожнього одягу та передчасного виникнення дефектів покриття.
Метою роботи є обґрунтування підходів до врахування фактичних навантажень від великовагових транспортних засобів у методах розрахунку нежорстких дорожніх одягів з метою підвищення достовірності прогнозування довговічності дорожніх конструкцій. У межах дослідження проаналізовано відмінності між нормативними та фактичними осьовими навантаженнями, а також їхній вплив на напружено-деформований стан шарів дорожнього одягу.

УДК 625.7/.8

Удосконалення організації дорожнього руху на міських магістралях

ст. викл. Прокопчук Н.А, студентка Тібеж А.Р.

У сучасних умовах інтенсивної урбанізації та зростання рівня автомобілізації питання ефективної організації дорожнього руху набуває особливої актуальності. Перевантаженість міських магістралей, нерівномірність транспортних потоків, недостатня пропускна здатність перехресть і недосконаліть схем організації руху призводять до утворення заторів, підвищення аварійності та зниження рівня безпеки учасників дорожнього руху. Раціональна організація дорожнього руху передбачає комплексний підхід, що включає аналіз інтенсивності транспортних потоків, дослідження пропускної здатності вулично-дорожньої мережі, оцінку рівня завантаженості перехресть, а також визначення небезпечних ділянок. Важливим напрямом є впровадження сучасних технічних засобів регулювання дорожнього, руху, оптимізація світлофорних циклів, удосконалення горизонтальної та вертикальної розмітки, а також підвищення рівня інформування водіїв. Особлива увага приділяється застосуванню інженерних рішень, спрямованих на підвищення безпеки дорожнього руху та покращення транспортно-експлуатаційних показників автомобільних доріг у межах міста. Реалізація таких заходів сприятиме зменшенню транспортних заторів, підвищенню пропускної здатності магістралей та створенню більш безпечного і комфортного середовища для всіх учасників руху.

УДК 625.7/8

Гідроструменеве очищення будівельних конструкцій після пожеж, спричинених воєнними діями

проф. Бондаренко Л.П., магістр Федоренко А.М.

В умовах збройної агресії та масових обстрілів території України значна кількість будівель і споруд зазнала пошкоджень унаслідок пожеж. Після високотемпературного впливу будівельні конструкції потребують детального обстеження та якісної підготовки поверхонь перед виконанням ремонтно-відновлювальних робіт. Одним із сучасних та ефективних способів очищення є гідроструменевий метод.

Система та комплекс відновлювальних робіт за допомогою гідроструменевого очищення, їх поєднання та чітка послідовність є універсальними та дозволяють забезпечити весь комплекс заходів, призначених для виконання ефективного ремонту бетонних або залізобетонних конструкцій, а також заходів, спрямованих на захист від механічних, теплових і хімічних пошкоджень. Насамперед після видалення верхнього шару бетону, необхідно очистити сталь арматури від бетону до проведення робіт з нанесення торкрет-бетону. Очищення стальних конструкцій від кіптяви та інших забруднень забезпечить гарну адгезію антикорозійних та протипожежних матеріалів.

Конструкції обробляють за допомогою струменю води, що подається під тиском до 2000 бар з метою видалення продуктів горіння, кіптяви, деструктивних шарів бетону, корозійних нашарувань арматури. При цьому на

тіло залізобетону відсутні вібраційні впливи, на відміну від інших методів очистки. Під час очищення іншими методами (перфоратор, піскоструменевий метод) виникає жорстке механічне навантаження на арматуру та на границі метал-бетон виникають повздовжні мікротріщини, локальне відшарування арматури та бетону, що в подальшому може привести до швидкої появи аналогічних дефектів та зниження ефективності роботи залізобетону. Як наслідок – зменшення регламентних строків експлуатації та ремонтів.

Гідроструменева технологія (2000 бар) є високопродуктивною та екологічною альтернативою, особливо для міських умов, оскільки не утворює пилу, газів чи шлаків. Метод забезпечує бережне очищення без зміни структури матеріалу, гарантуючи високу адгезію та відкриття навіть прихованих дефектів. На відміну від піскоструменевого методу, вода не забиває пори бетону, а її тривале випаровування з тріщин створює візуальний ефект, що дозволяє точно оцінити ступінь пошкоджень для подальшого ремонту.

Також використання звичайної води робить гідроструменевий метод екологічним і безпечним, оскільки він не залишає відходів для утилізації. На відміну від піскоструменевого методу, ця технологія виключає ризик захворювання на силікоз легень у працівників та оточуючих.

Таким чином, завдяки високій продуктивності, якості підготовки поверхні та екологічності, гідроструменеве очищення є найефективнішим рішенням для ремонту будівельних конструкцій після пожеж та обстрілів. В умовах сучасної відбудови саме такі ефективні та екологічні рішення мають стати пріоритетними.

УДК 330.322

Концептуалізація інвестування для відбудови вітчизняної економіки

доц. Руженський М.М., студент Сивопляс А.В.

В умовах російсько-української війни, яка поглинає значні обсяги матеріальних і фінансових ресурсів, негативно впливає на кількісні і якісні параметри людського капіталу, порушує основні макроекономічні пропорції економічної системи актуалізується визначення сукупності положень щодо її відбудови і подальшого функціонування.

В теоретико-методологічному сенсі об’єктивно необхідним стає зосередження регуляторного впливу держави на спрямування інвестицій у ті сфери і галузі системи, які забезпечують її інноваційний розвиток та модернізацію виробництва, на основі вищих технологічних укладів. Вони будуть реалізовані при випереджувальних темпах інноваційного розвитку вітчизняної економіки, які б перевищували середньосвітові. Позитивна результативність її модернізації можлива при зростанні ефективності мобілізації інвестицій з різних джерел, удосконалення механізмів розподілу шляхом її конкретно адресного спрямування у галузі і регіони, приведення в дію факторів інституційно-регуляторного впливу на процеси інвестування промислових підприємств. Керований інноваційний розвиток потребує врахування реального стану економічної системи, визначення та ранжування науково-обгрунтованих пріоритетів, стратегічних та проміжних цілей, фіксації їх досягнення. В

кінцевому підсумку регуляторний вплив держави на складові інвестування промислових підприємств сприяє масштабній модернізації економічної системи, її переходу на інвестиційно-інноваційну модель розвитку.
В умовах значних масштабів відбудови, з одного боку, і виснаженості інвестиційних ресурсів промислових підприємств, з іншого необхідний пошук і залучення з усіх можливих джерел. Серед них: використання репарацій країною-агресором, формування економіко-правовими засобами сприятливого інвестиційного клімату для вітчизняних і зарубіжних інвесторів, державно-приватного партнерства у сфері інвестування. У такий спосіб утворюються умови для забезпечення високо результативної інноваційно-технологічної діяльності підприємств, що сприятиме створенню більшого обсягу доданої вартості, підвищенню темпів економічного зростання, залученню у виробництво інтелектуального капіталу та більш ефективного використання основних фондів.

УДК 351.711:330/3

Основні засади стратегії управління об'єктами державного сектору економіки

доц. Пількевич В.Л., студент Порожній О.

Держава має поводитися як ефективний власник. Це включає повну інформованість про те, яке майно є в державній власності, яким чином воно використовується, та чітке розуміння необхідності його подальшого ефективного управління.
У державній власності мають залишитися тільки ті об'єкти, які забезпечують виконання функцій держави. Інші підлягають роздержавленню або ліквідації (непрацюючі). Це сприятиме зниженню навантаження на бюджет для утримання збиткових державних підприємств та насиченням ринку для забезпечення малого та середнього підприємництва інструментарієм (приміщення, обладнення, майно) для бізнесу.
Фонд державного майна України є розпорядником Єдиного реєстру об'єктів державної власності (ЄРОДВ). Відповідно до Закону України «Про управління об'єктами державної власності» суб'єкти управління уповноважені вести облік об'єктів державної власності, які перебувають в їх управлінні, здійснювати контроль за ефективним використанням та збереженням таких об'єктів, забезпечувати надання в електронному та паперовому вигляді розпоряднику Реєстру відомостей про об'єкти державної власності для формування і ведення Реєстру. На підставі отриманих від суб'єктів управління відомостей про об'єкти державної власності Фондом щоквартально вносяться зміни до Реєстру (технологія актуалізації інформації).
Міністерство еконономіки України, довкілля та сільського господарства опублікувало на своєму сайті перелік документів, які сукупно представляють собою стратегічне бачення щодо поводження з державними підприємствами у підпорядкуванні центральних органів влади.

Так званий «тріаж» визначає, які державні підприємства в довгостроковому періоді повинні залишитись у державний власності, бути передані в концесію, оренду, приватизовані або ж ліквідовані.
З опублікованого переліку державних підприємств, який становить майже 3500 підприємств, відсутні дані щодо активів, чистого прибутку та інших фінансових показників біля 700 держпідприємств.
Відсутність ефективної (режим онлайн) взаємодії між ЄРОДВ та «тріаж» призводить до ускладнення керованості, можливої непрозорості прийнятих рішень щодо управління державним майном.
Основні засади стратегії управління та розпорядження державним майном передбачає об'єднання конструкцій, які існують, в «єдиний контур» в режимі Digital для ефективного використання, шляхом створення єдиної інформаційної мережі щодо об'єктів державної власності.
Державні підприємства оперативно в онлайн режимі вносять інформацію про об'єкти державної власності, які перебувають в їх управлінні, про стан їх використання. Це дозволить оперативно в онлайн режимі мати інформацію про стан управління будь-яким об'єктом державної власності для прийняття подальших рішень органом управління щодо його використання в основній діяльності, передачі в оренду, на приватизацію, в концесію, комунальну власність, ліквідацію.
Таким чином «тріаж» постійно підтримується в актуальному стані. Всі прийняті рішення щодо об'єктів державної власності автоматично відображаються в ЄРОДВ.
Всеохоплююча, прозора, доступна система підвищить ефективність використання державного майна та сприятиме прискорення прогресивних структурних та інституціональних змін в економіці, розвитку малого та середнього бізнесу, створенню сучасної інфраструктури об'єднаних територіальних громад, наповненню державного бюджету від приватизації, концесії та оренди об'єктів державної власності, створенню нових робочих місць.
Урядом України на постійній основі із залученням органів управління об'єктів державної власності формуються на кожен бюджетний рік переліки державних підприємств щодо їх подальшого державного управління.
Із урахуванням вище наведеного, виникає актуальна потреба у продовженні комплексу заходів щодо підвищення рівня ефективності роботи підприємств державного сектору економіки та збільшення надходжень до державного та місцевих бюджетів.

УДК 658.5:658.27

Напрямки підвищення ефективності відтворення і використання основних засобів

доц. Соколова Н.М., студент Терещенко Є.Р.

Підвищення ефективності використання основних засобів підприємств є одним з основних питань у період переходу до ринкових відносин. Від вирішення цієї

проблеми залежить фінансовий стан підприємства та його конкурентоспроможність на ринку.

Роль основних засобів у процесі виробництва, особливості їх відтворення в умовах ринкової економіки зумовлює особливі вимоги до інформації про наявність, рух, стан і використання основних засобів. Ринкова система управління потребує більш оперативної та комплексної інформації щодо основних засобів. Практика підприємств свідчить, що облік основних засобів ще більш ускладнився. Існує ряд проблем, які негативно впливають на процес управління виробництвом і знижують ефективність використання основних засобів.

Основні засоби підприємств включають основні виробничі засоби й невиробничі основні засоби. Виробничі основні засоби є частиною основних засобів, яка бере участь у процесі виробництва тривалий час, зберігаючи при цьому натуральну форму. Вартість основних виробничих засобів переноситься на вироблений продукт поступово, частинами, у міру використання. Поновлюються основні виробничі засоби через капітальні вкладення. Невиробничі основні засоби — це житлові будинки та інші об'єкти соціально-культурного й побутового обслуговування, які не використовуються у господарській діяльності і перебувають на балансі підприємства.

Вирішальне значення для підвищення рівня інтенсивного використання основних засобів має своєчасна заміна та модернізація фізично спрацьованого й технічно застарілого устаткування. Для підтримування порівняно високого технічного рівня виробництва на підприємствах треба щорічно замінювати 4-6% і модернізувати 6-8% діючого парку машин, устаткування та інших видів знарядь праці. До важливих факторів, що зумовлюють зростання продуктивності устаткування за одиницю часу, належать також запровадження нових технологій, інтенсифікація виробничих процесів. Підприємствам різних галузей властиві специфічні способи інтенсифікації технологій виготовлення продукції, виконання робіт або надання виробничих послуг. Значного підвищення інтенсивного навантаження устаткування на підприємствах можна досягти завдяки застосуванню прогресивних форм і методів організації виробництва (концентрації, спеціалізації, кооперування та комбінування; гнучких, потокових і роторно-конвеєрних ліній), що уможливлюють використання високопродуктивного автоматизованого устаткування.

УДК 625.7/.8

Удосконалення технології влаштування шару покриву із щебенево-мастикового асфальтобетону з урахуванням режимів укладання та ущільнення

проф. Каськів В.І., доц. Баран С.А., аспірант Яковенко Б.О.

Розглянуто напрями удосконалення технології влаштування шару покриву із щебенево-мастикового асфальтобетону (ЩМА) з урахуванням особливостей укладання та ущільнення асфальтобетонної суміші. Актуальність дослідження зумовлена широким застосуванням ЩМА для влаштування верхніх шарів дорожніх покриттів та високою чутливістю якості сформованої структури до

відхилень від рекомендованих технологічних режимів. Порушення температурних умов укладання та ущільнення призводить до підвищеної залишкової пористості, зниження зсувостійкості та прискореного утворення дефектів покриву.
Метою роботи є обґрунтування раціональних режимів укладання та ущільнення ЩМА з метою підвищення однорідності структури та довговічності шару покриву. У межах дослідження проаналізовано вплив температури суміші на момент укладання, часу між укладанням і початком ущільнення, а також типу та кількості проходів ущільнюючої техніки на досягнутий коефіцієнт ущільнення.

УДК 625.7/.8

Особливості гідродинаміки низькотемпературних викидів АБЗ у зонах з обмеженою циркуляцією повітря

проф. Бондаренко Л.П., аспірант Крюковський О.М.

Сучасна стратегія розвитку дорожнього будівництва базується на принципах Сталого розвитку, що зумовлює активне впровадження енергоефективних технологій на асфальтобетонних заводах (АБЗ). В цьому контексті одним із найбільш перспективних напрямків є перехід на виробництво «теплих» асфальтобетонних сумішей (Warm Mix Asphalt – WMA). Завдяки зниженню температури виготовлення на 20–50°С, ця технологія забезпечує пряму економію енергоресурсів та суттєве скорочення валових викидів парникових газів.
Однак експлуатація АБЗ у межах міст, особливо в умовах щільної забудови, ставить перед інженерами нові виклики. Зниження температури відхідних газів призводить до втрати їхньої природної плавучості та скорочення величини термічного підйому шлейфу викиду на 30 – 40%. Низькотемпературні гази мають більшу густину, що в умовах обмеженої аерації (так званого «ефекту каньйону») сприяє «просіданню» викидів та підвищенню їхньої приземної концентрації. За таких умов «важчий» шлейф викиду від WMA стає вразливим до затягування в зони аеродинамічної тіні будівель, що створює ризики накопичення забруднювачів на рівні житлових зон та посилює органолептичний вплив (запах бітуму).
Для нівелювання цих негативних ефектів та забезпечення безпечного розсіювання викидів АБЗ необхідно компенсувати втрату теплової енергії потоку факелу викиду його кінетичною енергією. Актуальним технічним рішенням в цьому напрямку є корекція геометрії вихідного отвору димової труби шляхом встановлення конічних насадок (конфузорів). На відміну від традиційних дифузорів, конфузори дозволяють штучно підвищити швидкість виходу газів, збільшуючи висоту факела викиду. Це забезпечує ефективне розсіювання низькотемпературних газів у верхніх шарах атмосфери та мінімізує ризики конденсації вологи всередині газовідвідних систем, гарантуючи екологічну безпеку виробництва навіть у складних урбанізованих умовах.

Аналіз світового досвіду показує, що на деяких змішувальних установках, наприклад, Gencor або Astec замість класичного конфузора використовують соплоподібні насадки. При переході на теплі суміші вони дозволяють підтримувати швидкість виходу газів на рівні 15-20 м/с, що є стандартом для того, щоб викид «пробивав» інверсійні шари повітря навіть при низькій температурі асфальтобетонної суміші.

Таким чином, успішна імплементація технології Warm Mix Asphalt у міську інфраструктуру вимагає комплексного інженерного підходу, що виходить за межі простої зміни температурного режиму. Хоча «теплі» суміші є беззаперечним кроком до екологізації галузі, виникаючі аеродинамічні особливості, такі як зниження плавучості газів та ризик їх осідання потребують активного управління динамікою викидів та прийняття обґрунтованих інженерних рішень.

УДК 625.7/.8

Уточнення параметрів розрахункових залежностей розрахунку максимального дощового стоку при відновленні транспортної інфраструктури

доц. Чечуга О.С., студент Болдирев І.Р.

Для проектування водопропускальних споруд необхідно на кожному об'єкті передбачати:

1) визначення отворів водопропускальних споруд та режиму протікання;
2) встановлення розрахункового рівня підпертої води (РРПВ) при прийнятому режимі протікання води через споруду;
3) нанесення РРПВ на поздовжній профіль у місцях перетину водозборів;
4) визначення мінімально допустимої позначки брівки насипу земляного полотна у місцях влаштування споруд;
5) перевірку на можливий перелив через дорогу в знижених місцях проектної лінії на поздовжньому профілі, а також перевірку на перелив через вододіли вздовж дороги до сусідніх споруд;
6) встановлення заходів щодо зміцнення вхідних та вихідних русел;
7) розрахунок та проектування дамб обвалування у разі їх влаштування;
8) оцінку тривалості затоплення цінних угідь (за погодження).

Для отримання розрахункових максимумів, що найповніше відображають умови їх формування в районі проектування, необхідно після виконання розвідувальних робіт проводити уточнення окремих параметрів рохрахункових залежностей за матеріалами польових обстежень водотоків та тривалих спостережень на існуючих водопостах та метеостанціях. Уточненню можуть бути: розрахункова інтенсивність опадів; нерівномірний розподіл розрахункових опадів за напрямом дороги, що вишукується; коефіцієнт схилового стоку; коефіцієнт редукції максимального дощового стоку; ухили логів, що перетинаються дорогою; коефіцієнт нерівномірності випадання дощів територією; форма водозбірних басейнів; ступінь та характер залісненості; категорія та проникність ґрунтів; стан ґрунтів до початку паводків; наявність та вплив регіональних особливостей водозборів.

При уточненні розрахункових параметрів необхідно враховувати можливі зміни у часі розрахункових характеристик, що викликаються як природною зміною гідрометеорологічного режиму стоку, так і впливом господарської діяльності людини протягом нормативного періоду служби водопропускальних споруд, що проектуються. В результаті цих робіт повинні бути отримані уточнені розрахункові параметри, що відображають дійсні гідрометеорологічні умови заданого району досліджень та регіональні особливості окремих водотоків.
З відомих способів оцінки граничних максимумів дощового стоку найбільш надійним є метод визначення фізичних меж максимумів стоку, потенційно можливих у конкретних метеорологічних умовах.

УДК 625.77

Переваги та перспективи застосування металевих гофрованих конструкцій

доц. Фещенко А.М., студент Макарук О.А.

Перші металеві гофровані (МГК) конструкції вперше з'явилися в США (1896 р.) Спочатку як труби отворами до двох метрів, пізніше, стали зводити великі споруди – мости типу арочних, шляхопроводи, тунелі, потужні огородження Досвід експлуатації МГК (довговічність, корозійна стійкість і надійність) дозволив розширити географію використання від Аляски до тропіків Африки, Азії та Південної Америки.
При якісному ущільненні ґрунту засипки МГК мають високу міцність і жорсткість. Досліджено, що висота насипу до 25 метрів і тимчасове навантаження практично не впливає на напружений стан МГК.
Гнучкість, дозволяє конструкції перерозподіляти напруження, що виникають, від зовнішнього навантаження; міцність, забезпечується завдяки спільній роботі металевої гофрованої конструкції та ґрунту засипки; стійкість перед зовнішніми впливами; довговічність; простота та висока швидкість будівництва; зручність та економічність транспортування (можливе перевезення їх будь-яким видом транспорту); економічність при експлуатації, витрати на утримання таких конструкцій практично зведені до нуля; споруди надійні в будь-яких кліматичних умовах; під замкнуті споруди із МГК не потрібно будувати фундаменти; низька вартість споруди (скорочення витрат в порівнянні з традиційними на 10–50%).
Перспективним є застосування МГК) з армованими насипами та стінами з габіонів на автомобільних дорогах. За рахунок застосування багатошарового армування насипу навантаження розподіляється рівномірно, за рахунок пошарового відсипання і ущільнення ґрунту під час будівництва не потрібний час на осадку; спрощується влаштування ділянки в'їзду у поєднанні з мостом або шляхопроводом. Будівельники мають успішний досвід застосування МГК разом з габіонами, для заміни деформованих і руйнівних бічних стін експлуатованих споруд мостів.
В експлуатації мости, шляхопроводи та труби з металевих гофрованих конструкцій також мають незаперечні переваги перед класичними спорудами із металу або залізобетону. МГК дозволяють вирішувати питання реконструкції дефектних штучних споруд без перерви транспортного потоку.

УДК 656.025:502.131

Екологічні проблеми аеропортів та шляхи їх мінімізації

доц. Козарчук І.А., студент Бабій Т.В.

Аеропорти є важливими елементами транспортної інфраструктури та відіграють ключову роль у розвитку національної та міжнародної економіки. Водночас їх функціонування супроводжується значним техногенним впливом на навколишнє середовище, що зумовлює актуальність дослідження екологічних проблем аеропортів та пошуку ефективних шляхів їх мінімізації. Інтенсивний рух повітряних суден, робота наземної техніки, функціонування інженерних споруд і об'єктів обслуговування пасажирів створюють комплекс негативних екологічних факторів.

Однією з основних екологічних проблем є забруднення атмосферного повітря продуктами згоряння авіаційного палива та викидами допоміжного обладнання. Підвищена концентрація шкідливих речовин негативно впливає на стан здоров'я населення прилеглих територій і сприяє погіршенню якості повітря. Не менш актуальною є проблема шумового навантаження, спричиненого злетами, посадками та рулінням повітряних суден. Постійний шум може викликати зниження працездатності, порушення сну та загальне погіршення умов проживання місцевих мешканців.

Суттєву загрозу довкіллю становить також забруднення водних ресурсів і ґрунтів, що виникає внаслідок використання протиобледенювальних реагентів, паливно-мастильних матеріалів та недостатньо ефективного водовідведення. Окремою проблемою є накопичення твердих побутових та спеціальних відходів, які утворюються в процесі експлуатації аеропортової інфраструктури.

Мінімізація негативного впливу аеропортів на довкілля можлива шляхом упровадження сучасних екологічно орієнтованих технологій. До таких заходів належать системи постійного екологічного моніторингу, застосування шумозахисних екранів, оптимізація маршрутів польотів, використання енергоощадного обладнання та альтернативних джерел енергії. Важливу роль відіграє також впровадження ефективних систем управління відходами та очищення стічних вод.

Таким чином, комплексний підхід до вирішення екологічних проблем аеропортів сприяє підвищенню рівня екологічної безпеки, зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище та забезпеченню сталого розвитку аеропортової інфраструктури.

УДК 625.7/.8

Новітні технології зимового утримання автомобільних доріг України

ст. викл. Прокопчук Н.А, студенти Романюк М.І., Шор Д.О.

Зимове утримання автомобільних доріг в Україні здійснюється з урахуванням сучасних вимог до безпеки руху, економічності та екологічності. Останніми роками спостерігається перехід від традиційних методів боротьби зі снігом та ожеледицею до більш ефективних і технологічно обґрунтованих рішень. Одним із головних напрямів є використання удосконалених протиожеледних матеріалів. Поряд із технічною сіллю широко застосовується зволожена сіль,

яка попередньо обробляється сольовим розчином. Така технологія підвищує адгезію частинок до покриття, зменшує втрати матеріалу та забезпечує швидше руйнування льоду. Також використовуються рідкі хлоридні розчини та комбіновані реагенти з антикорозійними добавками, що знижують негативний вплив на дорожні конструкції та транспортні засоби. Важливим елементом сучасного підходу є превентивна обробка покриття. Перед прогнозованим утворенням ожеледиці на проїзну частину наносяться рідкі реагенти, які запобігають зчепленню льоду з покриттям. Це дозволяє уникнути утворення щільної льодової кірки та значно скоротити витрати матеріалів і часу на ліквідацію слизькості. Активно впроваджуються системи моніторингу погодних умов. На автомобільних дорогах встановлюються автоматичні метеостанції, датчики температури повітря і покриття, прилади для визначення вологості та стану поверхні. Отримані дані передаються до диспетчерських центрів дорожніх служб, що дає можливість оперативно приймати рішення щодо виїзду техніки та вибору режиму обробки. Суттєво оновлюється парк спеціалізованої техніки. Комбіновані дорожні машини оснащуються автоматизованими системами дозування реагентів, GPS-контролем руху та обладнанням для одночасного очищення і розподілення матеріалів. Це забезпечує рівномірність обробки покриття та контроль за витратами. Окрему роль відіграє застосування геоінформаційних систем для планування маршрутів очищення, визначення черговості обробки ділянок та аналізу аварійно-небезпечних місць у зимовий період. Такий підхід підвищує ефективність організації робіт, особливо на дорогах державного значення, що перебувають у сфері управління Державне агентство відновлення та розвитку інфраструктури України. Таким чином, новітні технології зимового утримання доріг України базуються на поєднанні сучасних матеріалів, автоматизованої техніки та цифрового управління процесами. Їх впровадження спрямоване на забезпечення безпечного та безперервного руху транспорту в зимових умовах при раціональному використанні ресурсів.

УДК 332.6:519.6

Особливості математичного моделювання впливу енергетичних ризиків на вартість житлових активів

проф. Бондаренко Л.П., доц. Ляшенко Я.Г., магістр Тимощук В.О.

На сьогоднішній день ринок нерухомості в Україні функціонує в надзвичайно складних умовах. З одного боку – ризики, обумовлені військовими діями, з іншого – енергетична нестабільність. Це докорінно змінило класичні підходи щодо ціноутворення житлової нерухомості. Якщо раніше оцінка житлових активів спиралася на класичні параметри, як-от престижність району, розвиненість інфраструктури чи архітектурну цінність, то нині пріоритетними вимогами стали автономність та енергонезалежність.

Енергетична безпека перестала бути просто «додатковою опцією» і перетворилася на головний детермінант ринкової вартості нерухомості, де визначальну роль відіграє коефіцієнт енергетичної автономності об’єкта. Статистика показує, що інвестиції в енергонезалежність, підвищують ринкову

вартість житлової нерухомості у кілька разів завдяки різкому зростанню ліквідності об’єкта. Покупець готовий платити додаткову вартість за інтегровані системи автономності: сонячні панелі, потужні акумулятори та резервне живлення критичної інфраструктури будинку.

Водночас спостерігається висотна деградація ціни на нерухомість. У будинках, які повністю залежать від централізованих мереж і не мають резервного живлення ліфтів та насосів, вартість житла стрімко падає з кожним поверхом вище п’ятого. Це створює зворотну кореляцію, де висотність, яка раніше вважалася перевагою через панорамні види, перетворюється на фінансовий тягар. Попит змістився в бік середньої та низької забудови, де премія за доступність ресурсів стала базовим ринковим стандартом.

Математичне моделювання впливу енергетичних ризиків на житлові активи має базуватися на принципах стохастичного аналізу, де вартість нерухомості розглядатиметься як функція від імовірності стабільного функціонування об’єкта. Основною особливістю сучасних моделей має стати впровадження «індексу енергетичної резистентності», який інтегрував би в ціну об’єкта його здатність підтримувати життєдіяльність за різних критичних сценаріїв.

На відміну від традиційного порівняльного підходу, нові математичні алгоритми повинні використовувати модель дисконтування ризиків, де кожен рівень залежності від централізованих мереж виступатиме як понижуючий коефіцієнт для майбутньої вартості активу. Це дозволить оцифрувати нематеріальний чинник «безпеки» та перетворити його на конкретну ринкову премію.

Окремим аспектом моделювання є аналіз технологічного розриву між об’єктами різних поколінь. Якщо сучасні житлові комплекси мають потенціал для модернізації та встановлення систем автономного живлення, то застарілий житловий фонд опиняється в зоні найбільшого ризику.

Таким чином, в сучасних кризових умовах енергобезпека є не просто чинником ціноутворення, а ключовою умовою збереження капіталу та ліквідності об’єкта нерухомості.

УДК 625.7/.8

Обґрунтування підходів до прогнозування стану дорожніх покривів при експлуатаційному утримуванні

доц. Чечуга О.С., доц. Ілляш С.І., аспірант Стасюк Т.О.

Експлуатаційне утримування автомобільних доріг в сучасних умовах дедалі більше потребує випереджального управління технічним станом дорожніх покривів. За умов обмеженого фінансування, зростання транспортних навантажень і додаткових деструктивних чинників, пов’язаних з воєнним станом, особливої актуальності набуває науково обґрунтоване прогнозування процесів погіршення експлуатаційних характеристик автомобільних доріг.

Визначальним фактором, що формує довговічність дорожнього покриву та умови його функціонування, є міцність дорожньої конструкції, яка відображає сукупну роботу шарів дорожнього одягу та земляного полотна. У процесі експлуатування під впливом повторних транспортних навантажень і змін

водно-теплового режиму відбувається поступове зменшення запасу міцності, що призводить до розвитку поверхневих дефектів, погіршення рівності проїзної частини та зниження безпеки дорожнього руху.

Аналізування результатів досліджень свідчить, що процес деградації дорожніх покривів має чітко виражений поетапний характер. Початковий період експлуатування характеризується відносною стабільністю конструктивних параметрів та незначними змінами показників стану. На наступному етапі відбувається поступове накопичення пошкоджень, яке супроводжується помірним погіршенням експлуатаційних показників і створює передумови для ефективного застосування заходів планово-попереджувального утримування. Перехід до стадії прискореної деградації супроводжується різким зростанням інтенсивності руйнувань та суттєвим скороченням залишкового терміну служби дорожнього покриву.

У межах дослідження було розглянуто та узагальнено підходи до опису і прогнозування деградації дорожніх покривів, зокрема емпіричні, механістично-емпіричні та ймовірнісні моделі. Розгляд зазначених підходів дозволив простежити вплив урахування стадійності зміни міцності дорожньої конструкції на результати прогнозування транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг, а також оцінити чутливість моделей до реальних умов експлуатування.

Використання прогнозних моделей з урахуванням поетапного характеру деградації дорожніх покривів дозволяє більш чітко визначати строки та види ремонтних втручань і підвищує обґрунтованість планування заходів з експлуатаційного утримування автомобільних доріг в сучасних умовах.

УДК 658:005.6

Умови, шляхи та засоби розвитку управлінського потенціалу керівника

доц. Соколова Н.М., студент Сіневич Д.В.

Управлінський потенціал керівника є ключовим фактором успіху будь-якої організації. Він включає в себе набір компетенцій, навичок, знань та особистих якостей, які дозволяють керівникові ефективно управляти ресурсами, приймати стратегічні рішення та забезпечувати високий рівень продуктивності команди. У сучасних умовах швидких змін та невизначеності, розвиток управлінського потенціалу стає пріоритетним завданням для забезпечення стійкості та конкурентоспроможності організації.

Дослідження управлінського потенціалу керівника є надзвичайно актуальним через низку причин. По-перше, глобалізація та інформатизація створюють нові виклики для керівників, які вимагають постійного оновлення знань та навичок. По-друге, зростання конкуренції на ринку праці підвищує вимоги до якості управлінських кадрів. По-третє, зміни в організаційних структурах і корпоративній культурі вимагають нових підходів до управління та лідерства. Відповідно, пошук ефективних шляхів та засобів розвитку управлінського потенціалу стає важливою науковою та практичною проблемою.

Дослідження умов, шляхів та засобів розвитку управлінського потенціалу керівника обумовлена низкою факторів. По-перше, сучасний бізнес-середовище

характеризується високою динамікою змін, що потребує від керівників здатності швидко адаптуватися до нових умов, приймати обґрунтовані рішення в умовах невизначеності та ефективно управляти змінами. По-друге, розвиток технологій, автоматизація та цифровізація бізнес-процесів вимагають від керівників не лише розуміння новітніх технологій, але й уміння використовувати їх для підвищення ефективності та інноваційності організації. По-третє, соціальні та культурні зміни, зокрема, зростання значущості етичних аспектів управління та корпоративної соціальної відповідальності, вимагають від керівників нових підходів до управління людськими ресурсами та розвитку організаційної культури. Нарешті, зростаюча конкуренція на глобальному ринку ставить перед керівниками завдання постійного підвищення своєї кваліфікації та розвитку професійних навичок. У цьому контексті важливо досліджувати ефективні методи навчання та розвитку, включаючи коучинг, менторинг, участь у професійних тренінгах та семінарах.

УДК 351.711

Основні положення Закону України № 4196-IX (від 9 січня 2025 р.) «Про особливості регулювання діяльності юридичних осіб окремих організаційно-правових форм у перехідний період та об'єднань юридичних осіб». Стислий аналіз ключових норм

доц. Пількевич В.Л., студент Величко К.М.

Законом встановлено: набрання чинності 28 лютого 2025 року. Вводиться в дію через шість місяців після набрання чинності, тобто з 28 серпня 2025 року. Вводиться трирічний перехідний період, що починається з дня введення в дію і триватиме до 28.08.2028. Положення про: юридичних осіб окремих організаційно-правових форм у перехідний період, об'єднання юридичних осіб, зміну правового режиму майна державної та комунальної власності.

Імперативні норми щодо заборони та припинення окремих організаційно-правових форм: з моменту введення Закону в дію забороняється створення нових юридичних осіб у певних організаційно-правових формах, таких як: державне підприємство (комерційне та некомерційне), казенне підприємство; комунальне підприємство (комерційне та некомерційне); спільне комунальне підприємство; приватне підприємство (у тій формі, як було раніше); іноземне підприємство; дочірнє підприємство; підприємство об'єднання громадян (релігійної організації, профспілки); підприємство споживчої кооперації. Державним органам, суб'єктам господарювання забороняється внесення змін до відомостей про деякі юридичні особи (державні, комунальні підприємства) у Єдиному державному реєстрі юридичних осіб (ЄДР) після завершення певного терміну (через 3 роки 6 місяців з дати введення Закону) за винятком змін, що передбачені Законом. При цьому слід відмітити що згідно з Законом, організаційно-правова форма «підприємство» (яким вона була під Господарський кодекс України) більше не буде мати правового змісту як самостійна форма.

Важливі законодавчі норми: Закон передбачає, що з 28 серпня 2025 року Господарський кодекс України (ГКУ) втратить чинність. Норми Закону замінюють інститут «права господарського відання» та «права оперативного

управління» (які були передбачені ГКУ) – ці права поступово замінюються режимом узуфрукта державного чи комунального майна. До моменту приведення у відповідність усіх юридичних осіб у перехідний період, їхня діяльність здійснюється на підставі: загальних положень Цивільного кодексу України (ЦКУ); Закону № 4196; спеціальних законів про державну чи комунальну власність. Перехідний період: обов'язки та часові рамки: в період з 28.08.2025 до 28.08.2028 юридичні особи певних форм повинні привести свою організаційно-правову форму, статутні документи, правовий режим майна у відповідність із Законом. Після завершення перехідного періоду (28.08.2028) юридичні особи, які не приведуть свою діяльність у відповідність, матимуть наслідки: не зможуть здійснювати реєстраційні дії, їхня форма може бути визнана такою, що діє з порушенням Закону.

Особливості створення, реєстрації та змін юридичних осіб Стаття 13 Закону встановлює особливості створення та державної реєстрації юридичних осіб, а також змін у відомостях про них для форм, що підпадають під дію Закону.Зокрема, для державних та комунальних підприємств після 3 років та 6 місяців з дати введення в дію (тобто після 28.02.2029) заборонено вносити зміни до відомостей реєстру, крім визначених випадків (ліквідація, реорганізація, зміна керівника чи ліквідатора). Державні та комунальні підприємства повинні пройти реорганізацію (наприклад, трансформацію у товариство з обмеженою відповідальністю чи акціонерне товариство) протягом перехідного періоду.

Принципи об'єднання юридичних осіб – Закон вводить нове регулювання об'єднань юридичних осіб: визначення, форми, статус учасника, управління та припинення таких об'єднань. Статті 4-10 Закону присвячені цьому. Перехід старих форм об'єднань юридичних осіб (які були під ГКУ) на нові правила – автоматично після набрання чинності Законом. Також введені адміністративно-господарські санкції, а саме стаття 15 Закону встановлює адміністративно-господарські санкції за порушення правил, встановлених Законом, зокрема для юридичних осіб та фізичних осіб-підприємців. Проте санкції, передбачені іншими законами (наприклад, податковим, митним) і контроль за якими здійснюється відповідними органами, не підпадають під дію цих положень.

Особливу увагу керівникам підприємств треба звернути: підприємствам державної чи комунальної форми – потрібно затвердити план реорганізації в ТОВ або АТ а для органів управління на не можливість створювати нові підприємства в заборонених формах після 28.08.2025.

Також підприємствам необхідно перевірити свої статути, організаційно-правову форму, майнові правовідносини – чи відповідають новим правилам. Звернути увагу на майновий режим – права господарського відання або оперативного управління трансформуються. Реєстраційні зміни (зміна керівника, ліквідація, реорганізація) слід планувати – після певного строку можливості внесення змін будуть обмежені. Для бізнесу з приватною формою: хоча не обов'язково автоматично змінювати форму, але старі форми можуть стати непридатними або створять ризики невідповідності новому законодавству.

УДК 625.7/.8

Вплив мікрорельєфу дорожнього покриву на ризик виникнення ДТП в зимовий період року

проф. Бондаренко Л.П., ст. викл. Прокопчук Н.А., студентка Юшкевич В.С.

Забезпечення безпеки дорожнього руху в зимовий період року є одним із найскладніших завдань дорожньої галузі, оскільки погодні умови радикально змінюють фізику взаємодії автомобіля з дорогою. Ключовим параметром, що визначає здатність транспортного засобу до ефективного гальмування та маневрування, є стан мікрорельєфу (текстури) дорожнього покриву. Мікрорельєф формується сукупністю нерівностей на поверхні зерен щебеню (мікротекстура) та геометричним розташуванням цих зерен у структурі асфальтобетону (макротекстура). У зимовий період року роль цих параметрів стає критичною, оскільки вони відповідають за руйнування водяної плівки та відведення талого снігу із зони контакту колеса з покривом.

Ризик виникнення аварійних ситуацій у зимовий період зростає експоненціально при згладжуванні мікрорельєфу. Цей процес зумовлений двома основними чинниками: механічним зносом та поліруванням щебеню під дією шипованої гуми та снігоприбиральної техніки; а також заповненням міжзернового простору льодом або залишками протиожеледних сумішей. Коли глибина текстури стає недостатньою, виникає ефект «дзеркального льоду», за якого коефіцієнт зчеплення падає нижче критичної позначки 0,3. При таких значеннях навіть сучасні системи активної безпеки автомобіля (ABS, ESP) не здатні запобігти втраті керованості, що підтверджує пряму залежність між станом мікропрофілю дорожнього покриву та ймовірністю ДТП.

Для зниження ризиків виникнення ДТП у зимовий період року на етапі будівництва та експлуатації доріг необхідно впроваджувати покриви із високою початковою шорсткістю, наприклад щебенево-мастиковий асфальтобетон (ЩМА). Завдяки високому вмісту міцного кубовидного щебеню та спеціальним адгезійним добавкам, ЩМА створює стійкий каркас, який зберігає виступи мікрорельєфу навіть за умови інтенсивних навантажень.

Також аналіз міжнародного досвіду свідчить про ефективність диференційованого підходу до формування мікрорельєфу дорожнього покриву. Наприклад, у США впровадження систем High Friction Surface Treatment на аварійно-небезпечних ділянках дозволило знизити рівень ДТП на 70%. Водночас у Скандинавських країнах акцент робиться на використанні пористих асфальтобетонів, що запобігають утворенню льодової плівки завдяки внутрішньому дренуванню, що є перспективним напрямком і для дорожньої галузі України.

Оцінка ризиків виникнення ДТП у зимовий період року має базуватися на регулярному моніторингу шорсткості за допомогою лазерних профілометрів або методу «піщаної плями», що дозволяє вчасно виявляти ділянки з незадовільним станом покриву. Таким чином, підтримка проєктного мікрорельєфу є не лише питанням довговічності дороги, а й стратегічним інструментом зниження травматизму в умовах складного зимового клімату.

УДК 625.731.3

Проблема забруднення навколишнього природного середовища поверхневим стоком з автомобільних доріг

доц. Чечуга О.С., студент Власенко К.М.

Однією з основних причин значного негативного впливу автомобільного транспорту на навколишнє природне середовище є невідповідність темпів розвитку мережі автомобільних доріг і зростання їх пропускної спроможності швидкому збільшенню кількості транспортних засобів. Упродовж останніх років значна частина автомобільних доріг експлуатувалася із перевищенням оптимального рівня завантаження, а окремі ділянки функціонували в умовах постійного перевантаження. Найбільша інтенсивність руху спостерігається на підходах до великих міст і регіональних центрів, що супроводжується щорічним збільшенням обсягів викидів токсичних речовин, зокрема на позаміських дорогах.

Тривалий час під час проєктування дорожньо-мостових споруд поверхневий стік із проїзної частини автомобільних доріг і мостових переходів не завжди розглядався як один із головних факторів забруднення прилеглих територій і водних об’єктів. У ряді випадків погодження проєктів здійснювалося на основі орієнтовної оцінки стану рибних запасів або розміщення нерестовищ без належного врахування можливих економічних збитків, спричинених надходженням забруднених стоків із техногенних поверхонь.

Будівництво автомобільних доріг і мостових переходів супроводжується збільшенням площ водонепроникних покриттів, що істотно змінює природний гідрологічний режим території та її інфільтраційні властивості. Наслідком цього є зростання обсягів поверхневого стоку та підвищення рівня його забруднення.

Результати численних досліджень свідчать, що навіть сучасні методи очищення стічних вод, включаючи біологічне очищення, не забезпечують повного видалення розчинених неорганічних речовин і частини органічних домішок. Очищена вода стає придатною для використання як питна лише після багаторазового розбавлення природною водою. Ситуація ускладнюється недостатньою кількістю та пропускною здатністю очисних споруд, які не відповідають сучасним обсягам водоспоживання і вимогам щодо зменшення антропогенного навантаження на довкілля.

Забруднення водного середовища транспортними засобами призводить до погіршення його екологічних функцій, обмежує можливість використання води населенням, а також ускладнює її застосування у сільському господарстві та промисловості. Значні обсяги завислих речовин, нафтопродуктів і протиожеледних матеріалів щорічно надходять у водні об’єкти разом зі стічними водами автомобільних доріг.

Найбільшу небезпеку становлять нафтопродукти, що містять ароматичні вуглеводні, зокрема бензол, толуол, стирол і ксилол. Навіть незначні їх концентрації здатні викликати суттєві порушення водних екосистем.

УДК 625.7

Розрахунок параметрів піщаного дренуючого шару з урахуванням живлення вологою, яка відтискається із нижніх шарів земляного полотна

доц. Стьожка В.В., аспірант Тищенко О.А.

Як відомо, основними джерелами зволоження верхньої частини земляного полотна є волога, що відтискається із нижніх шарів земляного полотна у весняний період та інфільтраційна волога, яка потрапляє через узбіччя, покрив проїзної частини, розділювальну смугу. Рух води у піщаному дренуючому шарі до трубчатих дрен дренажу мілкого залягання від наведених вище джерел зволоження носить принципово різний характер і описується різними рівняннями.

Розглянуто період, коли весною, при таненні льоду у верхній частині земляного полотна, під дією динамічних навантажень від коліс транспортних засобів волога відтискається до підстильного шару основи з піску. Кількість такої вологи можливо підрахувати за залежністю, у якій враховуються товщина шару ґрунту, в якому тане лід за одну добу в активній зоні земляного полотна; розрахункова весняна вологість ґрунту земляного полотна, яка залежить від характеру вологонакопичення за осінньо-зимовий сезон в даних умовах; вологість, яка відповідає межі текучості ґрунту; коефіцієнт, що показує, яка кількість води утримується в порах ґрунту, ущільненого до потрібної щільності; об’ємна вага скелету ґрунту при розрахунковій вологості; коефіцієнт пік; коефіцієнт гідрологічного запасу.

Якщо припустити, що піщаний шар знаходиться в ґрунтовому кориті при відсутності поздовжніх дрен, то очевидно, що рівень води в кориті буде зростати із певною швидкістю. Для осушення такої системи необхідно, щоб поздовжня дрена забезпечувала відвід води у достатній кількості з перевищенням зазначеної швидкості накопичення. Важливим показником такої системи є час її осушення.

При відомих кількості вологи, яка потрапляє до піщаного шару з нижніх шарів ґрунту, та характеристиках піску можна розрахувати початковий рівень води в шарі, рух в якому буде відбуватись за законами фільтрації, оскільки пісок є водопроникним і складається із окремих часток (піщинок), простір між якими заповнений порами.

Під час досліджень зроблено припущення, що рух води відбувається в одношаровому ґрунтовому масиві з розміщенням дрени на водоупорі, за який приймаємо частину земляного полотна під піщаним шаром. Виділено ключові показники, які буде включено до математичної моделі, що описує досліджуваний процес.

УДК 625.77

Удосконалення підходів до відновлення автомобільних доріг в особливих умовах

проф. Бондаренко Л.П., аспірант Мороченко Г.О.

За оцінкою станом на кінець 2025 року дорожньому господарству завдані матеріальні збитки не менше $36,2 млрд. Стан доріг, що зазнали пошкоджень

внаслідок обстрілів та проїзду танків, можливий лише за умов спеціалізованого технічного обстеження, що не є можливим в теперішній ситуації. Дослідженнями Damaging Effect of Moving Tank Loads on Flexible Pavement, Journal of Engineering встановлено, що руйнуючий ефект від танка може досягати 2,36 раза руйнуючого ефекту внаслідок переміщення танків.
від стандартного навантаження на вісь від цивільного транспорту.
Логістика у фронтовій та прифронтовій зонах, у глибокому тилу побудована на автоперевезеннях. Від стану дорожнього покриття залежить життя наших воїнів, вчасна доставка боєприпасів, зброї, палива, медикаментів. Важливо своєчасне відновлення автомобільних доріг як на зруйнованих ділянках та інженерних спорудах так і таких, що пошкоджені в результаті інтенсивної експлуатації.
В сучасних умовах особливе значення мають питання удосконалення нормативної бази щодо проєктування, експлуатації та випробування дорожніх конструкцій, пошкоджених в фронтових та прифронтових умовах, сучасні технології і методи, які можна використовувати для оцінки та діагностики стану доріг, досвід обстеження, будівництва та експлуатації доріг що використовують в інших країнах, застосування результатів обстежень доріг, які були зруйновані під час бойових дій та рекомендації щодо відновлення цих споруд, можливості застосування новітнх матеріалихів та технології для відновлення стану доріг.

УДК 625.7/.8

Урахування розшарування паводку на транзитних ділянках передгірних русел при відновленні транспортної інфраструктури

доц. Чечуга О.С., студент Гвозденко В.В.

Під час проєктування та будівництва автомобільних доріг у районах, прилеглих до пагорбів або гірських хребтів, часто виникає необхідність перетину водотоків, які після виходу на передгірні території або не мають приток, або їхній притік не збігається у часі з максимумом стоку, що формується у верхній частині основного водозбірного басейну. У таких умовах водотоки на передгірних ділянках, як правило, функціонують як транзитні.
Транзитна ділянка річки – це частина водотоку, в межах якої вода проходить без істотного накопичення, а основним процесом є перерозподіл водного потоку. Під час проходження паводків на таких ділянках відбувається значне розшарування паводкової хвилі, тобто її розтягування в часі та просторі.
Це явище зумовлюється низкою факторів, зокрема:

- збільшенням ширини русла, внаслідок чого водний потік розподіляється на більшу площу;
- зменшенням поздовжнього ухилу русла, що призводить до зниження швидкості течії та поширення води на значніші відстані;
- затопленням заплав під час високих рівнів води, коли річка виходить за межі берегів і охоплює прилеглі території.

Сукупний вплив зазначених чинників спричиняє зменшення максимальних витрат води, тобто найбільшого об’єму води, який проходить через поперечний

переріз водотоку за одиницю часу. Це пояснюється розтіканням потоку на більшу площу та зниженням його концентрації в окремому створі.
Таким чином, транзитні ділянки виконують функцію природного регулятора, який знижує пікові значення витрат води за рахунок перерозподілу потоку та збільшення тривалості проходження паводкової хвилі.
Проходження паводків транзитними ділянками супроводжується розшаруванням паводкової хвилі, що проявляється у збільшенні тривалості паводку при відносно незмінному обсязі стоку, внаслідок чого зменшується максимальна витрата води, визначена у будь-якому створі транзитної ділянки.
За відсутності даних за значеннями v_0 середня швидкість v_e може бути прийнята з певним ступенем точності, що дорівнює $v_e = v_з$.
Урахування процесу розшарування паводків на транзитних ділянках водотоків дає можливість отримати більш наближені до реальних значення розрахункових витрат води та обґрунтовано зменшити розміри отворів водопропускних споруд. Ступінь зменшення отворів значною мірою залежить від довжини транзитної ділянки та її поздовжнього ухилу і в окремих випадках може становити від 30 до 48 %.

УДК 629.33:656.025.2:004.8
Перспективні напрями управління комерційним автомобільним транспортом за допомогою інформаційних систем
проф. Харченко А.М., аспірант Савченко В.В.
Сучасний розвиток цифрових технологій суттєво трансформує підходи до управління комерційним автомобільним транспортом. Зростання обсягів перевезень, підвищення вимог до безпеки, економічності та екологічності логістичних процесів обумовлює необхідність впровадження ефективних інформаційних систем управління транспортними потоками. Інформаційні системи стають ключовим інструментом оптимізації маршрутів, моніторингу технічного стану транспортних засобів, аналізу витрат пального та підвищення рівня сервісу.
Одним із перспективних напрямів є використання систем GPS-моніторингу та телематики, які забезпечують збір даних у режимі реального часу щодо місцезнаходження транспортних засобів, швидкісного режиму, витрат пального та стилю водіння. Це дозволяє підвищити прозорість управління автопарком, зменшити експлуатаційні витрати та мінімізувати ризики зловживань.
Іншим важливим напрямом є інтеграція штучного інтелекту та машинного навчання в системи логістичного планування. Алгоритми прогнозування попиту, аналізу дорожньої ситуації та оптимізації маршрутів дають змогу зменшити час доставки, скоротити витрати та підвищити конкурентоспроможність транспортних компаній. Значний потенціал має також використання великих даних (Big Data) для стратегічного планування розвитку транспортних мереж і оцінки ефективності управлінських рішень.
Окрему увагу слід приділити впровадженню хмарних технологій та мобільних додатків, що забезпечують доступ до інформації з будь-якого пристрою, підвищують оперативність прийняття рішень і сприяють цифровій

трансформації транспортних підприємств. Перспективним є також розвиток інтегрованих платформ, які поєднують управління автопарком, бухгалтерський облік, логістику та взаємодію з клієнтами в єдиному інформаційному середовищі.

Отже, впровадження сучасних інформаційних систем управління комерційним автомобільним транспортом є стратегічним чинником підвищення ефективності, безпеки та економічної стійкості транспортних підприємств. Подальший розвиток цих систем пов'язаний із глибшою автоматизацією процесів, використанням аналітики даних та інтеграцією інтелектуальних технологій у повсякденну практику управління перевезеннями.

УДК 625.7/.8

Аналіз причин руйнування дорожнього покриву у зимовий період року та шляхи підвищення його експлуатаційної стійкості

проф. Бондаренко Л.П., студенти Ткачук П.І., Бартків Н.З.

Передчасне руйнування дорожнього покриву в зимовий період року є наслідком комплексної взаємодії кліматичних умов, циклічних температурних навантажень та хімічної агресії протиожеледних речовин. Головним деструктивним механізмом руйнування дорожнього покриву взимку є фазовий перехід вологи в порах матеріалу. Під час замерзання вода збільшується в об'ємі приблизно на 9%, створюючи внутрішній тиск, що призводить до мікротріщин матеріалу дорожнього покриву та порушення адгезійних зв'язків. У періоди відлиги цей процес посилюється гідродинамічним тиском від коліс транспортних засобів. Вода, що заповнила тріщини, під дією динамічного навантаження створює ефект «гідравлічного удару», який вимиває структурні частки асфальтобетону, перетворюючи мікродефекти на глибокі вибоїни.

Стійкість покриву до цих процесів залежить у першу чергу безпосередньо від його структури та фізико-хімічних властивостей в'яжучого. Традиційні щільні дрібнозернисті асфальтобетони мають відносно високе водопоглинання (1–3%), що робить їх вразливими до внутрішнього льодоутворення. Натомість щебенево-мастиковий асфальтобетон (ЩМА) демонструє значно вищу витривалість завдяки своїй каркасній структурі та заповненню міжзернового простору багатою на бітум мастикою. Завдяки каркасному принципу формування та заповненню пустот багатою на бітум мастикою, ЩМА створює практично герметичний шар із водопоглинанням менше 1%. Це мінімізує накопичення вологи всередині покриву та запобігає його руйнуванню.

Міжнародна практика, зокрема канадська система проєктування Superpave, наголошує на важливості підбору бітуму за температурним діапазоном (Performance Grade), що дозволяє матеріалу зберігати еластичність навіть при екстремальних морозах, уникаючи температурного розтріскування.

Для забезпечення високої експлуатаційної надійності покриву в зимовий період року, виробничий цикл на АБЗ має бути скоригований з урахуванням специфічних вимог до вологостійкості та еластичності матеріалу. Має бути забезпечено суворий контроль якості щебеню (морозостійкість F≥200, мінімальне водопоглинання) та повну відсутність глинистих часток.

Важливими технологічними кроками є застосування полімер-модифікованих бітумів (ПМБ на основі СБС), що зберігають еластичність до -30°С, та обов'язкове використання адгезійних добавок для захисту від агресивних соляних розчинів. Крім того, дуже важливим є дотримання температурного режиму приготування суміші: недогрів матеріалів підвищує залишкову пористість і проникнення води, а перегрів спричиняє передчасне старіння та крихкість в'яжучого.

Таким чином, використання каркасних асфальтобетонних сумішей на основі полімер-модифікованих бітумів є найбільш ефективним інженерним рішенням для мінімізації ризиків руйнування та забезпечення безпечного рівня зчеплення в умовах циклічного заморожування-відтавання, що є характерним для кліматичних умов України в зимовий період року.

УДК 624.131.4:624.042.8:539.376

Підхід до врахування в'язко-пружних властивостей ґрунтів і геосинтетичних матеріалів в армоґрунтових конструкціях

проф. Усиченко О.Ю., проф. Каськів В.І., аспірант Малоокий Б.О.

При проведенні досліджень було систематизовано методи врахування реологічних факторів у системі «ґрунт – армуючий елемент» з метою забезпечення довготривалої стійкості та експлуатаційної надійності транспортних споруд. Актуальність теми зумовлена широким застосуванням армоґрунтових конструкцій у транспортному будівництві та підвищеними вимогами до їх довговічності, яка сягає 100–120 років. За таких умов використання традиційних пружно-пластичних моделей є недостатнім, оскільки вони не враховують розвиток деформацій повзучості (creep), релаксацію напружень і накопичення деформацій у часі.

В'язко-пружна поведінка геосинтетичних матеріалів визначається типом полімерної основи, рівнем і тривалістю навантаження, температурними умовами та режимом експлуатування. Реологічні ефекти істотно впливають на напружено-деформований стан армоґрунтових систем, зокрема на перерозподіл зусиль в армуючих елементах і величину довготривалих деформацій конструкції.

Для опису механізмів уповільненої пружної післядії, повзучості та релаксації напружень доцільним є застосування моделі Стандартного лінійного тіла (моделі Зінера), що складається з паралельно з'єднаних пружини та елемента Максвелла. Такий підхід дозволяє адекватно відображати як миттєву деформаційну реакцію на прикладання навантаження, так і подальше зростання деформацій до асимптотичного значення, характерного для в'язко-пружних матеріалів.

Для інженерних розрахунків стану придатності до експлуатації (SLS) доцільним є використання методу ізохронних кривих «напруження – деформація», який забезпечує визначення ефективного залежного від часу січного модуля жорсткості за співвідношенням між зусиллям розтягу та сумарною відносною деформацією в момент часу t.

Застосування цього методу дозволяє коректно враховувати зниження жорсткісних характеристик матеріалу в часі та оцінювати довготривалу деформативність арматури.
Для капітальних транспортних споруд найбільш стабільними є геосинтетичні матеріали на основі поліестеру (PET), які характеризуються низькою чутливістю до повзучості та незначною релаксацією напружень. Поліолефінові матеріали (PP, HDPE) виявляють підвищену схильність до повзучості, що потребує застосування збільшених понижувальних коефіцієнтів RF_{CR} з метою запобігання руйнуванню повзуяості (creep rupture) та забезпечення нормативної довговічності конструкцій.
Комплексний підхід до оцінювання в'язко-пружних властивостей компонентів системи «ґрунт – армуючий елемент» забезпечує більш точне прогнозування перерозподілу зусиль, зменшення ризику надмірних деформацій і підвищення експлуатаційної надійності армоґрунтових транспортних споруд протягом усього життєвого циклу.

УДК 625.7/.8

Урахування особливостей злиття кількох водотоків для розрахунку дощового стоку при відновленні транспортної інфраструктури

доц. Чечуга О.С., студент Гресько О.І.

У практиці проєктування автомобільних і залізничних шляхів досить часто виникають ситуації вимушеного перетину двох або декількох водотоків у місцях їх злиття або на певній відстані нижче за течією від нього. До аналогічних випадків належать також ситуації штучного спрямлення русел кількох водотоків в єдине підмостове русло, а також переходи через річки з нестійкими, мігруючими руслами приток у районах їх виходу з гірських територій.
Розв'язання зазначеної задачі може бути значно спрощене за наявності довготривалих одночасних гідрометричних спостережень у гирлах притоків, а також у створах, розташованих вище і нижче мостового переходу на основному водотоці. Проте на практиці такі умови трапляються вкрай рідко через недостатню кількість пунктів спостережень, обмежені строки проведення вимірювань або повну відсутність необхідних матеріалів.
Для обґрунтування розрахункової величини витрати води у заданому створі проєктування необхідно виконати детальний гідрологічний аналіз формування паводкових процесів. Такий аналіз можливий лише із застосуванням відповідної розрахункової методики, яка визначає склад необхідної вихідної інформації та порядок організації її збору залежно від ступеня вивченості водотоків.
Структура базової розрахункової залежності має універсальний характер і може застосовуватися для найбільш складних умов розміщення мостових переходів у передгірних районах, де можливі різні варіанти взаємного розташування приток відносно основного водотоку, а також утворення нових русел. Водночас у кожному конкретному випадку вона уточнюється відповідно до вихідних природних і проєктних умов.

За основний приймається водотік, що характеризується найбільшою водністю, площею водозбірного басейну та максимальною довжиною від створу переходу до вододілу. Розрахункові витрати води як для основного водотоку, так і для його приток визначаються за методикою розрахунку максимального дощового стоку з урахуванням процесів його акумуляції.

Необхідно розрізняти два характерні варіанти перетину основного водотоку: безпосередньо у місці злиття однієї або кількох приток або на певній відстані нижче від нього. Кожен із цих випадків має власні особливості виконання розрахунків.

Для визначення розрахункової витрати при розташуванні переходу в зоні злиття приток необхідно побудувати сумарний розрахунковий гідрограф шляхом додавання гідрографів основного басейну та приток, які попередньо розраховуються і формуються відповідно до існуючих рекомендацій щодо їхньої форми.

УДК 625.7/.8:711.553

Проблема безбар'єрності для людей з інвалідністю під час пересування вулицями Києва

доц. Козарчук І.А., проф. Усиченко О.Ю., студентка Мазніченко А.Ю.

З початком повномасштабного вторгнення в Україну кількість людей з інвалідністю зросла, а отже, зросла й потреба у безбар'єрному середовищі. В Україні було розроблено Стратегію створення безбар'єрного простору та низку нормативних документів, які визначають вимоги до покращення дорожньої інфраструктури для маломобільних груп населення. Реалізація цих заходів сприяла покращенню ситуації, однак не вирішила проблему повністю.

Зокрема, у Києві було створено програму «Мапа безбар'єрності» від ЛУН, яка відображає рівень доступності вулиць для людей з інвалідністю. У межах діяльності шляхово-експлуатаційного управління Оболонського району проводилися огляди окремих вулиць та заповнювалися оціночні форми безбар'єрності дорожньої інфраструктури. Отримані результати свідчать, що більшість вулиць Оболонського району є або бар'єрними, або лише частково безбар'єрними.

Основними причинами цього є незадовільний стан дорожнього покриття, відсутність єдиного підходу до формування безбар'єрного простору, а також різні вимоги до влаштування окремих елементів дорожньої інфраструктури. Доцільним є створення суцільного плану безбар'єрних маршрутів на вулицях Києва з метою уникнення фрагментарності та розірваності доступного простору.

Під час оцінки безбар'єрності вулиць були виявлені типові проблеми. Наприклад, на пішохідному переході через вулицю Автозаводську з одного боку проїзної частини виконано пониження бортового каменю, влаштовано попереджувальну тактильну плитку та встановлено світлофор зі звуковим оповіщенням. Водночас після переходу дороги пішоходи стикаються з трамвайними коліями, перед якими відсутня тактильна плитка, не виконано пониження бортового каменю, а також відсутній світлофор зі звуковим

оповіщенням. Такий підхід створює небезпечні умови для пересування людей з інвалідністю.

Запровадження цілісного підходу до планування безбар'єрних маршрутів дозволить підвищити безпеку пересування та забезпечити комплексне охоплення всіх ділянок вулично-дорожньої мережі. Раціональним рішенням також є аналіз уже існуючих дорожніх розв'язок з метою зміни їхнього розташування або додаткового влаштування пішохідних переходів.

Ще одним важливим кроком є встановлення обов'язкових вимог до окремих елементів дорожньої інфраструктури. Зокрема, під час влаштування пішохідного переходу доцільним є обов'язкове встановлення світлофора зі звуковим сигналом, використання дощоприймачів із меншими чарунками та забезпечення належного освітлення. Такий підхід є важливим не лише для людей з інвалідністю, а й для інших учасників дорожнього руху — пішоходів і водіїв — і може відігравати ключову роль у забезпеченні безпеки пересування вулицями міста.

Безбар'єрність є одним із ключових аспектів якості життя людей з інвалідністю, тому формування доступного середовища потребує відповідального та системного підходу. Запропоновані заходи можуть сприяти вирішенню наявних проблем і покращенню умов пересування не лише для людей з інвалідністю, а й для людей похилого віку, батьків з дитячими візками та інших пішоходів.

УДК 35.073.515

Теоретичні аспекти управління нерухомістю як об'єктом власності

доц. Соколова Н.М., доц. Шпиг А.Ю., магістр Цвілюк Б.В.

Управління нерухомим майном здійснюється відповідно до сформованої в державі системи відносин власності, розвиток якої відбувається під впливом різноманітних об'єктивних та суб'єктивних чинників. Сукупність цих факторів формує складну систему взаємозв'язків, що значною мірою визначає характер соціально-економічних і суспільно-політичних процесів у господарському середовищі країни. Від рівня розвитку таких відносин залежить конкурентоспроможність національної економіки та ефективність господарської діяльності суб'єктів ринку. Кожен із чинників відображає окремий аспект функціонування та розвитку відносин власності. Водночас їх розгляд як єдиної системи не зменшує значущості індивідуального впливу кожного з них на процеси економічного розвитку, зокрема й на управління нерухомістю. Саме тому значна частина цих факторів є предметом окремих теоретичних і прикладних наукових досліджень.

Згідно з діалектичним підходом, управління нерухомим майном не лише залежить від стану відносин власності, але й саме здатне впливати на їх подальшу трансформацію. У цьому контексті власність розглядається як одна з ключових економічних категорій, що відображає фундаментальні явища економічної реальності. Вона виникає як результат взаємодії природних процесів та людської діяльності матеріального або нематеріального характеру, щодо яких суб'єкти реалізують права володіння, користування та розпорядження. Ефективність реалізації цих прав свідчить, з одного боку, про

рівень розвитку відносин власності в суспільстві, а з іншого – визначає соціально-економічний стан держави та напрями її подальшого суспільно-політичного розвитку.

Відповідно до положень Цивільного кодексу України, до об'єктів нерухомого майна належать земельні ділянки, а також об'єкти, що розміщені на них і не можуть бути переміщені без втрати їхньої економічної цінності або зміни функціонального призначення. У правовому розумінні майно розглядається як особливий об'єкт цивільних прав, який може включати окремі речі, їх сукупність, а також майнові права та обов'язки. Оскільки такі об'єкти належать до категорії неспоживних речей, майнові права щодо них набувають форми речових прав. Подібне визначення нерухомості також закріплене в Законі України «Про державну реєстрацію речових прав на нерухоме майно та їх обтяжень».

Законодавство України передбачає можливість поширення правового режиму нерухомості на певні об'єкти, які за своєю фізичною природою можуть переміщуватися у просторі. До них належать повітряні та морські судна, судна внутрішнього плавання, космічні апарати та інші об'єкти, права на які підлягають обов'язковій державній реєстрації. Таким чином, у правовій практиці окремі рухомі об'єкти можуть прирівнюватися до нерухомого майна.

Крім того, відповідно до чинного законодавства підприємство, що розглядається як цілісний майновий комплекс, також визнається об'єктом нерухомості. До складу такого комплексу входять різноманітні елементи майна, необхідні для здійснення господарської діяльності: земельні ділянки, будівлі, споруди, обладнання, інвентар, матеріальні ресурси, готова продукція, майнові права вимоги, боргові зобов'язання, а також права на торговельні марки та інші об'єкти інтелектуальної власності. Оскільки підприємство або його окремі частини можуть бути предметом купівлі-продажу, застави чи оренди, це свідчить про можливість зміни правового статусу окремих елементів майна. У певних випадках складові підприємства можуть переходити з категорії нерухомого майна до рухомого або навпаки – ставати частиною нерухомого майнового комплексу. Цивільний кодекс України визначає річ як матеріальний об'єкт, щодо якого можуть виникати цивільні права та обов'язки. Разом із тим до об'єктів цивільних прав належать не лише речі, а й гроші, цінні папери, інше майно, майнові права, результати виконаних робіт і наданих послуг, результати інтелектуальної та творчої діяльності, інформація, а також інші матеріальні та нематеріальні блага.

Ефективність управління нерухомим майном значною мірою залежить від науково обґрунтованого економічного супроводу державної регуляторної політики. Важливим завданням такої політики є трансформація традиційної вертикально-ієрархічної системи управління у більш гнучкі горизонтально-мережеві структури. Провідну роль у їх функціонуванні відіграє інтелектуальна власність, яка покликана забезпечити баланс інтересів між споживачами, виробниками нерухомості, суспільством та природним середовищем.

УДК 625.731.1

Стійкості високих насипів автомобільних доріг та обґрунтування біологічних укріплень укосів.

доц. Чечуга О.С., студент Жучак Р.П.

Практика будівництва та експлуатації автомобільних доріг демонструє, що високі насипи часто піддаються деформаціям і навіть руйнуванням. Деформації виникають не лише в складних природно-кліматичних, інженерно-геологічних та гідрологічних умовах гірських районів Криму та Карпат, на схилах, схильних до зсувних процесів, але й у більш сприятливих умовах рівнин. Такі висновки підтверджують наукові дослідження ЦНДІБ, Діпродор, НІРІ та інших проектних організацій в Україні та за кордоном.

Аналіз властивостей ґрунтів у досліджених насипах показав, що 87% були відсипані із суглинистих ґрунтів, з яких 39% – легкі, 48% – важкі пилуваті суглинки. Решта насипів складалися з глинистих, піщаних та крупноуламкових ґрунтів. Виявлено закономірність: більшість деформацій відбувається саме в насипах із цих ґрунтів, хоча найбільша частка припадає на земляне полотно з глинистих ґрунтів. Незалежно від висоти насипу, частка ділянок із деформаціями становить близько 33% протяжності.

Біологічні (рослинні) укріплення укосів відносяться до захисних конструкцій і призначені для запобігання водній та вітровій ерозії, а також розмивам при слабкому гідрологічному режимі та обмеженому підтопленні (від 20 діб до 5 місяців). Основні види укріплень включають: одернування укосів травами по рослинному або торфоґрунтовому шару, гідропосів трав, суцільну посадку чагарників і лісонасаджень, а також проростаючі плетневі конструкції, які забезпечують додаткову стійкість укосів.

Вибір конкретного виду укріплення залежить від категорії дороги та комплексу факторів: типу насипу або виїмки, строку служби укріплення, властивостей ґрунтів насипу та основи, висоти та крутизни укосів, кліматичних і метеорологічних умов (інтенсивність і тривалість опадів, сезонні температурні коливання, глибина промерзання ґрунту, товщина і стійкість снігового покриву, швидкість і напрямок вітру), топографії місцевості, гідрологічного режиму, агресивності середовища щодо матеріалів, наявності будівельних матеріалів і робочої сили, рівня механізації робіт та строків виконання будівництва.

Допустимість застосування біологічних укріплень визначається за дорожньо-кліматичним районуванням та враховує тривалість підтоплення, висоту хвиль, товщину льоду, характеристики льодоходу, корчеходу та лісосплаву.

Таким чином, застосування біологічних укріплень укосів високих насипів автомобільних доріг дозволяє знизити ризик ерозії, підвищити довговічність насипів і забезпечити екологічну стабільність прилеглих територій.

УДК 625.73

Аналіз джерел шуму від транспортного потоку на автомобільних дорогах

доц. Фещенко А.М., студент Данилевич Р.П.

Поліпшення якості навколишнього середовища та комфортних умов руху на автомобільних дорогах передбачає зниження рівня шуму, що викликається

рухом транспортом. Рівень шум від дорожнього руху має дві основні складові-шум від працюючого двигуна транспортного засобу та шум від контакту покришок і поверхні дорожнього покриття.
Європейський стандарт для допуску продукції автомобілебудування на європейський ринок обмежує рівень шуму двигуні є предметом постійного удосконалення транспортних засобів.
Дорожники не мають стандартних методів визначення акустичних властивостей поверхонь дорожніх покриттів, які можна було б пов'язати з шумом, виробленим рухомим транспортним засобом (з урахуванням типу покришки і роботи двигунів).
Основним джерелом шуму є шум кочення, який можна підрозділити на дві складових шуму - внутрішній і зовнішній шум.
Внутрішній шум створює дискомфорт для водія і пасажирів всередині транспортного засобу. Він виникає в результаті взаємодії між транспортним засобом і покришкою, передається звуковими хвилями через кузов транспортного засобу.
Проблеми зовнішнього шуму, як частини загального дискомфорту, що викликається шумом транспортного руху, треба вивчати з урахуванням впливу на навколишнє середовище.
Основними параметрами дороги, що впливають на рівень шуму є процесі генерації шуму (гранулометрія поверхні покриття) та його поширення (властивості акустичного поглинання).
Встановлено залежності: шум зростає із збільшенням швидкості, шум знижується із зростанням температури, шум змінюється при швидкостях, менших за 50 км / год.
Заходами, спрямованими на зменшення дискомфорту, що викликається шумом, можуть бути як технологічна (удосконалення транспортних засобів, поверхні дорожнього покриття, дорожнього проектування -шумові бар'єри, тунелі, мости, виїмки) так і управління транспортним рухом (зниження швидкостей, встановлення знаків, сигналів, закриття проїздів, тимчасове запровадження одностороннього руху, сприяння, використання громадського транспорту, велосипеда).

Підсекція мостів, тунелів та гідротехнічних споруд

УДК 625.7

Результати науково-дослідної роботи кафедри мостів, тунелів та гідротехнічних споруд за 2025р.

проф. Онищенко А.М.

Проаналізовано результати науково-дослідної роботи кафедри мостів, тунелів та гідротехнічних споруд за 2025 рік. Представлено перелік виконаних НДР (держбюджетних і госпдоговірних), аналіз отриманих результатів та їх впровадження. Співробітниками кафедри та докторантами і аспірантами видано

до друки монографії посібники та підручники. Результати роботи кафедри мостів, тунелів та гідротехнічних споруд щодо підготовки фахівців для транспортного комплексу України. На кафедрі працює науково-педагогічних працівників та співробітників кафедри 28 чоловік, з них, 4 професорів, 10 кандидатів наук, 10 доцентів, 1 старших викладача, два асистента, два завлаба, два інженера, старший лаборант. Значна увага на кафедрі приділяється профорієнтаційній роботі в закладах освіти в м. Києві, Київській області та за її межами. Студенти кафедри мостів тунелів та гідротехнічних споруд прийняли участь у міжнародному конкурсі студентських наукових робіт «Відновлення транспортирної інфраструктури України: світовий досвід» Секція «Відновлення критичної інфраструктури України : мости тунелі» отримали: диплом ІІІ ступеня Сергій Чалик студент групи ГБ-4тех і диплом ІІ ступеня магістранта МТ Владислава Данилюк. Підготував до участі у міжнародному конкурсі проф. д-р. техн. наук А.М. Онищенко. Під керівництвом завідувача кафедри мостів, тунелів та гідротехнічних споруд д-р., техн. наук, проф. за минулий рік захищено п’ять дисертацій ступеня доктора філософії із спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, а саме: Мірчук Ірина Олегівна, - «Удосконалення методу проєктування дорожнього покриття підвищеної довговічності на залізобетонних автодорожніх мостах», номер диплому Н24№004187 від 04.11.2024; Карнаков Ігор Анатолійович - «Удосконалення методу напружено-деформованого стану металевих гофрованих конструкцій транспортних споруд», номер диплому Н25№003159 від 15.09.2025; Федоренко Олександр Володимирович - «Метод оцінювання довговічності тонкошарового покриття на автодорожніх мостах», номер диплому Н25№003160 від 15.09.2025; Плазій Євген Павлович - «Підвищення довговічності асфальтобетонного покриття на залізобетонних автодорожніх мостах», номер диплому Н25№004151від 24.12.2025; Зеленовський Володимир Анатолійович - «Метод оцінки довговічності асфальтобетонного дорожнього покриття на транспортних спорудах», номер диплому Н25№004152 від 24.12.2025. Проф. А.М. Онищенко є член Наукової ради Державного агентства відновлення та розвитку інфраструктури України. Наказ № Н-331/14-02 від 10.08.2023; Наказ № Н-318/13-01 від 27.06.2025, а також член національного комітету України з теоретичної і прикладної механіки від 2025 року. Під науковим консультуванням професора А.М. Онищенка захищена дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук Кота Д. В. – «Удосконалення методу проєктування залізобетонної плити проїзної частини з незнімними опалубками на транспортних спорудах». Систематично організовуються науково-популярні та пізнавальні лекції, спрямовані на ознайомлення школярів з особливостями інженерної професії для учнів шкіл та коледжів. Організовуються спільні зустрічі з провідними фахівцями в галузі транспортного будівництва. Проводиться планова модернізація матеріально-технічної бази кафедри, а саме: навчальної науково-дослідної лабораторії мостів, конструкцій та дорожньо-будівельних матеріалів; навчально-наукової лабораторії гідравліки ім. Ю.М. Даденкова та науково-дослідної лабораторії надійності та довговічності мостів. У 2023 році видано Сертифікат № ПТ 85/25

від 04.04.2025 року з «Визначення вимірювання можливостей» в лабораторії кафедри МТГС, «Навчальному науково-виробничому центру транспортного будівництва Національного транспортного університету». За підтримки університету для лабораторії придбано сучасне обладнання. Напрямки наукової діяльності кафедри з відновлення інфраструктури в умовах воєнного стану. З метою підвищення кваліфікації викладачів кафедри розширюється співпраця з профільними закладами вищої освіти України. На кафедрі МТГС підвищується ефективність підготовки наукових кадрів вищої кваліфікації через аспірантуру (28 аспірантів) та докторантуру (1 докторанти), шляхом розширення тематики наукової роботи кафедри щодо впровадження новітніх технологій для підвищення обороноздатності держави. Впроваджувати практику захисту кваліфікаційних робіт магістра на виробництві, а також використовувати можливості філій кафедри щодо працевлаштування випускників. Постійно вивчається питання із забезпечення впровадження елементів дуальної освіти на кафедрі із провідними підприємствами дорожньої галузі України за освітньою програмою «Мости і транспортні тунелі» спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія за першим та другим рівнями вищої освіти. Колективом кафедри за 2025 рік постійно розробляються нормативні документи України.

УДК 624.21:625.7

Дослідження напружено-деформованого стану металевих гофрованих конструкцій транспортних споруд

проф. Онищенко А.М., студенти Риковцев А.І., Чалик С.В.

Збірні металеві гофровані конструкції є перспективними конструкціями у дорожньому будівництві. Такі конструкції можна застосовувати при будівництві нових транспортних споруд на автомобільних дорогах, підсиленні залізобетонних дефектних труб, малих мостів та відновленні несучої здатності пошкоджених інженерних споруд внаслідок бойових дій. В даній роботі розроблено моделі та отримано аналітичні залежності, які враховують конструктивні параметри, що дозволяють оцінювати напружено-деформований стан збірних металевих гофрованих конструкцій транспортних споруд в експлуатаційних умовах. Отримано закономірності зміни поширення звукових хвиль у залежності від щільності ґрунтової засипки збірних металевих гофрованих конструкцій транспортних споруд, що дозволяє проводити оцінку їх впливу на напружено-деформований стан. Удосконалено метод оцінки напружено-деформованого стану збірних металевих гофрованих конструкцій транспортних споруд, що дозволяє проводити дослідження із врахуванням комплексу конструктивних параметрів при їх проєктуванні. Отримали подальшого розвитку такі методи, як: МСЕ для проведення розрахунку напружено-деформованого стану металевих гофрованих конструкцій транспортних споруд; оцінювання параметрів ущільнення грунтової засипки та основи; оцінювання ступеню ущільнення грунтової засипки за параметрами поширення звукової хвилі.Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що удосконалено метод оцінки напружено-деформованого стану збірних металевих гофрованих конструкцій транспортних споруд за рахунок врахування їх конструктивних параметрів.

УДК 624.21:625.7

Дослідження довговічності тонкошарового метилметакрилатного покриття на автодорожніх мостах

проф. Онищенко А.М., студент Данилюк В.В., аспірант Здольник О.В.

Проблема довговічності та надійності автодорожніх мостів є однією з ключових у сучасному будівництві та експлуатації інфраструктурних об'єктів. Мости, як складні інженерні споруди, піддаються значним механічним навантаженням, впливу атмосферних умов, корозії та інших зовнішніх факторів, що призводять до їх зношування та зниження експлуатаційних характеристик. Тому забезпечення довговічності конструкцій мостів є важливим завданням для збереження безпеки руху та ефективного використання ресурсів. В науковій роботі отримано аналітичні залежності та термореологічні властивості з оцінювання тріщиностійкості тонкошарового полімерного покриття із використанням метилметакрилату від спільної зміни температури та дії навантаження пневматичних коліс транспортних засобів. Запропоновано умову граничного стану тонкошарового полімерного покриття із використанням метилметакрилату за тріщиностійкістю, що дозволяє проєктувати тонкошарове полімерне покриття із використанням метилметакрилату покриття заданої довговічності на залізобетонній та (або) металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів. Удосконалено метод оцінювання довговічності тонкошарового полімерного покриття із використанням метилметакрилату з позиції тріщиностійкості на залізобетонній та (або) металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів, що дозволяє проєктувати тонкі покриття заданої довговічності від спільної зміни температури та дії навантаження пневматичних коліс транспортних засобів. Отримали подальший розвиток такі методики, як: випробування композитного матеріалу з використанням метилметакрилату на циклічну втому; термореологічних властивостей композитного матеріалу з використанням метилметакрилату; визначення межі міцності на розтяг при згині; натурні впровадження по застосуванню тонкошарового полімерного покриття із використанням метилметакрилату на металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів України. Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що удосконалено метод оцінювання довговічності тонкошарового полімерного покриття із використанням метилметакрилату на залізобетонній та (або) металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів від спільної від спільної дії температури та дії навантаження пневматичних коліс транспортних засобів.

УДК 625.7

Дослідження напівжорсткого асфальтоцементобетонного дорожнього покриття, влаштованого за способом просочування

проф. Онищенко А.М., аспірант Завгородній О.В.

У зв'язку зі збільшенням інтенсивності руху на автомагістралях і кількості важких автомобілів в транспортному потоці пред'являються підвищені вимоги до міцності і довговічності покриттів, безпеки руху транспортних засобів і їх мінімального впливу на навколишнє середовище. Найбільшою мірою цим

вимогам відповідають асфальтоцементобетонні покриття. Застосування асфальтоцементобетона стає актуальним і доцільним в тих випадках, коли традиційний асфальтобетонний матеріал не справляється з підвищеними навантаженнями, а влаштування покриття з цементобетону є дуже трудомістким і дорогим. Таким чином, влаштування покриттів з асфальтоцементобетона може бути хорошою альтернативою традиційному асфальтування по міцності і довговічності покриття, в дорожньому цементобетонні — за ціною і трудомісткості робіт. Експериментально досліджували на міцність асфальтоцементобетону з гарячого чорного щебеню переважно впливала міцність цементного розчину. Для повністю гідратованого композиту міцність асфальтоцементобетону становила приблизно 11% від міцності цементного заповнювача. Загалом міцність при стиску асфальтоцементобетонів на основі холодного чорного щебеню була нижчою, ніж міцність асфальтоцементобетонів на основі гарячого чорного щебеню, через нижчу міцність при стиску відповідного пористого чорного щебеню. Швидкість набору міцності при стиску для асфальтоцементобетонів на основі холодного чорного щебеню, ніж для асфальтоцементобетонів на основі гарячого чорного щебеню, як наслідок того, що пористий холодний чорний щебінь також набирав міцність під час процесу тужавіння. На міцність при стиску асфальтоцементобетонів більше впливає міцність цементного наповнювача, ніж міцність їх пористих каркасів з чорного щебеню. Компоненти розчинів на основі цементу повинні вводитися в розчинозмішувач в наступній послідовності: вода - добавки - цемент. Цементний розчин з моменту приготування повинен безперервно перемішуватися або перебувати в русі до моменту його надходження на чорнощебеневий або бітумомінеральний каркас. Для обробки щебеню органічними в'яжучими використовують асфальтозмішувальні установки, обладнані змішувачами примусового перемішування, а також барабанні змішувачі. Щебінь можна обробляти в’язкими та рідкими бітумами. Вид в'яжучого визначає технологічні особливості приготування і використання чорного щебеню. При обробці чорнощебеневого або бітумомінерального каркасу цементним розчином проводять такі технологічні операції: транспортування заповнюючого розчину автомобілями-міксерами, рівномірний розподіл по поверхні чорнощебеневого або бітумомінерального каркасу заповнюючого розчину вручну або спеціальним навісним обладнанням яке кріпиться до трактора, за потреби проводять вдавлювання цементопіщаного розчину в чорнощебеневий або бітумомінеральний каркас на глибину до 5 см за допомогою катків на пневматичних шинах або вібраційним котком за 2 - 3 проходу по одному сліду. Всі технологічні операції по влаштуванню шару повинні бути завершені не пізніше початку тужавіння заповнюючого розчину. При необхідності збільшення технологічного розриву в суміш у вигляді водних розчинів вводять технічний лігносульфонат або кремнійорганічну добавку. На основі проведених досліджень розроблені рекомендації Р 2.3-37641918-925:2021 щодо застосування напівжорсткого асфальтоцементобетонного дорожнього покриття, влаштованого за способом просочування.

УДК 532.5:556.5:625.75

Створення та проведення тестування елементів інформаційної системи щодо гідравлічного розрахування водопропускальних труб

проф. Онищенко А.М., аспірантка Духненко Я.С.

Виконано повний теоретичний аналіз гідравліки конкретної водопропускної труби, який є трудомістким і складним. Умови потоку варіюються від водопропускної труби до водопропускної труби, а також змінюються з часом для будь-якої окремої водопропускної труби. Ствол водопропускної труби може бути повністю або частково заповнений залежно від умов вище та нижче за течією, характеристик ствола та геометрії впускного отвору. Дана робота присвячена створенню інформаційної системи (далі ІС), яка виконує процедури проєктування водопропускних труб та забезпечує комплексний аналіз гідравліки водопропускних труб за різних умов потоку. В основу роботи ІС покладено алгоритми, що визначають пропускну здатність споруди та розраховують регулювання впускних та випускних отворів, щоб забезпечити нормальне функціонування під час паводків та мінімізувати втрати напору. Система включає розрахунок всіх гідравлічних параметрів, а саме, напір, витрати, нормальну та критичну глибину води в трубі та швидкість на виході. Також система розраховує параметри штучних вихідних русл водопропускних труб з укріпленнями з кам'яного накиду. Створена удосконалена «Інформаційна система гідравлічного розрахунку водопропускних труб». В основу роботи ІС покладено алгоритми, що визначають пропускну здатність споруди та розраховують регулювання впускних та випускних отворів, щоб забезпечити нормальне функціонування під час паводків та мінімізувати втрати напору. Система включає розрахунок всіх гідравлічних параметрів, а саме: напір, витрати, нормальну та критичну глибину води в трубі та швидкість на виході. Також система розраховує параметри штучних вихідних русл водопропускних труб з укріпленнями з кам'яного накиду. Вихідні дані для різних форм, матеріалів та конструкцій водопропускних труб зберігаються в таблицях реляційної бази даних. Система має клієнт-серверну архітектуру, тобто модель розподілених обчислень, де сервер надає дані і алгоритми, а клієнти їх отримують через інтерактивний веб інтерфейс, який має необхідні функціональні можливості. Інформаційна система реалізована як веб-застосунок і є кросплатформенною. Це означає, що застосунок може бути встановлений локально (з використанням вбудованого сервера Flask) на будь-якій операційній системі незалежно від типу та архітектури, яка підтримує інтерпретовану мову програмування Python, або розгорнутий під керуванням будь-якого промислового сервера (Nginx, Apache, IIS тощо) також незалежно від типу та архітектури та ОС хоста.

УДК 691.87

Ефективність застосування армованих асфальтобетонних покривів на транспортних спорудах

проф. Онищенко А.М., аспірант Гусев Д.Ю.

Випробування армованого асфальтобетонного покриву на стійкість до утворення колії показало, що армування армуючими синтетичними матеріалами Adfors GlasGrid® здатне значно підвищити коліестійкість та довговічність асфальтобетонного покриву. Армування асфальтобетонного покриву матеріалами Adfors GlasGrid® дозволяє збільшити коліестійкість, тобто зменшити глибину колії та загальну площу колієутворення на 19 – 35%. При цьому дослідження показали, що армуючі синтетичні матеріали Adfors GlasGrid® підтвердили свою ефективність при їх використанні під верхнім шаром покриву. Дослідження впливу армування асфальтобетонного покриву на адгезію верхнього і нижнього шарів асфальтобетону показало, що всі досліджені армуючі синтетичні матеріали Adfors GlasGrid® відповідають європейським вимогам до адгезії армованих асфальтобетонних шарів, тобто забезпечують надійну адгезію асфальтобетонних шарів. Дослідження впливу армування асфальтобетонного покриву на його опір втомі показало, що армування асфальтобетонного покриву армуючими синтетичними матеріалами Adfors GlasGrid® дозволяє збільшити кількість циклів навантаг до втрати п’ятдесяти відсотків комплексного модуля деформації в 2,6 – 5,9 разів у порівнянні з неармованим покривом. Таким чином, результати проведених досліджень свідчать, що застосування армуючих синтетичних матеріалів Adfors GlasGrid® під верхнім шаром асфальтобетонного покриву дозволяє значно збільшити тріщиностійкість, коліестійкість та довговічність асфальтобетонного покриву на транспортних спорудах. Отже, експериментально підтверджено можливість, доцільність та ефективність застосування армуючих синтетичних матеріалів Adfors GlasGrid® для армування верхнього шару асфальтобетонного покриву транспортних споруд з метою збільшення його тріщиностійкості, коліестійкості та довговічності.

УДК 625.7

Методичні рекомендації щодо розрахування дорожнього одягу на міцність за умовою зсувостійкості асфальтобетону на ортотропній плиті проїзної частини автодорожніх мостів

проф. Онищенко А.М., доц. Аксьонов С.Ю., аспірант Лісневський Р.С.

Методичні рекомендації застосовні під час розрахування на міцність зчеплення гідроізоляції між асфальтобетоном та ортотропною плитою за зсуву при умові зсувостійкості на проїзній частині автодорожніх мостів, зокрема мостів через водотоки, естакад, шляхопроводів тощо. Вони охоплюють основні методи та підходи для оцінювання зсувостійкості асфальтобетону, укладеного на гідроізоляцію і ортотропну плиту, під дією статичних, короткочасних та динамічних навантаг, які виникають у процесі експлуатування транспортних споруд. Для забезпечення рівномірного розподілення зусиль між балками прогонової будови мосту умовно приймається жорсткість плити проїзної

частини яка забезпечує виконання умов міцності та деформативності за граничними станами. Зважаючи на це, до уваги приймаємо лише асфатобетонні шари дорожнього одягу. В моделі розрахунку, що пропонується, не враховується можливіть досягнення будь-якого граничного стану, а розрахування виконують за умови нормальної експлуатації споруди. Методичні рекомендації щодо розрахування дорожнього одягу на міцність за умовою зсувостійкості асфальтобетону (розглядається спільна дія асфальтобетонних шарів дорожнього одягу та гідроізоляції) на ортотропній плиті проїзної частини автодорожніх мостів спрямовані на підвищення зсувостійкості, відповідно його довговічності, за рахунок удосконалення проєктування гідроізоляції. Таке проєктування полягає в конструюванні і методиці розрахування з урахуванням багаторазового прикладання статичних і короткочасних динамічних навантаг. Асфальтобетонні шари дорожнього одягу підвищеної зсувостійкості на автодорожньому мосту складається з одного, двох або трьох шарів асфальтобетону, зчепленого з гідроізоляцією та з металевою основою ортотропної плити автодорожнього мосту. Розрахунок асфальтобетонних шарів дорожнього одягу виконують за допустимими напруженнями на міцність зчеплення за зсуву між асфальтобетонними шарами дорожнього одягу, гідроізоляцією і металевою основою ортотропної плити автодорожнього мосту. Дослідження напружено-деформованого стану системи «асфальтобетон — гідроізоляція — ортотропної плити» виконують числове моделювання з використанням методу скінчених елементів та/або з використанням аналітичних рішень теорії пружності, що дає можливість визначити вірність виконаних розрахунків. Числове моделювання обумовлюється тим, що схема навантаги досить складна і потребує просторового вирішення задачі, з метою покращення проєктування асфальтобетонних шарів дорожнього одягу на ортотропній плиті транспортної споруди. Тривимірне моделювання має за основну мету усунення недоліків дослідження силової навантаги та міцністних характеристик асфальтобетонних шарів дорожнього одягу під навантагою від дії пневматичних коліс транспортних засобів у плоскій постановці. Це дає можливість більш об’єктивно оцінити ефективність взаємодії дії пневматичних коліс транспортних засобів із покривом. Під час розрахування за умовою зсувостійкість дорожнього одягу на ортотропній плиті, ортотропна плита свої деформаційні властивості від дії навантаги не змінює. Адекватність обраної моделі підтверджена числовим моделюванням та експериментальним дослідженням. Такий підхід розрахунку направлений на спрощення роботи інженера та зменшення трудовитрат під час прийняття проєктних рішень.

УДК 624.21

Методика оцінювання довговічності цементобетонного покриття покриття з урахуванням спільного впливу змін температури та дії транспорту на залізобетонній плиті проїзної частини автодорожніх мостів

проф. Онищенко А.М., доц. Дмитриченко А.М., аспірант Вишнівський Б.О.

Запропонована методика оцінювання довговічності цементобетонного покриття з урахуванням спільного впливу змін температури та дії транспорту на залізобетонній плиті проїзної частини автодорожніх мостів, що є досить

актуальною темою. Проблема безпечної експлуатації мостів стала нагальною в останнє десятиріччя в силу низки несприятливих причин. Система експлуатації не відповідає сучасним технічним нормам і не володіє потрібними ресурсами для правильного та своєчасного догляду за спорудами; система фінансування дорожньої мережі України не дає змоги застосовувати сучасні та інноваційні технології з експлуатації і будівництва мостів. В Україні немає чіткого стратегічного плану вдосконалення, підтримання та експлуатації автодорожніх мостів. У зв'язку зі зростанням параметрів транспортних навантажень та аномально високими літніми температурами, значного розповсюдження набули дефекти асфальтобетонному покриття залізобетонних автодорожніх мостів, що перешкоджають безпечній експлуатації споруди. Актуальною залишається проблема, пов'язана з станом покриття автодорожніх мостів та мостів в цілому, що є невід'ємною складовою мережі автомобільних доріг. Основною проблемою при експлуатації цементобетонного покриття на автодорожніх залізобетонних мостах є зменшення довговічності внаслідок тріщиноутворення. Світова тенденція та напрям сучасних досліджень вказує на стрімкий розвиток будівництва доріг жорсткого типу та цементобетонного покриття на залізобетонних мостах. Тому постає нагальна необхідність у вивчені і дослідженні влаштування та експлуатації такого покриття на мостах України. Запропоновано методику оцінювання довговічності цементобетонного покриття покриття на залізобетонній плиті проїзної частини автодорожніх мостів від розтягуючих напружень, що виникають внаслідок дії пневматичних коліс транспортних засобів, а також визначення міри пошкодження цементобетонного покриття на залізобетонній плиті проїзної частини автодорожніх мостів від температурних напружень, що виникають внаслідок добових і річних температурних коливань. Запропоновані підходи мають можливість запроєктувати цементобетонне покриття підвищеної довговічності.

УДК 539.3

Прогнозування максимального рівня дотичних напружень в асфальтобетонному покритті яке влаштоване на бетонній основі автомобільної дороги

проф. Онищенко А.М., доц. Стьожка В.В., аспірант Федоренко О.В.

На основі літературних джерел проведено комплексний аналіз нинішнього стану функціонування дорожнього господарства України, сучасних тенденцій його розвитку. Встановлено, що дорожня галузь знаходиться в досить важкій ситуації, оскільки транспортно-експлуатаційний стан переважної більшості автомобільних доріг України є незадовільним. Через брак фінансових ресурсів будівництво нових доріг здійснюється вкрай рідко, а все частіше проводяться дорожні роботи по утриманню мережі вже існуючих доріг та забезпеченню їх необхідного транспортно-експлуатаційного стану. За результатами проведеного аналізу виділена одна з основних причин передчасного руйнування новозбудованих або відремонтованих конструкцій дорожнього одягу нежорсткого типу – низька міцність міжшарового зчеплення в зоні контакту знову укладеного матеріалу з нижче розташованим шаром. Детально вивчено

вплив зчеплення між асфальтобетонними шарами на міцність дорожнього одягу та його довговічність. Проаналізовано ряд факторів, які впливають на якість зчеплення між шарами. Запропоновано розрахункову схеми роботи асфальтобетонного покриття яке влаштоване на цементобетонній основі дорожнього одягу автомобільної дороги від дії навантаження пневматичних коліс транспортних засобів для різних варіантів навантаження (1, 2, 3, ... , 18) які відрізняються положенням центру колеса по відношенню до центру шва x для визначення розтягуючих (σ) та зрізаючих (дотичних) (τ) напружень в покритті. Дана розрахункова схема дозволила розробити скінчено-елементну модель даної конструкції для моделювання і визначення розтягуючих (σ) та зрізаючих (дотичних) (τ) напружень в асфальтобетонному покритті від дії навантаження транспортного засобу. Визначено аналітичну залежність максимальних дотичних напружень в асфальтобетонному покритті, яке влаштоване на цементобетонній основі дорожнього одягу автомобільної дороги, від дії навантаження пневматичних коліс транспортних засобів. Для цієї аналітичної залежності при розрахунку максимальних дотичних напружень, що виникають в асфальтобетонному покритті та його шарах від коливання температур, а також дії навантаження транспортних засобів. Ці аналітичні залежності отримані з урахуванням термореологічних властивостей асфальтобетону, що описуються наступними функціями та параметрами: релаксації, концентраційно-часового зміщення. Розроблена умова граничного стану для оцінки міцності дотичних зрізаючих напружень в асфальтобетонному покритті на цементобетонній основі жорсткого дорожнього одягу автомобільної дороги від дії навантаження пневматичних коліс транспортних засобів на тріщиностійкість з урахуванням заданого рівня надійності.

УДК 539.3

Актуальність застосування щебенево-мастикових деформаційних швів на транспортних спорудах

аспірант Виноградов В.О.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю пошуку балансу між обмеженими фінансовими ресурсами на утримання мостових споруд та високими вимогами до безпеки й довговічності транспортних артерій в умовах інтенсивної експлуатації та відновлення інфраструктури України. Екологічність та акустичний комфорт у містах. Згідно з європейськими стандартами (Noise space Abatement), зниження шуму від транспорту є пріоритетом. Безшовний ефект: відсутність ударного шуму при переїзді шва значно покращує екологічну ситуацію в житлових зонах поблизу естакад та шляхопроводів. Зниження динамічних навантажень: відсутність ударів береже не лише підвіску автомобілів, а й конструктивні елементи самого мосту, зменшуючи втому металу та бетону. Відновлення транспортних коридорів у стислі терміни: в умовах післявоєнної відбудови та підтримання робочого стану існуючих естакад, швидкість монтажу є вирішальною. Мінімальні часові витрати: на відміну від металевих швів, що потребують зварювання та тривалого набору міцності бетону омонолічування (до 28 діб), ЩМДШ дозволяють відкрити рух

за 3–5 годин. Етапність: можливість проведення робіт «по смугах» без повного перекриття руху на магістралях з високою інтенсивністю. Тому метою роботи є наукове обґрунтування та аналіз ефективності впровадження щебенево-мастичних деформаційних швів (ЩМДШ) при ремонті та будівництві транспортних споруд в Україні, а також розробка рекомендацій щодо адаптації міжнародних стандартів до вітчизняних умов експлуатації. В даній роботі проаналізовано світовий досвід використання технології *Asphaltic Plug Joints* (APJ) та порівняно нормативно-технічну базу (ASTM, EAD) із чинними українськими стандартами. Досліджено фізико-механічні властивості та термореологічні властивості композиту (щебенево-мастиковгово деформаційного шва - ЩМДШ), зокрема вплив полімерних добавок у мастиці на довговічність шва в екстремальних температурних діапазонах України (від -30°C до +45°C). Розроблено умову граничного стану ЩМДШ на транспортних спорудах з позиції тріщиностійкості та колієстійкості. Визначено економічну ефективність впровадження ЩМДШ на транспортних спорудах. Зниження металоємності: Традиційні шви потребують великої кількості сталі та анкерних пристроїв. Мастичні шви базуються на щебені та бітумах модифікованих полімерними добавками, що робить їх у 2,5–4 рази дешевшими за металеві аналоги. Продовження експлуатації старих транспортних споруд: ЩМДШ ідеально підходять для ремонту дефектних вузлів на старих прогонових будовах, де встановлення важких металевих конструкцій технічно неможливе або недоцільне. Розроблено практичні заходи з проєктування ЩМДШ на транспортних спорудах, а також вимоги до ЩМДШ.

УДК 378.14

Впровадження дуальної вищої освіти при підготовці фахівців для транспортної галузі

проф. Ворошнов С.М., інженер Новицька О.І.

Впровадження дуальної форми здобуття освіти в транспортній галузі України є не просто трендом, а стратегічною необхідністю. Враховуючи виклики 2026 року — відбудову інфраструктури, цифровізацію логістики та інтеграцію до транспортної мережі ЄС — поєднання теорії в аудиторіях з інтенсивною практикою на виробництві стає ключем до підготовки конкурентоспроможних фахівців. Особливої актуальності набуває отримання практичних навичок протягом терміну навчання, при підготовці фахівців технічних спеціальностей, для яких практична складова є визначальною з точки зору набутих знань та вмінь. Піонерним досвідом щодо дуальної освіти володіє Німеччина, де ще на початку 60-х років минулого сторіччя закладалися основи для сучасної форми дуальної освіти. В Україні дуальні форми освіти почали запроваджуватися у професійно-технічних училищах, оскільки саме в них забезпечується підготовка кваліфікованих робітників з обраної галузі народного господарства, де питання поєднання теоретичної та практичної підготовки є найбільш актуальними. Враховуючи те, що отриманий практичний досвід підвищує затребуваність випускників закладів вищої освіти на ринку праці, створює значні конкурентні переваги під час пошуку місця роботи та прискорює його

адаптацію у виробничий процес, питання впровадження дуальної форми в практику підготовки фахівців бакалаврського та магістерського рівня вищої освіти набувають все більшої актуальності. Разом з тим, для більш ефективного впровадження дуальної форми освіти в Україні потребують розв'язання такі питання, як набуття досвіду організації навчального процесу за дуальною формою, перерозподіл навчального навантаження на користь частини практичної підготовки, подекуди пасивність адміністрацій виробничих підприємств та необхідність підготовки кваліфікованих наставників на виробництві. Базуючись на результатах досліджень німецького досвіду впровадження дуальної форми освіти встановлено, що в галузі транспорту для впровадження інноваційних освітніх форм професійної підготовки фахівців, у тому числі шляхом дуальної освіти є реальне підґрунтя: підтримка держави; потреба в професійних кадрах різного рівня; зацікавленість бізнес-структур (потенційні роботодавці – партнери), що мають необхідну матеріально технічну базу та бачення необхідності співпраці з закладами освіти; заклади вищої освіти, що мають необхідні акредитовані освітні програми та науково-викладацький потенціал; позитивний європейський та вітчизняний досвід. Але є й низка неузгодженостей та проблемних, як фінансових, так і організаційних питань, які потребують спільного обговорення і вирішення з урахуванням специфіки галузі. Більшість дорожньо-будівельних компаній оговтуються, особливо на деокупованих територіях припинивши свою роботу або тільки оговтуються і тільки включаються у робочий процес. Відновлення транспортної інфраструктури нашої держави вимагає поновлення та впровадження дуальної освіти, особливо на осітньо-професійних магістерських програмах.

УДК 625.7/.8

Аналіз роботи водопропускних споруд і з металевих гофрованих констр укцій на ав томобільних дорогах

проф. Ворошнов С.М., доц. Чиженко Н.П., інженер Новицька О.І., аспіранти Мошківський Р.В., Духненко Я.С., студент Чалик С.В.

Дорожні водопропускні споруди з металевих гофрованих конструкцій (далі — МГК), незважаючи на понад сторічну історію застосування, в Україні є досить новим видом споруд та набувають широкого застосування в транспортному будівництві, як альтернатива традиційним сталевим або бетонним мостовим конструкціям. Загальновідомими перевагами, які виправдовують вибір такого рішення, є в основному короткий термін і відносно низька вартість будівництва, будівництво за умови дотримання відповідного технологічного режиму не викликає особливих проблем. Однак сучасний процес проєктування та будівництва дорожніх водопропускних споруд з МГК є недосконалим та постійно поліпшується. Тому, виникає необхідність в проведенні аналізу умов експлуатації та особливостей роботи дорожніх водопропускних споруд з МГК з визначенням підходів удосконалення проєктування та будівництва для подальшого підвищення довговічності споруди вцілому. Проблематика. Із літературного аналізу встановлено, що дорожні водопропускні споруди перебувають у складних умовах експлуатації, що спричинює передчасне їх

руйнування. Мета. Полягає в аналізі досвіду експлуатації та особливостей роботи водопропускних споруд із металевих гофрованих конструкцій на автомобільних дорогах зі встановленням заходів з підвищення довговічності. Результати. Проведено аналіз досвіду експлуатації та особливості роботи водопропускних споруд із металевих гофрованих конструкцій на автомобільних дорогах. Висновки. МГК є одним з раціональних і перспективних видів малих споруд, використання яких вимагає мінімальних транспортних витрат, невеликих витрат матеріалів та трудовитрат на будівельному майданчику. Це забезпечує прискорення темпів будівництва споруд. Будучи гнучкими конструкціями, вони працюють за рахунок сумісної роботи з навколишнім ґрунтом засипання. Це сприяє полегшенню конструкцій і дозволяє їх укладати без фундаментів. Досвід експлуатації та особливості роботи водопропускних споруд із металевих гофрованих конструкцій на автомобільних дорогах свідчить про необхідність розробки і впровадження нових підходів проєктування дорожніх водопропускних споруд з МГК, в тому числі, гасників енергії нижнього б'єфу згідно існуючих прогресивних світових підходів, з урахуванням підходів проєктування за Єврокодами; удосконалення підходів з укріплення схилів нижнього та верхнього б'єфів; технологій ремонту існуючих дефектних дорожніх водопропускних споруд з МГК; будівництва та ремонту малих мостів із застосуванням МГК.

УДК 625.745.1

Практичні рекомендації з проєктування та влаштування водопропускних труб на тимчасових автомобільних дорогах

проф. Ворошнов С.М., доц. Чиженко Н.П., інженер Новицька О.І., аспірантка Духненко Я.С., студент Ходюк О.В.

На сьогодні на тимчасових автомобільних дорогах для перетину автомобільним транспортом водотоків з активною течією варто передбачити тимчасовий переїзд, який може бути облаштований у вигляді водопропускної труби, тимчасового мосту чи броду. Водопропускні труби, що застосовуються на тимчасових автомобільних дорогах, є найпоширенішими спорудами, які використовується для перетину малих і середніх річок. Їх найкраще облаштовувати там, де є низький рівень руху русла річки, який може заповнити водопропускну трубу, і низький ризик потрапляння сміття до річки. На відміну від більшості інших конструкцій водопропускних шляхів водопропускні труби прості та швидкі в облатуванні через відносно низьку вартість, здатні витримувати великі навантаження та регулярний рух транспортних засобів. Ефективність тимчасового переходу із застосуванням водопропускних труб крізь річку залежить від придатності типу переходу, правильного проєктування та будівництва, потреби в довгостроковому обслуговуванні. Під час облаштування тимчасової водопропускної труби важливе значення має розмір, оскільки річкові потоки можуть спричинити ерозію або перекрити водопропускну трубу, спричинивши несправність тимчасового переходу. Облаштування та демонтаж водопропускальних труб на тимчасових та технологічних автомобільних дорогах може завдати шкоди водотокам, а також

створити перешкоди паводковим потокам і проходу риби, тому є необхідність у визначенні підходів з проєктування та облаштування водопропускальних труб на тимчасових автомобільних дорогах. На сьогодні відсутні чіткі вимоги зі спорудження тимчасових та технологічних автомобільних доріг та водопропускних труб на них, тому основні підходи створюються з огляду на світовий досвід і нагальних прогресивні процеси. Ефективність тимчасового переходу із застосуванням водопропускних труб крізь річку залежить від придатності типу переходу, правильного проєктування та будівництва, потреби в довгостроковому обслуговуванні. Під час облаштування тимчасової водопропускної труби важливе значення має розмір, оскільки річкові потоки можуть спричинити ерозію або перекрити водопропускну трубу, спричинивши несправність тимчасового переходу. Облаштування та демонтаж водопропускних труб на тимчасових і технологічних автомобільних дорогах може завдати шкоди водотокам, а також мостворити перешкоди паводковим потокам і проходу риби, тому є необхідність у визначенні підходів з проєктування та облаштування водопропускних труб на тимчасових автомобільних дорогах**.** Витрати на впровадження тимчасового переходу крізь потік значно відрізняються залежно від потреб ділянки, типу переходу, потреб у технічному обслуговуванні та інших факторів, що є визачальними для ділянки. У роботі здійснено аналіз та запропонова У роботі здійснено аналіз та запропоновано основні підходи з проєктування та облаштування водопропускальних труб на тимчасових та технологічних автомобільних дорогах в умовах воєнного та післявоєнного часу.

УДК 625.745.1

Практичні рекомендації з попередження та гасіння небезпечних форм руху потоків води в нижньому б'єфі дорожніх водопропускних труб

проф. Ворошнов С.М., зав. лаб. Клименко М.І., доц. Чиженко Н.П., аспіранти Духненко Я.С., Найдонова З.М., студенти Редька Ів.С., Редька Іл.С.

Дорожні водопропускні труби є наймасовішими штучними спорудами на автомобільних дорогах. Слід зазначити, що нижній б'єф таких споруд працює у складних експлуатаційних умовах зі значною нерівномірністю розподілу питомих витрат, високою кінетичністю потоку, насиченістю потоку донними наносами, камінням, сміттям, що спричиняє розмивання нижнього б'єфу споруди та руйнування насипу і штучної споруди. Попередити утворення небезпечних форм руху рідини в нижньому б’єфі дорожніх водопропускних труб можна шляхом застосування інженерних споруд, що дають змогу змінити механізм руху та швидкісну структуру потоку за водопропускною спорудою, що може бути досягнуто за рахунок влаштування гасника енергії для забезпечення вирівнювання за шириною відвідного русла витрат, глибин, швидкості та зниження їхньої пульсації. Одним із слабких місць дорожніх водопропускних труб є зона нижнього б'єфу, що нерідко зазнає деформації, оскільки з виходом струменя з дорожньої водопропускної труби круглого перерізу в каналі трапецеїдальної форми з'являється збійність течії, утворюються водоворотні зони, формуються великі донні швидкості. Тому

необхідно змусити потік води розтікатися без збійності, із більш сприятливою швидкісною структурою та зменшеними актуальними швидкостями у придонній області. На сьогодні відомо про велику кількість руйнувань нижнього б'єфа, що змушує розробляти нові конструкції нижнього б'єфу дорожнього водовідводу. Можна виділити два підходи щодо розв’язання проблеми кріплення нижніх б'єфів дорожніх водопропускних споруд: повна відмова від улаштування конструкцій гасників енергії і зсув на значну відстань вирви розмиву від дорожнього насипу; використання гасників енергії, розсікачів або розсіювачів різного типу. Для запобігання пошкодженню потоком дорожніх водопропускних труб у нижньому б’єфі необхідно виконувати гасіння небезпечних форм руху потоків води. У роботі розглянуто заходи з попередження та гасіння небезпечних форм руху потоків води в нижньому б'єфі дорожніх водопропускних труб. Одним із слабких місць дорожніх водопропускних труб є зона нижнього б'єфу, що нерідко зазнає деформації, оскільки з виходом струменя з дорожньої водопропускної труби круглого перерізу в каналі трапецеїдальної форми з'являється збійність течії, утворюються водоворотні зони, формуються великі донні швидкості. Тому необхідно змусити потік води розтікатися без збійності, із більш сприятливою швидкісною структурою та зменшеними актуальними швидкостями у придонній області. Практична цінність отриманих результатів пов’язана з тим, що проаналізовано заходи з попередження та гасіння небезпечних форм руху потоків води в нижньому б'єфі дорожніх водопропускних труб.

УДК 625.745.1

Оцінювання спряження б’єфів дорожніх водопропускальних споруд з металевих гофрованих конструкцій

проф. Ворошнов С.М., доц. Чиженко Н.П., доц. Євсейчик Ю.Б. аспірантка Духненко Я.С., студент Нагорна А.І.

Дорожні водопропускальні споруди з металевих гофрованих конструкцій (далі — МГК), незважаючи на понад сторічну історію застосування, в Україні є досить новим видом споруд та набувають широкого застосування в транспортному будівництві, як альтернатива традиційним сталевим або бетонним мостовим конструкціям. Загальновідомими перевагами, які виправдовують вибір такого рішення, є в основному короткий строк і відносно низька вартість будівництва, будівництво за умови дотримання відповідного технологічного режиму не викликає особливих проблем. Однак сучасний процес проєктування та будівництва дорожніх водопропускальних споруд з МГК є недосконалим та постійно поліпшується. Деякі особливості місцевості вимагають будівництво дорожньої водопропускальної труби з крутим ухилом, що збільшує швидкість води та створює потік високої енергії на виході дорожньої водопропускальної труби. Ця високоенергетична вода може розмивати природне русло. Найбільш ефективним способом гасіння надмірної кінетичної енергії водного потоку є гасіння за допомогою гідравлічного стрибка. Проведено аналіз особливості спряження б’єфів для дорожніх водопропускальних труб в умовах плоскої задачі, визначено вплив ряду

факторів на довжину гідравлічного стрибка та наведено методологічний підхід до вирішення завдань спряження б'єфів. Проблематика. Встановлено, що існує необхідність в уточненні існуючих підходів спряження б'єфів дорожніх водопропускальних споруд з металевих гофрованих конструкцій з урахуванням світових підходів. Мета. Мета наукової роботи полягає у досліджені спряження б'єфів дорожніх водопропускальних труб в умовах плоскої задачі, визначено вплив ряду чинників на довжину гідравлічного стрибка та наведено методологічний підхід до вирішення завдань спряження б'єфів. Результати. Проведено аналіз досвіду експлуатації та особливостей роботи водопропускальних споруд із металевих гофрованих конструкцій на автомобільних дорогах. Досліджено особливості спряження б'єфів для дорожніх водопропускальних труб в умовах плоскої задачі. Встановлено методологічний підхід до вирішення завдань спряження б'єфів. Висновки. Найбільш ефективним способом гасіння надмірної кінетичної енергії водного потоку є гасіння за допомогою гідравлічного стрибка. Однак, попри наявні дослідження з кінематики потоку в зоні формування гідравлічного стрибка та його стійкості, питання впливу конструктивних елементів гасників активного типу на керування потоком у зоні розтікання, особливо в умовах відносно широких і вузьких русел, залишаються недостатньо вивченими. У зв'язку з тим, що на ділянці двомірний у плані бурхливий потік трансформується в тривимірний з високим рівнем анізотропної турбулентності для дослідження такого типу завдань, на сучасному етапі, можливий лише статистичний підхід із застосуванням методів теорії математичного планування експерименту. Під час формування потоку із заданими гідравлічними характеристиками доцільно використовувати принцип управління — цілеспрямований вплив на потік конструктивними елементами нижнього б'єфу. Використання рівняння руху рідини в диференціальній формі дозволяє отримати рівняння досконалого гідравлічного стрибка у вигляді, явного відносно шуканої другої сполученої глибини в разі шорстких водоводів з похилим дном.

УДК 624.21

Особливості застосування берегоукріплюючих споруд з використанням геосинтетичних матеріалів в транспортному та гідротехнічному будівництві

проф. Воскобійник В.А., проф. Ворошнов С.М., доц. Чиженко Н.П., доц. Гаркуша М.В., аспірантка Духненко Я.С., студент Кіша В.В.

Застосування берегоукріплюючих споруд з використанням геосинтетичних матеріалів набуває широкого застосування під час захисту ґрунтових насипів від розмиву. Геосинтетичні матеріали використовують у вигляді полотен, мішків, труб та контейнерів, що відіграє активну роль у транспортних, гідротехнічних, берегових, морських інженерних роботах та роботах із захисту річок як екологічно чисті, зручні для будівництва та дешевші альтернативи звичайних методів захисту та інженерних робіт, що останніми роками стали умовно дуже дорогими для будівництва та обслуговування. Геосинтетика різко змінила практику геотехнічної інженерії в усьому світі. Геосинтетика може

виконувати одну або декілька функцій для покращення механічної та/або гідравлічної поведінки конструкції, в яку вона включена - зміцнення ґрунту та стабілізація схилу, розділення - фільтрація, дренаж, контроль ерозії та захист від вологи (геомембрани). В роботі визначено основні функції геосинтетичних матеріалів, що застосовуються під час захисту транспортних та гідротехнічних споруд від розмиву. На основі проведеного аналізу запропоновано конструктивні заходи берегозахисних споруд в транспортному та гідротехнічному будівництві на прикладі водопропускних труб. Основними перевагами геотекстилю під час захисту ґрунтових насипів від розмиву: зменшення кількості шарів і об'єму зернистих фільтрувальних матеріалів; забезпечення постійної якості фільтраційних характеристик; ефективні фільтри для дрібних мулистих ґрунтів, що піддаються турбулентним змінним умовам течії; зниження витрат на обслуговування систем боротьби з ерозією; збереження та підвищення стійкості захисних споруд; - полегшення монтажу, ніж звичайні шари фільтрів, особливо для підводного монтажу.

УДК 624.21

Обстеження мостів, пошкоджених і зруйнованих вибухами

проф. Онищенко А.М., доц. Каськів В.І., аспіранти Завгородній С.С., Здольник О.В.

Обстеження мостів пошкоджених і зруйнованих у наслідок військових дій є важливим і відповідальним етапом у процесі відновлення цих споруд, так як від інформації наведеної в технічній документації з обстеження і її об’єктивності, буде залежати якість прийнятих рішень під час проєктування та будівельних робіт. Проблематика. У ході протистояння України повномасштабному збройному наступу російської федерації відбулось руйнування та пошкодження сотень мостів на автомобільних дорогах різного адміністративного підпорядкування. Законодавче і нормативне урегулювання на момент введення воєнного стану в Україні не передбачало алгоритму проведення заходів із обстеження та відновлення зруйнованих будівель і споруд. Мета. Висвітлення досвіду проведення обстежень зруйнованих і пошкоджених мостів, а також висвітлення змін у законодавстві після введення воєнного стану, які націлені на регулювання процесів із фіксації, обстеження та відновлення пошкоджень і зруйнованих транспортних споруд на автомобільних дорогах загального користування, вулицях і дорогах міст та інших населених пунктів. Результати. Фахівцями ДП «ДерждорНДІ» та НТУ протягом воєнного стану на території України було проведено обстеження близько 40 пошкоджених і зруйнованих споруд на дорогах державного значення в регіонах на яких відбувались військові дії. Зазначені особливості обстеження мостів зруйнованих у наслідок контрольованого підриву, ураження артилерійськими снарядами, авіаційними бомбами та ракетами. Також важливим фактором, який впливає на характер руйнування конструкцій мостів є їхня статична схема, конструкція опор і прогонових будов. Отриманий досвід **з** обстеження близько 40 мостів пошкоджених у результаті збройного вторгнення російської федерації на територію України дозволяє зробити висновки у двох напрямках. Перше,

виконання обстежень споруд потребує професійного та відповідального підходу як від виконавців, так і від балансоутримувачів (власників) у розрізі формування завдання на обстеження і приймання відповідної технічної документації за результатами обстеження. Друге, назріла потреба у розроблені й оновленні нормативно-правових, нормативних і технічних документів, які б ураховували накопичений досвід і були направлені на зменшення потенційної загрози руйнування мостів та зменшення витрат на подальше їх відновлення. Обстеження зруйнованих мостів це важливий і відповідальний етап у процесі їхнього відновлення, від якого залежить якість прийнятих проєктних рішень та розмір капітальних вкладень на етапі будівельних робіт і робіт з відновлення. Тому виконання обстежень споруд потребує професійного та відповідального підходу як від виконавців, так і від балансоутримувачів (власників) у розрізі формування завдання на обстеження і приймання відповідної технічної документації за результатами обстеження. Замовники повинні спонукати виконавців використовувати сучасні методи дослідження конструкцій споруди у рамках обстеження, що дозволить більш об’єктивно визначати технічний стан її елементів та збільшить вірогідність фіксування прихованих дефектів. Опираючись на досвід проведення обстежень мостів пошкоджених у результаті збройного вторгнення російської федерації на територію України вважаємо, що назріла потреба у розроблені й оновленні нормативно-правових, нормативних і технічних документів. Зокрема це розроблення порядку визначення черговості обстеження пошкоджених і зруйнованих транспортних споруд, а також відповідних критеріїв. Оновлення нормативної бази щодо проведення робіт з обстеження мостів, потрібно розширити перелік видів дефектів і пошкоджень конструкцій споруд, розробити алгоритм обстеження з врахуванням специфіки виконання робіт, як наслідок буде підвищення якості технічної документації. Існує також необхідність у розробленні рекомендацій, які б ураховували накопичений досвід і були направлені на зменшення потенційної загрози руйнування мостів та їхніх елементів внаслідок дії вибухів. Впровадження цих рекомендацій під час проєктування нового будівництва чи будівництва мостів дозволить суттєво зменшити витрати на подальше відновлення цих споруд.

УДК 625.7/.8

Досвід застосування конструкцій гасників надмірної кінетичної енергії водного потоку

доц. Чиженко Н.П., аспіранти Мошківський Р.В., Духненко Я.С., Ружицький О.Б., Торхов А.С., студент Риковцев А.І.

Дорожні водопропускні споруди є наймасовішими штучними спорудами на автомобільних дорогах. Варто зазначити, що нижній б'єф таких споруд працює у складних експлуатаційних умовах, які характеризуються значною нерівномірністю розподілу питомих витрат, високою кінетичністю потоку, насиченістю потоку донними наносами, камінням, сміттям, що спричинює розмивання нижнбого б'єфу споруди та руйнування насипу та штучної споруди. Попередити утворення небезпечних форм руху рідини в нижньому б’єфі дорожніх водопропускних споруд з металевих гофрованих конструкцій можна

шляхом застосування інженерних споруд, що дають змогу змінити механізм руху та швидкісну структуру потоку за водопропускною спорудою, що може бути досягнуто за рахунок влаш тування гасника енергії, який дає змогу забезпечити вирівнювання за шириною відвідного русла витрат, глибин, швидкості та зниження їх пульсації. Однією з причин передчасного руйнування дорожньої водопропускної труби є розмив нижнього б'єфу, що впливає на довговічність споруди, існує необхідність усунення суперечностей, які виникають внаслідок низької надійності конструкцій з подальшим удосконалення існуючих розрахунків. Основна складність експлуатації дорожньої водопропускної споруди полягає в тому, що на ділянці вільного розтікання утворюється двомірний потік, а на ділянці гасіння надлишкової кінетичної енергії даний двомірний потік перетворюється в тривимірний турбулентний потік. Завдяки аналізу конструкцій гасників надмірної кінетичної енергії водного потоку можна встановити підгоди для удосконалення існуючих ментодів проєктування гасників кінетичної енергії водного потоку. У переважній більшості основним робочим елементом гасників кінетичної енергії є водобійний поріг або водобійна стінка, які протидіють руху потоку. Найпоширеніший тип гасника кінетичної енергії для одновимірних потоків, в яких величина пропускних витрати та побутова глибина змінюються в малих межах, є водобійний колодязь, що утворений уступом або суцільної чи прорізною стінкою. В залежності від швидкості руху визначаються параметри водобійного елементу, чим вища швидкість потоку, тим більш високим, більш масивним, він повинен бути. На характер розтікання води в нижньому б'єфі дорожніх водопропускних споруд, також впливає закон розподілу глибин та швидкостей у початковому перерізі розтікання та кривизна дна русла. Можна припустити, що активно формуючи епюру швидкостей або глибин в початковому перерізі розтікання, можна істотно скоротити зону вільного розтікання, а отже, і зменшити конструктивні розміри гасників енергії. Розглянуті типи конструкцій не вичерпують всього різноманіття можливих інженерних рішень розробки нижніх б’єфів водопропускних споруд. Перспектива розвитку конструктивних заходів, призначених для контролювання двовимірними бурхливими потоками, вимагає подальшого поглибленого вивчення, спрямованого на пошуках нових рішень, покращення технічних параметрів конструкцій, вивчення питань типізації з метою широкого впровадження в гідротехнічному та транспортному будівництві.

УДК 624.21

Аналітична реалізація математичної моделі залишкового розмиву підмостових русел

проф. Онищенко А.М., доц. Башкевич І.В., доц. Лапченко А.С., доц. Аксьонов С.Ю., студент Редька І.С.

В системі довгострокових прогнозів руслових деформацій на мостових переходах набуває великого значення визначення залишкових розмивів. Математична модель залишкового розмиву складається з диференціального рівняння балансу наносів, формули трансформуючої спроможності

руслоформуючих наносів, рівняння витрати потоку і його характеристики трансформації. Щоб отримати єдине рішення, відповідне умовам задачі треба задати початкові умови. Тоді задача прогнозу руслових переформувань і деформацій зводиться до задачі Коші, в якій початковими умовами є поздовжній профіль дна русла. Можливі дві розрахункові схеми для початкових умов. Перша розрахункова схема приймається тоді, коли перший паводок проходить по пласкому дну. Друга розрахункова схема – коли для першого паводку неможливо прийняти дно пласким. За неможливістю прийняття дно пласким, тобто є вирви або пасма, то поздовжній профіль можна апроксимувати за допомогою кубічного сплайну. Обираючи з двох способів апроксимації поздовжнього профілю дна русла, доцільніше застосовувати кубічний сплайн в похилах. При визначенні коефіцієнта стиснення потоку для залишкового розмиву слід використовувати критеріальне рівняння залишкового розмиву. Довжину зони стиснення для залишкового розмиву рекомендується приймати як проекцію верхової струмененапрямної дамби. Враховувати багаторічне прогнозування руслових деформацій рекомендується при коефіцієнті стиснення потоку більше за *1,1 ($\beta_м$ > 1,1)*. Різниця обчислень при визначенні нижньої границі розмиву з застосуванням кубічного сплайну вираженого через моменті і вираженого через похили по площі розмиву складає до 10 %, в залежності від гідроморфологічних особливостей річок. Математичне моделювання найнижчої відмітки дна у руслі відрізняється від натурних спостережень на 8,3 %. Доведено, що при визначенні залишкового розмиву, використовуючи залежність для характеристики руслової трансформації, яка міститься в ДБН В.2.3-22, в порівнянні з лінеаризованою, розбіжність в результатах обчислень складає (10 – 15) % у бік зменшення в системі багаторічного прогнозування руслових деформацій. Доведено, що нехтування залишковим розмивом призводить до зменшення величини загального розмиву на 40 %, в залежності від гідроморфологічних характеристик річок, що впливає на призначення генеральних розмірів мостових переходів – довжини мосту, розрахункового розмиву, мінімальної відмітки підходів.

УДК 625.745.1:691

Особливості щодо будування автомобільних доріг з цементобетонним дорожнім покриттям

проф. Онищенко А.М., доц. Дмитриченко А.М., аспіранти Вишнівський Б.О., Мазуренко О.В.

У роботі розглянуто питання розвитку та розширення нормативно-технічної бази дорожнього господарства України в частині будівництва автомобільних доріг з бетонним дорожнім покриттям. Основну увагу приділено вдосконаленню існуючих і розробленню нових вимог до улаштування цементобетонних покриттів різних типів – зі штировим з'єднанням плит, армованих плит зі штировими зв'язками, конструкцій з безперервним армуванням та покриттів із використанням укочуваних цементобетонних сумішей за сучасними технологіями. Необхідність оновлення нормативної бази зумовлена зміною умов дорожньої експлуатації, зростанням навантажень від транспортних засобів,

кліматичними факторами та необхідністю впровадження ресурсоефективних технологій у період воєнного стану. Вдосконалення національних нормативних документів здійснюється на основі аналізу чинних стандартів, міжнародного досвіду, технічної літератури й практичних результатів випробувань бетонних покриттів, з урахуванням вимог безпеки дорожнього руху, охорони довкілля та економії матеріальних і енергетичних ресурсів. Проаналізовано, що підвищення інтенсивності руху великовагових транспортних засобів, які здійснюють перевезення сільськогосподарської продукції, металургійних і промислових виробів, зумовлює необхідність пошуку нових конструктивних рішень для підвищення надійності та довговічності дорожніх одягів. Експлуатаційна практика свідчить, що традиційні нежорсткі конструкції з асфальтобетонним покриттям не забезпечують необхідної тривалості служби в умовах постійних навантажень, перепадів температур і дефіциту якісних бітумів. Постійне зростання інтенсивності руху, погіршення кліматичних умов, підвищення вимог до екологічної безпеки та економічності дорожніх робіт спонукають до розширення сфери застосування цементобетонних покриттів. Необхідність забезпечення єдиної технічної політики, орієнтованої на довговічність, безпечність і ефективність дорожнього будівництва, обумовлює постійне оновлення національної системи стандартів і технічних норм. Запропоновано в роботі є наукове обґрунтування та розроблення оптимальних технологічних і нормативних рішень щодо улаштування довговічних бетонних дорожніх покриттів, які відповідають сучасним вимогам надійності, міцності, температурної стійкості та адаптовані до кліматичних умов України. Такі конструкції мають забезпечувати спроможність сприймати високі осьові навантаження від великовагового транспорту, бути менш чутливими до сезонних коливань температур і забезпечувати стабільну якість експлуатації протягом тривалого строку служби.

УДК 625.7/8

Дослідження температурної тріщиностійкості в дорожньому асфальтобетонному покриві на металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів

проф. Онищенко А.М., доц. Аксьонов С.Ю., аспірант Лісневський Р. С.

Запропоновано наведено методику оцінювання температурної тріщиностійкості в дорожньому асфальтобетонному покриві на металевих ортотропних автодорожніх мостах. Варто зазначити, що дана методика враховує матеріалознавчі та конструктивні підходи, що дозволяє проєктувати дорожні асфальтобетонні покриви на металевих автодорожніх мостах підвищеної тріщиностійкості від зміни температури річної та добової. Проаналізовано технічну літературу та чинні нормативні документи по застосуванню асфальтобетонного покриття на металевих автодорожніх мостах. В основі методики оцінювання температурної тріщиностійкості покриву знаходяться експериментально встановлені розрахункові параметри водонепроникних матеріалів, а саме: мастикасфальту, гусасфальту, епоксиасфальту, литого асфальту, дослідження на температурну трізиностійкість, а також розроблені

аналітичні залежності для розрахунку асфальтобетонного покриву на довговічність з позиції температурної тріщиностійкості. Сучасний розвиток дорожнього будівництва вимагає постійного вдосконалення підходів до проєктування та розрахунку дорожніх покривів на металевих автодорожніх мостах, зокрема визначати більш оптимальні раціональні конструктивні рішення для мостового полотна. Урахуванням новітніх досліджень, сучасних матеріалів та інноваційних технологій дозволяє підвищити довговічність дорожнього асфальтобетонного покриву на металевих автодорожніх мостах, зменшити ризик утворення температурних тріщин та оптимізувати витрати на їх ремонтування та експлуатаційне утримання. Запропоновано удосконалені підходи до оцінювання температурної тріщиностійкості дорожнього асфальтобетонного покриву на металевій ортотропній плиті автодорожніх мостів базуються на сучасних наукових дослідженнях, міжнародному досвіді та практичних даних, що дозволяє підвищити довговічність асфальтобетонного покриву, зменшити ризик утворення неконтрольованих тріщин і покращити експлуатаційні характеристики конструкцій мостового полотна.

УДК 624.046:625.74

Дослідження моделей надійності елементів дорожніх труб, що проєктуються у відповідності до єврокоду

доц. Хвощинська Н.М., аспіранти Здольник М.В., Цимбалюк В.О.

Дані дослідження присвячені аналізу моделей надійності, що пропонуються Єврокодом (EN 1990), на прикладі елементів дорожніх труб. Метою роботи є теоретичне дослідження та висвітлення ретроспективи розвитку теорії надійності у будівництві, починаючи з перших імовірнісних методів 1930-х років та концепції безпеки споруди А.Р. Ржаніцина (1952 р.), відомої як «метод другого моменту». Розкрито причини впровадження Єврокоду як першої у світі системи проєктування, що базується на принципі керованої надійності. Детально описано три рівні (формати) оцінки надійності, що пропонуються стандартом EN 1990: Рівень I (напівімовірнісний метод з частковими коефіцієнтами), Рівень II (метод першого порядку оцінки надійності – FORM), що є базовим для Єврокоду, та Рівень III (точна процедура SORM). Обґрунтовується, що концепція надійності забезпечує безпеку дорожніх труб та надає проєктувальнику інструментарій для кількісної оцінки та керування рівнем надійності, слугуючи критерієм оптимальності проєкту та довговічності. Концепція надійності в Єврокоді забезпечує безпеку будівель і споруд. Основним принципом цієї концепції є керована надійність, що надає проєктувальнику інструментарій для кількісної оцінки та зміни рівня надійності. Метод перших двох моментів (FORM), що є базовим для Єврокоду (Рівень II), став визнаним інструментом управління надійністю в усьому світі. Застосування трирівневої системи оцінки надійності є особливо актуальним для елементів дорожніх труб, оскільки дозволяє точно врахувати складний вплив ґрунтового насипу та транспортного навантаження, забезпечуючи оптимальність і довговічність цих критично важливих інженерних споруд. Концепція надійності в Єврокоді є не тільки мірою безпеки, але й критерієм оптимальності проєкту та довговічності споруди.

УДК 625.7/8:658.272

Дослідження надійності при прогнозуванні величини залишкових деформацій у вигляді колії в асфальтобетонному покритті на транспортних спорудах

проф. Онищенко А.М., доц. Аксьонов С.Ю., аспірант Кушнір Л.М.

Постановка проблеми. Асфальтобетонне покриття на транспортних знаходиться в більш складних умовах експлуатації, ніж на автомобільних дорогах з нежорстким дорожнім одягом. Він має більш різкі зміни температури, підлягає впливу циклічним і динамічним деформаціям від дії автомобільного транспорту. Складні умови експлуатації є тим чинником, який примушує підбирати склад асфальтобетону з підвищеними показниками колієстійкості. У процесі експлуатації покриттів з часом втрачає поступово знижуються міцності властивості, що призводить до накопичення незворотних деформацій, утворення колії під дією коліс транспортних засобів і погодно-кліматичних факторів. Важливим елементом наукових основ матеріалознавства і технології будівництва і надійної експлуатації асфальтобетонних покриттів є прогнозування колієутворення як частини процесу їх деградації. Здійснено ймовірнісну оцінку процесу колієутворення з використанням двомірної випадкової функції. Отримані ймовірності перебування конструкції щодо процесу розвитку колії в виділених станах і ймовірності міжстанового прямого і зворотнього переходу. На основі отриманих функцій ймовірності пораховані відповідні функції надійності.

УДК 691.168

Історичний огляд розвитку методів лабораторного ущільнення асфальтобетонних сумішей

проф. Онищенко А.М., доц. Копинець І.В., доц. Пиріг Я.І., доц. Оксак С.В., аспіранти Шемідько Г.В., Мошенець М.О.

У роботі представлено історичний огляд розвитку методів лабораторного ущільнення асфальтобетонних сумішей, які тісно пов’язані з відповідними системами проєктування складів асфальтобетонів. Детально розглянуто особливості кожного з існуючих методів лабораторного ущільнення сумішей, а також їх переваги та недоліки. На основі даних з літературних джерел представлені результати впливу різних методів лабораторного ущільнення на властивості асфальтобетону та наведено співставлення їх з властивостями асфальтобетону шару дорожнього одягу. Окремо розглянуто сучасні підходи до оцінювання ущільнюваності асфальтобетонних сумішей, що дозволяє під час проєктування їх складу визначати рівень затрат на ущільнення сумішей під час влаштування шарів дорожнього одягу. На даний час не існує жодного лабораторного методу ущільнення асфальтобетонних зразків, який би достатньою мірою моделював ущільнення асфальтобетонної суміші в шарі дорожнього одягу та при цьому був би досить конструктивно простим та відносно дешевим для повсякденного використання в лабораторних умовах під час виготовлення зразків з різних видів асфальтобетонних сумішей. Це пов’язано з тим, що ущільнення є дуже складним процесом, під час якого не

тільки зменшується вміст повітряних пор в асфальтобетонній суміші, але й відбувається переміщення бітумного в'яжучого, переорієнтація заповнювачів та механічних напружень, що можуть призвести навіть до пошкодження окремих зерен заповнювачів. Відомі на даний час методики проєктування сумішей (Хаббарда–Філда, Хвіма, Маршалла, Дюр'єза), базуються на концепціях, що склалися на час їх розробки. Незважаючи на те, що методики є стандартизованими, перевірені часом та використовуються в різних країнах світу, їх головною вадою є базування на емпіричних залежностях, встановлених на час їх розробки. Ці методи передбачають наявність зв'язку між результатами випробувань лабораторно ущільнених асфальтобетонних зразків та експлуатаційними властивостями асфальтобетонних шарів, а технічні умови на асфальтобетонні суміші та асфальтобетон встановлюють відповідні вимоги, при цьому нормовані значення показників фізико-механічних властивостей асфальтобетону виявляються прив'язаними не тільки до стандартних методів випробувань, але і до регламентованих умов виготовлення зразків. Крім цього фізико-механічні властивості асфальтобетонів залежать не тільки від умов ущільнення, а ще і від розмірів зразків, що прийняті в тій чи іншій системі проєктування асфальтобетону. Методи проєктування складів асфальтобетонів та відповідні їм методи лабораторного ущільнення асфальтобетонних сумішей є прийнятними головним чином для тих складів асфальтобетонних сумішей, тих бітумних в'яжучих та того типу виробничого ущільнення, що були актуальні на час їх розробки. У випадку зміни вихідних умов (зернового складу асфальтобетонних сумішей, використання модифікованих бітумних в'яжучих, зміни парку ущільнювальної техніки, тощо) необхідно встановлювати нові залежності між прийнятими в системах проєктування асфальтобетонів значеннями тих чи інших показників якості, а також встановлювати нові нормативні параметри. Згідно чисельних літературних даних з усіх поширених на даний час методів лабораторного ущільнення асфальтобетонних сумішей найбільш прийнятними, тобто такими, що найбільш точно відображають структуру, густину, пористість та інші показники якості асфальтобетонів в шарі дорожнього одягу є вібраційні та секторні ущільнювачі. Найменш прийнятним є ударний метод Маршалла, що підтверджується, навіть у випадку однакової пористості, значною різницею між значеннями фізико-механічних показників та об'ємним розташуванням зерен заповнювача в обсязі зразка, ущільненого в лабораторії та кернами, відібраними з шару дорожнього одягу.

УДК 624.21

Оцінювання великомасштабної топографії дна на структуру океанічних течій

проф. Онищенко А.М., проф. Воскобійник В.А., інженер Новицька О.І., аспіранти Беспалов Д.А., Мошківський Р.В.

Отримані результати чисельного і фізичного моделювання та натурних досліджень взаємодії мегамасштабних океанічних течій з великомасштабними нерівностями топографії дна, які отримано в результаті виконання спільного проекту американських і українських науковців за проектом P827.

Проаналізовано динаміку взаємодії течії та топографії дна в регіонах океану з сильними течіями, крутими схилами та складним багатомасштабним рельєфом. Розроблено нові параметризації, що відображають вплив топографії на більші масштаби глибинних та поверхневих течій Світового океану. Проведено лабораторні експерименти з фізичного моделювання взаємодії течії з нерівностями дна, які показують ключові механізми цієї взаємодії, та проведено натурні дослідження з визначення цих механізмів. Мета роботи полягає у визначенні ролі нерегулярної мінливості морського дна в формуванні структури великомасштабних течій у дуже активних регіонах Світового океану. Результати дослідження покращать розуміння впливу великомасштабної топографії в глобальних операційних і кліматичних океанологічних моделях. Грубий або великомасштабний рельєф представляє собою неправильні батиметричні особливості океанічного дна з бічними масштабами в кілька кілометрів. Недавні аналізи продемонстрували драматичний вплив нерівного рельєфу на великомасштабні та мезомасштабні схеми циркуляції. Вертикальний та горизонтальний рух води внаслідок градієнтів температури, солоності, щільності, дії вітрів над океанічною поверхнею та сил Коріоліса, які викликані обертанням Землі приводять до формування циркуляційних течій у Світовому океані. На своєму шляху мегамасштабні циркуляційні течії зустрічають нерівності донної поверхні та прибережних схилів, що суттєво впливає на їх траєкторії руху і гідродинамічні характеристики. В результаті виникають складні неоднорідні та нестаціонарні за характером гідродинамічні явища, генеруються вихрові, слідні і струменеві течії, внутрішні та підвітряні хвилі. Це суттєво впливає на глибоководне та поверхневе перемішування, розподіл поживних речовин, змінює поширення звуку та швидкість у товщі води, а також впливає на рух і гідроакустичні системи підводних та надводних апаратів, особливо дрібномасштабних, таких як дрони та планери. Вплив дрібномасштабних вихорів, які генеруються під час обтікання придонних неоднорідностей, чисельно досліджувалися з визначення ефектів дрібномасштабної батиметрії на мегамасштабні циркуляційні течії. Розроблено “теорію наждачного паперу”, що дало можливість оцінити форсування течії за нерівним рельєфом за спектральними характеристиками рельєфу дна. Ефект нерівного рельєфу дуже чітко проявився в експериментах із взаємодією течії та підводної гори. В гідравлічній лабораторії Інституту гідромеханіки НАН України були проведені експериментальне моделювання впливу течії Гольфстрім на підводну гору Атлантіс II, яка розташована біля східного узбережжя США. Проводилися візуальні дослідження за допомогою підфарбованої води та інструментальні дослідження з визначення поля швидкості Визначено особливості генерації та еволюції вихрових структур, струменевих та хвильових течій в околі моделі підводної гори Атлантіс II. Інструментальні вимірювання групою датчиків дозволили отримати інтегральні та спектральні характеристики полів швидкості та тиску поблизу та на поверхні шорсткої моделі підводної гори.

УДК 624.21

Дослідження захисту обтічного циліндричного тіла проникним перфорованим екраном від дії гравітаційних хвиль

проф. Онищенко А.М., проф. Воскобійник В.А., доц. Аксьонов С.Ю., аспірант Труденко Д.В., студенти Гаврилов Д.А., Гречаний А.С.

Представлено результати чисельного моделювання та розв'язки задачі дифракції поверхневих гравітаційних хвиль під час їх взаємодії з вертикальною циліндричною колоною, яка захищена проникним перфорованим екраном. Визначено зменшення хвильового руху навколо захищеного циліндру та усередині простору між екраном та циліндром. Розраховано поздовжні складові сили хвильового навантаження на захищену конструкцію, нормованого потоку енергії розсіяного хвильового поля в околі цієї конструкції та показано характер їх зміни в залежності від хвильового числа, коефіцієнтів перфорації та зазорів між екраном і циліндром. Проведено чисельне моделювання та розв'язки задачі дифракції поверхневих гравітаційних хвиль під час їх взаємодії з вертикальною циліндричною колоною, яка захищена проникним перфорованим екраном. Задача дифракції хвиль сформульована та вирішена у лінійній постановці в рамках моделі нестисливої, ідеальної рідини скінченної глибини з використанням рівняння Дарсі для перфорованого захисного екрану під час обтікання циліндричного тіла з визначенням функції потенціалів швидкості, які задовільнили рівнянню Лапласа. Визначено, що хвильовий рух в умовах наявності проникного перфорованого екрану навколо вертикальної циліндричної колони демпфувався усередині простору між екраном та колоною і значно зменшувався у сліді захищеної циліндричної конструкції в залежності від проникності екрану та відстані між екраном та циліндром. Це дало можливість за допомогою чисельного моделювання визначити оптимальні з точки зору хвильових навантажень на конструкцію відстані між циліндром і екраном та коефіцієнти перфорації екрану, які приводять до максимальної дисипації енергії поверхневих хвиль. Проведено розрахунки поздовжньої складової сили хвильового навантаження, що діє на конструкцію захищеного вертикального циліндру, та нормованого потоку енергії розсіяного хвильового поля у дальній зоні захищеної конструкції в залежності від хвильового числа для різних коефіцієнтів перфорації та зазорів між екраном та циліндром. Визначено, що максимальні значення поздовжньої складової сили від хвильового навантаження, яка діє на фронтальну поверхню захищеного циліндра, зростали зі збільшенням проникності захисного екрану. Для малих значень коефіцієнту перфорації графік поводження дії сили на фронтальну поверхню циліндру набував періодичних коливань, які пов'язані з резонансними явищами хвильового поля у зазорі між проникним перфорованим екраном та суцільним циліндром. Установлено, що екстремальне значення повної розсіяної потужності хвильового поля у дальній зоні незахищеного циліндра спостерігалося для нормованого хвильового числа $k_0R \approx 0.6$, що корелює з результатами визначення максимальних значень поздовжньої складової сили від хвильового навантаження. Зі зменшенням нормованого хвильового числа ($k_0R \to 0$) потік енергії розсіяного хвильового поля та

максимальні значення поздовжньої складової сили, яка діє на захищений циліндр, також наближалися достатньо швидко до нульового значення. Зі збільшенням нормованого коефіцієнта $k_0 R > 0.6$ максимальні значення повної розсіяної потужності хвильового поля у дальній зоні та поздовжньої складової сили, яка діє на захищений циліндр, поступово знижувалися. Результати розрахунків фронтального (азимутальний кут $\varphi = 0$) та кормового ($\varphi = \pi$) розсіяння потоку енергії хвильового поля в залежності від хвильового числа за варіацією коефіцієнта перфорації та відстаней між екраном і циліндром показали, що найбільші значення фронтального розсіювання потоку енергії хвильового поля спостерігалися також у частотному діапазоні хвильового числа $k_0 R \approx 0.6$ і найбільша дисипація потоку енергії мала місце на незахищеному циліндрі. Розрахунки дисипації потоку хвильової енергії в дальній зоні кормової частини циліндричної конструкції для азимутального кута $\varphi = \pi$ показали, що залежності розсіювання потоку енергії хвильового поля мали коливальний характер зі зміною нормованого хвильового числа та збільшувалися зі збільшенням хвильового числа і зменшенням коефіцієнту перфорації екрану та зі збільшенням відстані між екраном і циліндром. Отримані розрахункові результати мають актуальне практичне значення, що дозволить проектантам та працівникам, які експлуатують морські вертикальні циліндричні пальні конструкції, визначити оптимальні, з точки зору зменшення хвильових навантажень, захисні проникні перфоровані екранні засоби.

УДК 625.85:691.65:678.742:620.17

Вплив полімерної добавки ПКМ veleton на показники по маршаллу

аспірант Мороз В.С.

У науковій роботі представлено результати дослідження впливу полімерної композиційної добавки (ПКМ) торгової марки VELETON™ на основні параметри асфальтобетонної суміші за методом Маршалла. Для зразків ЩМА-20 на БНД 70/100 було проведено випробування на стабільність та текучість за Маршаллом зі внесенням 1,5% добавки ПКМ (від маси бітуму) та без неї. Встановлено, що модифікація асфальтобетону полімерною добавкою суттєво підвищує несучу здатність суміші: навантаження руйнування (стабільність Маршалла) зростає, а деформація (текучість) дещо зменшується, що свідчить про покращення показників міцності і стійкості до прикладених навантажень. Досліджено також вплив добавки на фізико-механічні характеристики матеріалу (густина, пористість, міцність при стиску за різних температур). Показано, що модифікований полімером асфальтобетон задовольняє вимоги чинних стандартів для дорожніх покриттів з підвищеною міцністю. Обговорено економічну доцільність застосування ПКМ VELETON™ з урахуванням підвищення довговічності покриття. Наведено рекомендації щодо практичного впровадження результатів. Результати даного дослідження можуть бути безпосередньо впроваджені у практику дорожнього будівництва. Рекомендується розширити застосування полімер-модифікованих асфальтобетонів при влаштуванні покриттів на дорогах з інтенсивним рухом і

великим навантаженням (магістралі, міські транспортні артерії, злітно-посадкові смуги аеродромів тощо). Добавка ПКМ VELETON™ завдяки своїй технологічності може впроваджуватися на асфальтобетонних заводах без значних змін виробничого процесу – це дозволяє швидко масштабувати технологію. Доцільно передбачати використання полімерних добавок у проектах капітального ремонту та нового будівництва доріг, особливо в умовах спекотного клімату або під інтенсивне навантаження, де ефект від модифікації буде максимальним. З точки зору нормативної бази, стандарт ДСТУ 8959:2019 вже встановлює вимоги до асфальтобетонів на полімер-модифікованому бітумі, тому наступним кроком має стати ширше включення таких матеріалів у державні будівельні норми та технічні умови на будівництво доріг. Необхідно розробити методичні рекомендації для підрядних організацій щодо оптимального використання полімерних добавок (вибір дозування, оцінка економічного ефекту тощо). Подальші дослідження і моніторинг вже побудованих об'єктів з модифікованим покриттям дадуть змогу уточнити довготривалу ефективність і відкоригувати склад сумішей для різних кліматичних умов. Перспективним напрямом є також удосконалення самих полімерних добавок – зниження їх вартості, підвищення стабільності при зберіганні, розширення функціональності (наприклад, поєднання полімерів з нанодобавками для ще кращої зносостійкості). Отримані в роботі результати уже зараз підтверджують, що застосування полімерних модифікаторів – це реальний шлях покращити якість і довговічність дорожнього покриття в Україні. Широке впровадження цієї технології сприятиме зменшенню транспортних витрат, підвищенню безпеки руху та ефективнішому використанню бюджетних коштів на дорожнє господарство.

УДК 624.014.2

Імовірнісне моделювання територіального розподілу снігового навантаження з врахуванням довготривалих змін кліматичних навантажень

проф. Онищенко А.М., доц. Давиденко О.О., аспірант Кордун О.О.

У 2023 році виповнилося тридцять років з того дня, коли було представлено першу доповідь Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО) стосовно стану клімату та занепокоєння щодо прогнозованих кліматичних змін. 2023 рік став найспекотнішим роком за історію метеорологічних спостережень, що свідчить про подальшу глобальну зміну клімату. Для Європи 2023 рік виявився другим, поступаючись на 0,17 °C середній температурі 2020-го року, який був найтеплішим для Європи. Згідно з попереднім звітом ВМО за 2021 рік середня глобальна температура у 2021 році була приблизно на 1,11 (± 0,13) °C вищою за доіндустріальний (1850–1900 рр.) рівень. Відповідно до звіту Міжурядової групи експертів зі змін клімату (IPCC) середня температура в світі протягом найближчих 20 років зросте більш ніж на 1,5 градуса. В цей час в Україні середня річна температура з початку XX століття зросла більш ніж на 2°C, в тому числі, на 1,2°C – за останні 30 років. Підвищення температури в умовах глобального потепління неможливо розглядати окремо від супровідних змін

структури опадів та екстремальних погодних явищ, кількість яких суттєво зросла за останні десятиліття по усьому світу (включно з Україною). За 2006–2010 рр. на території України зросла кількість випадків крупного граду, шквалу, сильної ожеледі, сильної хуртовини, сильних складних відкладень. Одночасно з цим в деяких регіонах спостерігались безсніжні зими. За даними підвищення середньої температури за останні 30 років можна зробити висновок, що територія України ніби перемістилася на 400-500 км на південь. Такі зміни впливають на багато галузей країни, серед яких аграрно-промисловий комплекс, тепло- та електрогенерація, будівництво тощо. Для будівництва зміни клімату важливі з точки зору актуальності кліматичних навантажень і впливів на різні типи будівель та споруд та відповідність несної здатності таким впливам. Основними для широкого класу будівель є вітрові та снігові впливи. Для лінійних та висотних споруд, таких як опори та лінії електропередач, опори мобільного та радіозв'язку, важливими є навантаження від ожеледі. Для мостів та гідротехнічних споруд важливі гідротехнічні навантаження, що теж зазнають кліматичних змін. Вимоги щодо врахування кліматичних впливів на основні види будівель та споруд встановлено в державних будівельних нормах ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи. Норми проектування», де наведено карти районування території України за кліматичними впливами: вага снігового покриву; значення вітрового тиску; товщина стінки ожеледі; тиск вітру під час ожеледедних відкладень. Питання актуальності карт районування території стає все більш нагальним у зв'язку із прийняттям другого покоління Єврокодів, які орієнтовані на сталий розвиток та зміни клімату. Таким чином актуальність даної роботи зумовлена необхідністю науково обґрунтованого методу оцінки впливу кліматичних змін на розрахунок будівельних конструкцій з метою впровадження змін до державних будівельних норм України та розробки національних додатків України до Єврокодів. Тому в роботі виконано аналітичний огляд існуючого закордонного досвіду врахування змін клімату для проєктування будівель та споруд. Дані дослідження дозволили розробити теоретичні положення та методи статистичної оброки даних кліматичних спостережень для застосування у проєктуванні будівельних конструкцій. Виконано статистичну обробку результаів метеорологічних спостережень у львівській області з метою нормування снігового навантаження. Також досліджено вплив на матеріалоємність сталевих конструкцій покриття логістичних комплексів уточненого значення снігового навантаження. Дані дослідження дозволили розробити практичні рекомендації до підкислення конструкцій

УДК 625.85:502.3

Екологізація асфальтобетону: енергозберігаючі добавки, менші температури та мінімізація CO

проф. Онищенко А.М., аспіранти Парфенов С.С., Черниш В.М.

У наукових дослідженнях розглянуто шляхи екологізації технології виробництва та укладання асфальтобетону шляхом застосування енергозберігаючих добавок, що дозволяють працювати при нижчих температурах, з метою зменшення

споживання енергії та викидів CO_2. Наведено аналіз сучасних підходів до так званих «теплих асфальтобетонів», які забезпечують необхідні експлуатаційні характеристики дорожнього покриття за температур приготування на 30–40°C нижчих, ніж у традиційних гарячих сумішей. У рамках дослідження представлено практичний кейс укладання теплого асфальтобетону на об'єкті по вул. Вербовій, де використано спеціальну добавку для зниження температури. Оцінено результати впровадження: технологічні показники ущільнення, фізико-механічні характеристики покриття, економія палива та скорочення викидів парникових газів. Показано, що використання енергозберігаючих технологій в асфальтобетоні дозволяє суттєво зменшити енергозатрати і негативний вплив на довкілля без погіршення якості дорожнього покриття. Зроблено висновки про економічну та екологічну ефективність технології, а також окреслено перспективи її широкого впровадження в дорожньому господарстві. Традиційні асфальтобетонні суміші вимагають високих температур (≈160 °C), що веде до значних витрат палива. Технології теплого асфальтобетону дозволяють зменшити температуру змішування і укладання на 20–40 °C, економлячи до 20–30% енергії. Це підтверджено як літературними даними, так і експериментально: в досліджуваному кейсі витрати палива знизилися приблизно на 19%. Використання спеціальних добавок забезпечує необхідні властивості сумішей при нижчих температурах. Енергозберігаючі добавки знижують в'язкість бітуму та покращують обволікання заповнювача. В результаті теплова суміш має показники міцності, щільності і водостійкості на рівні з традиційною. Лабораторні і польові випробування (маршалл, ущільнення, водонасичення) показали мінімальну різницю між теплим і гарячим асфальтобетоном, а за деякими параметрами (адгезійна міцність, тріщиностійкість) теплий варіант навіть переважає завдяки меншому старінню в'яжучого. Екологічний ефект від теплого асфальтобетону є значним. Зменшення споживання палива на кожну вироблену тонну суміші прямо пропорційно скорочує викиди CO_2. У випадку з покриттям на вул. Вербовій, за оцінками, вдалося зменшити викиди CO_2 приблизно на 0,7–0,8 т лише на одній ділянці 500 м. Одночасно різко скоротилися емісії бітумних парів і аерозолів (відсутність диму при укладанні). Це покращує умови праці та стан повітря для мешканців прилеглих територій. Отже, впровадження теплого асфальтобетону сприяє виконанню екологічних нормативів і зобов'язань у галузі скорочення парникових викидів. Економічна доцільність технології підтверджена розрахунками. Хоча застосування добавок дещо підвищує собівартість матеріалів, економія палива та супутні вигоди (швидше відкриття руху, менший знос техніки, можливість збільшити вміст РАП) компенсують ці витрати. На пілотному проекті економія на газі практично зрівноважила витрати на добавку. Для масштабніших проектів очікується чистий економічний виграш. Таким чином, технологія є конкурентоспроможною і не потребує значних додаткових витрат у довгостроковому періоді. Рекомендовано широке впровадження теплих асфальтобетонних сумішей у дорожньому будівництві. Отримані результати і позитивний досвід дають підстави рекомендувати перехід на теплі технології при ремонтах та новому будівництві доріг різного значення. Необхідно актуалізувати будівельні норми та стандарти,

включивши положення щодо теплого асфальтобетону, а також стимулювати підрядників до використання енергоефективних рішень. Перспективними напрямами є подальше дослідження довговічності таких покриттів у реальних умовах та удосконалення вітчизняних добавок. З огляду на отримані дані можна очікувати, що екологізація асфальтобетону через зниження температур буде відігравати значну роль у підвищенні сталості транспортної інфраструктури та зменшенні негативного впливу дорожнього будівництва на навколишнє середовище.

УДК 691.65:678.6

Полімерна добавка «AVE18» veleton™ для модифікації бітумів: науково-технічне обґрунтування ефективності у порівнянні з SBS

проф. Онищенко А.М., аспіранти Мороз В.С., Торхов А.С.

У наукових дослідженнях кафедри МТГС систематизовано результати лабораторних випробувань полімерної добавки «AVE18» VELETON™ для модифікації бітумів і асфальтобетонних сумішей. На підставі звітних даних випробувань (Національний транспортний університет,; ДП «НІРІ »; ДП «Центр якості» м. Київ) узагальнено ключові експлуатаційні показники модифікованих асфальтобетонів: підвищення міцності (R_0, R_{20} до 6 МПа; R_{50} до 2,4 МПа) та значне покращення колієстійкості – глибина колії ~1,2–1,4 мм за 20 000 проходів (метод Гамбурзького колеса) при нормативі ≤3 мм. Показано, що добавка AVE18 є ефективною альтернативою латексам та SBS-полімерним системам: потребує нижчої температури модифікації бітуму (175–180 °C) і меншого часу для отримання стабільного модифікованого в'яжучого (2–4 год), демонструє короткий час термостабілізації (~30 хв) та знижену схильність до розшарування. Окреслено технологічні переваги використання AVE18 на асфальтних заводах (відсутність потреби в колоїдному млині, типова доза 2 %), розглянуто механізм дії (клейові термоеластопласти, що покращують в'язкоеластичні властивості бітуму), відповідність матеріалу вимогам стандартів ДСТУ 8959:2019, СТ РК 1223:2019 і СТ РК 2373:2019. Надано практичні рекомендації щодо дозування та контролю якості модифікованого бітуму. Розраховано економічний ефект від впровадження технології AVE18: за рахунок зниження витрат полімеру, енергоносіїв та підвищення продуктивності модифікація бітуму стає більш рентабельною. Полімерна добавка AVE18 VELETON™ ефективно підвищує міцність і температурну стійкість асфальтобетону**.** Лабораторні випробування показали зростання показників, що вдвічі перевищує мінімально необхідний рівень після теплового навантаження. Таким чином, забезпечується ширший інтервал працездатності дорожнього покриття: матеріал зберігає високі пружні властивості навіть після тривалої дії підвищеної температури. Використання AVE18 різко підвищує стійкість покриття до утворення колії. Досягнутий рівень колієстійкості (~1,0мм за 10 тис. проходів колеса) більш ніж удвічі кращий за гранично допустимий (3 мм). Це означає значний запас довговічності: покриття буде деформуватися значно повільніше під навантаженнями, що подовжує строк служби дороги. Практичний досвід (Україна, Грузія, Казахстан) підтверджує лабораторні дані –

на випробувальних ділянках отримано колію близько 1,2–1,4 мм, що гарантує високий опір пластичним деформаціям у реальних умовах. Добавка AVE18 забезпечує технологічні переваги та енергоощадність. Для модифікації бітуму не потрібні екстремальні режими: робоча температура на 10–15 °C нижча, а час змішування в 2–3 рази коротший, ніж для SBS. Це знижує енергоспоживання й ризик старіння в'яжучого. AVE18 вводиться гранулами без колоїдного млина, що спрощує процес і усуває додаткові витрати на обладнання. Менша базова доза (2 % проти ~3 % для SBS) означає менше споживання дорогого полімеру при збереженні або покращенні характеристик покриття. Економічна доцільність підтверджена розрахунками. Комплексний аналіз показує, що завдяки зниженню витрат полімеру та палива технологія з AVE18 може бути впроваджена без збільшення собівартості асфальтобетону. Навпаки, для типового виробництва очікується економія коштів: скорочення паливно-енергетичних витрат на ~20 % і зменшення витрат на сировину компенсують вартість добавки. Отриманий ефект – підвищення продуктивності і зниження питомих витрат – робить технологію конкурентоспроможною для широкого застосування. Рекомендовано широке впровадження AVE18 для покращення довговічності доріг. Результати дослідження і позитивний досвід застосування дають підстави рекомендувати використання цієї полімерної добавки при будівництві та ремонтах важконавантажених автомобільних доріг і аеродромів. Доцільно оновити галузеві нормативні документи, включивши положення щодо використання сучасних полімерних добавок сухого вводу, а дорожнім службам – передбачати застосування модифікованого бітуму в технічних вимогах на об'єктах з інтенсивним рухом. Подальші наукові дослідження мають бути спрямовані на моніторинг довговічності покриттів з AVE18 та оптимізацію складів сумішей під різні кліматичні умови. Загалом, технологія полімерної модифікації бітуму із використанням AVE18 здатна зробити вагомий внесок у підвищення стійкості транспортної інфраструктури, зменшення витрат на її утримання та покращення якості дорожнього покриття в Україні. Перспективність впровадження. Технологія модифікації бітуму сухою полімерною добавкою AVE18 має значний потенціал для широкого впровадження у дорожньому господарстві. На сьогодні нормативна база в Україні вже частково готова до застосування полімер-асфальтобетонів: діє стандарт ДСТУ 8959:2019, який регламентує вимоги до сумішей на модифікованому бітумі, а також низка супутніх стандартів (ДСТУ В В.2.7-135 тощо) щодо методів випробувань таких матеріалів. Наступним кроком має стати масштабування використання нової добавки з рівня лабораторних і пілотних випробувань до рівня повномасштабних проєктів. Доцільно організувати демонстраційні ділянки з покриттям на AVE18 на дорогах різних категорій – особливо на тих, де проблема колієутворення стоїть найгостріше (міські магістралі, маршрути громадського транспорту, під'їзди до портів та елеваторів, аеродроми). Після отримання позитивних результатів варто включати вимогу використання полімер-модифікованого бітуму (зокрема через такі добавки, як AVE18) у тендерні умови на будівництво і капітальний ремонт відповідних об'єктів. Важливим фактором успішного впровадження є

інформаційно-технічна підтримка та навчання персоналу. Нову технологію необхідно популяризувати серед дорожніх підрядників – проводити семінари, тренінги, публікувати методичні рекомендації з використання AVE18. Оператори АБЗ повинні бути обізнані з особливостями приготування модифікованого бітуму, контролю якості (перевірка однорідності, в'язкості) та введення його в асфальтозмішувач. Така просвітницька робота допоможе зняти острах перед новою добавкою та забезпечити правильне дотримання технології на практиці. Перспективним напрямом подальшої роботи є адаптація технології AVE18 до різних умов: підбір оптимальних складів для холодніших кліматичних зон (можливо, у поєднанні з пластифікаторами для поліпшення низькотемпературних властивостей), дослідження довговічності покриттів з AVE18 в умовах реального руху (моніторинг впродовж кількох років) та удосконалення самої добавки з метою здешевлення (використання більш доступних полімерних компонентів, вторинної сировини тощо). Світовий досвід свідчить, що застосування полімер-модифікованих асфальтобетонів невпинно зростає: у ряді країн частка такого покриття перевищує 30–50 %, що дозволяє підвищити міжремонтні терміни без негативного впливу на економіку будівництва. Україна має змогу перейняти ці найкращі практики. Зважаючи на стратегічну мету розвитку довговічної та стійкої дорожньої інфраструктури, впровадження сучасних полімерних добавок таких, як AVE18, є на часі. Очікується, що екологічні та економічні вигоди (зменшення перевитрати бітуму, енергоресурсів, відходів ремонту) сприятимуть підтримці цієї технології на державному рівні. В перспективі застосування ефективних полімерних модифікаторів стане невід'ємною частиною стандартів будівництва якісних та довговічних доріг.

УДК 665.775:625.85

Сучасні підходи до забезпечення довговічності дорожніх покриттів у разі неможливості капітального ремонту

проф. Онищенко А.М., аспіранти Довбань М.В., Ружицький О.Б.

Виконано аналіз сучасних підходів до підвищення довговічності автомобільних доріг в умовах відсутності можливості виконання капітального ремонту. Розглянуто традиційні та альтернативні методи ямкового і поточного ремонту, зокрема тонкошарові покриття, полімерні добавки, а також наведено приклади міжнародного досвіду з продовження терміну служби дорожніх покриттів. Як практичний кейс представлено експлуатаційне утримання траси М-13 із застосуванням полімерної добавки прямого (сухого) введення до асфальтобетону; описано технологію виконання локального ремонту, наведено отримані результати щодо покращення стану покриття та економічного ефекту. Зроблено висновки про ефективність, технологічні переваги та перспективи масштабування таких підходів для забезпечення довговічності доріг без капітального ремонту. Ефективність полімерних добавок прямого (сухого) введення. Полімерні модифікатори, що вводяться безпосередньо у змішувач асфальтобетону, забезпечують відчутне зростання колієстійкості та тріщиностійкості суміші (орієнтовно в 2–4 рази за опором пластичним

деформаціям), підвищують адгезію та водостійкість, зменшуючи ризик вторинних руйнувань. Технологія не потребує окремого виготовлення полімер-модифікованого бітуму, сумісна зі стандартним обладнанням АБЗ і придатна для віддалених об'єктів. Додаткові витрати на тонну суміші невеликі (порядку 220–260 грн/т), тоді як міжремонтний інтервал зростає у 3–4 рази за умови дотримання режимів дозування та перемішування. Важливо, що такі добавки не замінюють необхідності усунення конструктивних дефектів основи, але істотно підсилюють ресурс саме ремонтованого шару та підвищують окупність поточного/ямкового ремонту. Технологічні переваги та особливості полімерних добавок прямого (сухого) введення. Метод не потребує складної техніки чи спеціалізованого обладнання для модифікації бітуму: гранульований/порошковий модифікатор додається безпосередньо у змішувач під час приготування асфальтобетонної суміші. Рішення сумісне зі стандартними АБЗ (стаціонарними та мобільними), спрощує логістику й дозволяє оперативно випускати модифіковану суміш поблизу об'єкта ремонту, що критично для віддалених ділянок. До ключових вимог належать коректне дозування, забезпечення рівномірного розподілу добавки, дотримання температурних режимів і регламенту перемішування/ущільнення. У результаті підвищуються колієстійкість і тріщиностійкість, поліпшується адгезія та водостійкість, зменшується ризик вторинних руйнувань. Відсутність окремої стадії виготовлення полімер-модифікованого бітуму (ПМБ) скорочує час, знижує операційні ризики (перегрів, старіння в'яжучого під час транспортування) і дає змогу гнучко адаптувати рецептуру під конкретні умови об'єкта. Такий підхід підвищує окупність поточного/ямкового ремонту за рахунок покращення експлуатаційних властивостей суміші при мінімальному зростанні собівартості. Економічна та екологічна доцільність полімерних добавок прямого (сухого) введення. Використання гранульованих/порошкових модифікаторів із прямим введенням у змішувач під час приготування асфальтобетону забезпечує суттєве зниження сукупних витрат на утримання завдяки подовженню міжремонтного інтервалу та скороченню кількості повторних втручань. Додаткові витрати на матеріал зазвичай невеликі (орієнтовно 220–260 грн/т, що становить <4% від вартості робіт у перерахунку на обсяг), тоді як експлуатаційний ресурс зростає у 3–4 рази. Окрім прямих заощаджень, є опосередковані вигоди: менше перекриттів руху та простоїв транспорту, нижчі логістичні витрати (не потрібне окреме виробництво і доставка ПМБ), гнучкість у випуску суміші на віддалених об'єктах. Сучасні підходи до підвищення довговічності дорожніх покриттів у разі неможливості капітального ремонту — насамперед використання полімерних добавок прямого (сухого) введення в асфальтобетон, а також якісний ямковий ремонт і герметизація тріщин — довели ефективність як практична альтернатива відтермінованому капремонту. За грамотного застосування ці рішення дозволяють зберегти несучу здатність і функціональність дороги, підвищити безпеку руху та оптимізувати витрати за рахунок подовження міжремонтних інтервалів. Результати впровадження на дорозі М-13 підтверджують, що періодична превентивна стратегія з прямим введенням полімерних

модифікаторів може успішно реалізовуватися на практиці, забезпечуючи виграш у часі до наступного масштабного ремонту та раціональне використання ресурсів. Накопичений досвід є підставою для розроблення типових рішень і галузевих програм із подовження строків служби доріг по всій Україні.

УДК 624.21

Аналіз коефіцієнтів відбиття, проникнення та дисипації гравітаційних хвиль проникною вертикальною стінкою

проф. Онищенко А.М., проф. Ковальчук В.В., проф. Воскобійник В.А. доц. Аксьонов С.Ю., аспірант Труденко Д.В., студенти Ніколенко Д.С., Ходюк О.В.

Приведено результати експериментальних досліджень взаємодії гравітаційних хвиль з моделями проникних вертикальних стінок (хвилеломів), які було утворено із циліндричних паль кругового перерізу. За допомогою візуальних та інструментальних досліджень визначені особливості взаємодії поверхневих гравітаційних хвиль з проникними вертикальними стінками різної проникності та визначено ступінь трансформації хвиль цими стінками у вигляді коефіцієнтів відбиття, проникнення та дисипації енергії хвиль. Наведені результати вимірювання відбитої та проникної хвилі та показано особливості їх зміни від проникності вертикальної стінки, крутизни початкової хвилі та її періоду. Установлено, що зі зменшенням проникності вертикальної стінки та збільшенням крутизни початкової хвилі і зменшенням її періоду висота відбитої хвилі збільшилася. Поведінка висоти проникної хвилі мала протилежну тенденцію. Визначено, що коефіцієнт відбиття хвилі збільшився зі зменшенням проникності вертикальної стінки та збільшенням крутизни початкової хвилі і зменшенням її періоду, а коефіцієнт проникнення хвилі навпаки зменшувався. Коефіцієнти дисипації енергії гравітаційних хвиль мали максимуми, які спостерігалися в тих умовах коли значення коефіцієнтів відбиття хвилі та проникнення хвилі мали майже одинакові значення або одинакові значення. Результати експериментальних досліджень особливостей взаємодії поверхневих гравітаційних хвиль з проникними вертикальними стінками різної проникності та визначення ступеня трансформації хвиль цими стінками показали наступне: Висота хвиль перед вертикальною стінкою в декілька раз вища, ніж позаду неї. При цьому, різниця між висотами хвиль збільшувалася зі зменшенням пористості стінки. Під час підходу гребня хвилі до стінки спостерігалося достатньо інтенсивне перетікання води крізь зазори у стінці в її кормову сторону. Коли до стінки підходила підошва гравітаційної хвилі, то перетікання спостерігалося у протилежному напрямку з кормової частини проникної вертикальної стінки до її фронтальної частини. Зі збільшенням висоти початкової хвилі та зменшенням проникності стінки швидкість руху води через зазори стінки збільшувалася. Наявність проникного хвилелому суттєво змінює хвильове поле. Спостерігалася інтерференція, дифракція та трансформація хвиль, з’явилися відбиті, стоячі та проникні хвилі, виникало обвалення хвиль. Орбітальні швидкості хвильового руху зазнали змін, збільшилася

турбулентність, особливо для хвилеломів з незначною проникністю, перед хвилеломом і опорними палями сформувалися підковоподібні і слідні вихори, а також струменеві течії між палями, що призвело до збільшення тертя між поверхнею хвилелому і рідиною, що рухалася, а також розсіювання або дисипації енергії хвилі. Установлено, що зі зменшенням проникності вертикальної стінки та збільшенням крутизни початкової хвилі висота відбитої хвилі збільшилася. Зі зменшенням проникності вертикальної стінки висота проникної хвилі також зменшилася, але збільшилася зі збільшенням крутизни початкової хвилі. При цьому темп зменшення висоти відбитої хвилі та збільшення проникної хвилі значно вищий зі збільшенням ширини зазору для малої проникності стінки, ніж в умовах великої проникності стінки. Висота проникної хвилі збільшилася в умовах більшої проникності вертикальної стінки та зі зменшенням періоду початкової хвилі.

УДК 691.65:678.6

Оцінювання залишкового строку служби асфальтобетонного покриття на автодорожніх мостах

аспірант Загородній О.В.

Як відомо найбільш поширеними на автодорожніх мостах є асфальтобетонні покриття на залізобетонній основі. Збільшення строку служби асфальтобетонного покриття на таких спорудах є однією із актуальних задач дорожньої галузі України. На зменшення строку служби (залишкового ресурсу) асфальтобетонного покриття на залізобетонних автодорожніх мостах впливає комплекс таких негативних факторів, як: різні модулі пружності залізобетонної основи та асфальтобетонного покриття; різниця коефіцієнтів лінійного температурного розширення; навантаження від коліс транспортних засобів; коливання температури; перемінне заморожування-відтавання води в порах і ушкоджених місцях, тощо. Окрім того, асфальтобетонне покриття на автодорожніх мостах швидше прогрівається та охолоджується у порівнянні із покриттям на автомобільних дорогах. Однією із причин зменшення залишкового ресурсу асфальтобетонного покриття на залізобетонних автодорожніх мостах є недостатнє вивчення та застосування полімерів з метою направленого регулювання властивостей асфальтобетону. На сьогоднішній день існуючі методи та критерії оцінки тріщиностійкості асфальтобетонного покриття носять розрізнений характер, так як при оцінці тріщиностійкості асфальтобетонного покриття враховується окремо або лише дія транспортних засобів, або дія зміни температури. Врахування спільного впливу дії температури та транспорту при оцінці тріщиностійкості асфальтобетонного покриття на залізобетонних автодорожніх мостах, дозволило б більш об’єктивно проводити оцінку залишкового ресурсу таких покриттів та їхній строк служби. Улаштування асфальтобетонного покриття з покращеними його властивостями за рахунок полімерних латексів, а також врахування спільного впливу дії температури та транспорту при проектуванні такого покриття, дозволить підвищити його залишковий ресурс, що в свою чергу впливає на зменшення грошових витрат при ремонті та утриманні не лише асфальтобетонного покриття, а й автодорожнього мосту в цілому.

УДК 624.21:625.745.1

Дослідження причин корозі цементного каменю при аварійному руйнуванні конструкцій прогонової будови залізобетонного

аспіранти Риковцев О.І., Зорькін А.О.

Стаття присвячена проведенню досліджень стану конструкцій мосту Повітрофлотського проспекту через р. Либідь в м. Київ. Для цього застосовано методи вибракованої оцінки залізобетонних 114 114 конструкцій прогонової будови мосту, експрес-методики мікроструктурного, мікрорентгеноспектрального та фрактографічного аналізів.. Мета роботи – дослідження та виявлення причин аварійного руйнування мостових конструкцій через р. Либідь. Методика – дослідження причин аварійного руйнування конструкцій прогонових будов моста проводили за допомогою дослідження мікроструктури та хімічного складу в зразках пошкоджених корозією та цілого бетону моста. Результати – встановлено, що у складі бетону на границі заповнювачів піску та цементного каменю спостерігається наявність підвищеної кількості лужних металів та галогенів, яка перевищує вимоги державних стандартів у декілька разів. Середнє значення концентрації оксиду сірки складає 4,93 % (мас.). Має місце локальне підвищення концентрації її оксиду до 6,15 % (мас.), що значно перевищує нормативний показник у 3,5 % (мас.). Крім того, значний відсоток вуглецю в структурі цементного каменю усіх зразків свідчить про його карбонізацію, що додатково знижує механічні характеристики бетону в конструкціях мосту. Висновки – для попередження випадків передчасного руйнування бетону мостів, шляхопроводів, автодоріг пропонуємо проводити моніторинг якості бетону існуючих конструкцій та під час будівництва нових об’єктів за експрес-методикою мікроструктурного аналізу, а також для наочного спостереження за швидкістю корозійних процесів слід встановити гіпсовий маяк на тріщину на опорній колонні моста з боку тротуару. Для усунення активного впливу галогенів на структурні перетворення в бетоні, що експлуатується пропонуємо дослідити можливість використання менш агресивних речовин, які менше впливатимуть на корозійні процеси в бетоні і арматурі залізобетонних споруд, але ефективно будуть сприяти очищенню тротуарів та проїзної частини доріг від снігу.

УДК 626/627

Оцінювання шуму від транспортних засобів на транспортних спорудах

аспіранти Здольник М.В., Шемідько Г.В., Мельниченко О.О.

У роботі проведено огляд науково-дослідних робіт стосовно оцінки шумового навантаження на навколишнє середовище від транспортних засобів із врахуванням конструкції дорожнього полотна та параметрів транспортних засобів. Удосконалено модель оцінки транспортного шуму від автомобільних доріг у придорожній смузі при дії шумового навантаження від транспортного потоку, що рухається на відкритій ділянці по мосту. Встановлено, що рівень шуму на мостах перевищує рівень шумового забруднення від автомобільної дороги до 10 дБ, що пояснюється розповсюдженням різних частот шумового навантаження від мосту, та випромінюванням шумових коливань від

прогонової будови моста. Виявлено, що шумозахисні екрани зменшують рівень шумового навантаження від транспортних засобів на навколишнє середовище до 14 %. Виявлено, що через особливу природу звукових хвиль дифракція через шумові екрани не змінює всі частоти рівномірно. Високі частоти (більш короткі хвилі) дифрагують у меншій степені; тоді як більш низькі частоти (більш довгі хвилі) дифрагують глибше в «тіньову» зону позаду екрану. Тому екран більш ефективний для зменшення хвиль звуку з високою частотою у порівнянні з хвилями звуку з більш низькими частотами. Запропоновано методологію експериментальних досліджень ефективності шумозахисних екранів різних конструкцій на ділянках транспортних споруд загального користування із врахуванням параметрів автомобільних доріг, шумозахисних екранів, відстаней від джерел шуму до місць проведення вимірювань шумового навантаження. Проведено експериментальні вимірювання шумових характеристик транспортного потоку на автомобільній дорозі загального користування. У результаті чого встановлено рівні шумового навантаження біля шумозахисного екрану та за ним, а також встановлено акустичну ефективність шумозахисного екрану.

УДК 699.82

Сучасні підходи до застосування гідроізоляції в транспортній інфраструктурі

доц. Рубльов А.В., студент Сад О.О.

Гідроізоляція є одним із визначальних чинників забезпечення довговічності та експлуатаційної надійності мостів і тунелів. За даними сучасних досліджень, значна частка структурних пошкоджень транспортних споруд пов’язана з проникненням води в конструктивні елементи, що зумовлює розвиток корозійних процесів у сталевій арматурі та деградацію бетонних матеріалів. Улаштування ефективних гідроізоляційних систем дозволяє істотно знизити ризик передчасного руйнування конструкцій і підвищити рівень безпеки експлуатації інфраструктурних об’єктів. У практиці транспортного будівництва найбільш поширеними є листові мембранні системи, рідкі гідроізоляційні покриття та інтегровані методи гідрозахисту, вибір яких здійснюється з урахуванням конструктивних особливостей споруди, кліматичних умов та характеру навантажень. Важливу роль відіграють якісна підготовка поверхні, дотримання технології монтажу та систематичний контроль технічного стану гідроізоляції. Сучасні тенденції розвитку галузі пов’язані із застосуванням інноваційних матеріалів, зокрема композиційних і наномодифікованих покриттів, а також із впровадженням систем моніторингу на основі датчиків і методів раннього виявлення протікань. Комплексне використання зазначених підходів сприяє підвищенню довговічності транспортних споруд та оптимізації витрат на їх утримання.

УДК 699.82

Типові проблеми при гідроізоляції мостів і тунелів

доц. Рубльов А.В., студенти Вірич А.Д., Барвіцький Т.О.

Гідроізоляція є одним із ключових елементів забезпечення довговічності та надійності транспортних споруд. Кожен міст або тунель характеризується індивідуальними умовами експлуатування, що зумовлює специфіку проблем, пов'язаних із захистом конструкцій від дії води. Під час проєктування та експлуатування необхідно враховувати постійний вплив атмосферних і ґрунтових вод, температурні коливання, а також дію динамічних навантажень від руху транспорту. Однією з найбільш поширених проблем є проникнення води в конструктивні елементи споруди, що призводить до прискореної корозії сталевої арматури, зниження міцності бетону та розвитку дефектів. Незначні протікання на початкових етапах часто залишаються непоміченими, однак у подальшому можуть спричиняти суттєві пошкодження та скорочення терміну служби споруди. Додатковими негативними чинниками є хімічний вплив агресивних середовищ, цикли замерзання–відтавання та деформації, пов'язані з температурними та усадочними процесами. Для тунельних споруд складність гідроізоляції зростає через необхідність контролю ґрунтових вод, гідростатичного тиску та роботи деформаційних швів. У практиці мостобудування та тунелебудування застосовуються мембранні системи, рідкі гідроізоляційні матеріали та інтегровані методи захисту, вибір яких повинен здійснюватися з урахуванням конструктивних особливостей і умов експлуатації споруди.

УДК 624.21

Дослідження напружено-деформованого стану сталезалізобетонних прогонових будов мостів з урахуванням постадійності монтування

доц. Янчук Л.Л., студент Цема І.А.

Сталезалізобетонні прогонові будови мостів з монолітною залізобетонною плитою проїзної частини належать до збірно-монолітних конструкцій і широко застосовуються в сучасному мостобудуванні завдяки підвищеній довговічності та експлуатаційній надійності порівняно з конструкціями зі збірною плитою. Ефективність таких систем значною мірою визначається особливостями їхньої роботи на різних етапах зведення та експлуатування. Монолітна залізобетонна плита, як правило, бетонуються окремими захватками, що зумовлює нерівномірність віку бетону та різний ступінь розвитку його фізико-механічних властивостей. У зв'язку з цим при аналізуванні напружено-деформованого стану прогонових будов необхідно враховувати постадійність монтування конструкції, а також вплив довготривалих процесів у бетоні, зокрема повзучості та усадки. Ігнорування цих чинників може призводити до суттєвих похибок у визначенні напружень у сталевих балках і залізобетонній плиті, а також до неточностей при оцінюванні жорсткості та несної спроможості конструкції. У роботі обґрунтовується доцільність поетапного числового моделювання сталезалізобетонних прогонових будов із урахуванням реальної послідовності бетонування плити та змінних характеристик бетону в часі, що дозволяє підвищити точність проєктних рішень і надійність мостових споруд.

УДК 624-21

До питання визначення вантажопідйомності прогонових будов мостів

проф. Снитко В.П., студент Кінаш О.Д.

Для уточнення експлуатаційного стану прогонової будови і визначення подальшого режиму експлуатування мосту важливо знати його вантажопідйомність. При визначенні вантажопідйомності сталезалізобетонних прогонових будов слід ураховувати постадійність їхнє навантаження і роботи. Оцінювання вантажопідйомності прогонових будов полягає у порівнянні зусиль від характеристичних рухомих навантажень $P_{\text{тим.}}$ з допустимими для перерізу зусиллями від тимчасових навантажень $P_{\text{доп.}}$ Наведено результати розрахунку вантажопідйомності обстеженого сталезалізобетонного мосту прогоном 42 м за пропонованою методикою.

УДК 624-21

Вплив усадки і повзучості бетону на роботу терпературно-нерозрізної прогонової будови мосту

проф. Снитко В.П., студент Березовська С.Р.

Урахування впливу усадки та повзучості бетону в наш час є обов'язковим складником розрахунку конструкцій залізобетонних мостів. У попередньо-напружених конструкціях основну частину втрат попереднього напруження складають втрати, що викликані усадкою та повзучістю бетону. За чинними нормами у попередньо напружених залізобетонних конструкціях мостів втрати від повзучості бетону враховуються лише від дії сил попереднього напруження. В дійсності повзучість бетону має враховуватись і від довготривалої дії першої та другої частини постійного навантаження і усадки бетону. Запропоновано методику визначення напружено-деформованого стану залізобетонної балки прогонової будови мосту з урахуванням довготривалих процесів. Проаналізовано результати дослідження роботи температурно-нерозрізної залізобетонної балки прогонової будови автодорожнього мосту за схемою 21+21+21 м з урахуванням довготривалих процесів за наведеною методикою.

УДК 656.11:625.7

Проблеми транспортної системи міст з урахуванням вантажних перевезень

доц. Янчук Л.Л., студенти Метелиця П.О., Тугарєв М.С.

Розглянуто актуальні проблеми транспортних систем міст, з особливим акцентом на вантажні перевезення, які мають суттєвий вплив на ефективність функціонування міської інфраструктури. Основними викликами, з якими стикаються міста, є затори, екологічні проблеми, безпека руху та комфортність користування транспортом. Проблеми виникнення таких ускладнень різноманітні, їх причинами є зростання кількості приватних автомобілів, неефективне планування інфраструктури, великий обсяг вантажних перевезень, низька ефективність громадського транспорту та недостатнє впровадження інтелектуальних транспортних систем (ITS). Зростання кількості приватних автомобілів спричиняє перевантаження доріг, збільшує час знаходження в

дорозі та підвищує рівень забруднення повітря. Неефективне планування міських транспортних мереж призводить до перевантаження основних транспортних артерій, що ускладнює рух транспорту та створює затори. Великий обсяг вантажних перевезень, викликаний розвитком електронної комерції, додатково навантажує міські дороги, особливо в центральних районах, що призводить до заторів та прискореного зносу дорожнього покриття. Низька ефективність громадського транспорту, незручні маршрути, нерегулярні графіки та недостатній рівень комфорту, сприяють збільшенню використання приватних автомобілів. Вантажні перевезення є критично важливою складовою міської транспортної системи. Для вирішення цієї проблеми необхідна інтеграція транспортної інфраструктури для вантажних перевезень з існуючою транспортною системою міста. Це включає розробку спеціалізованих логістичних центрів на околицях міст, що дозволить консолідувати вантажі та здійснювати їхній подальший розподіл між меншими транспортними засобами. Збільшення кількості вантажних перевезень негативно впливає на довкілля через підвищення викидів парникових газів та забруднення повітря. Перехід на екологічно чисті види транспорту, такі як електровантажівки та гібридні вантажівки, сприятиме зменшенню цього впливу.

УДК 624.21

Підходи використання BIM-технологій для автоматизації проєктної документації в мостобудуванні України

проф. Медведєв К.В., доц. Корецький А.С., аспірант Новіков М.М.

Проведено аналізування використання BIM-інструментів для автоматизації створення специфікацій та креслень у проєктах мостів в Україні. На основі практичного досвіду проєктування чотирьох мостових споруд досліджено можливості застосування середовища Autodesk Revit у поєднанні з модулем візуального програмування Dynamo, параметричними родинами та підготовленими шаблонами для оптимізації процесу підготовки проєктної документації. Окрему увагу приділено порівнянню з традиційними методами (з використанням програм AutoCAD, Excel), яке виконувалося на основі моделювання та оформлення креслень берегової опори. Запропоновано перспективні напрями розвитку BIM у мостобудуванні України: створення галузевих стандартів та адаптацію нормативної бази до вимог BIM-технологій, розробку алгоритмів і скриптів для моделювання складних криволінійних конструкцій

УДК 624.1

Аналізування світового досвіду моделювання тимчасового навантаження на мости

проф. Медведєв К.В., доц. Євсейчик Ю.Б., аспірант Гальченко О.О.

Проблема адекватного моделювання тимчасових навантажень на мостові конструкції є однією з ключових у транспортному будівництві. В процесі розвитку інженерної практики проєктування мостів на транспортних шляхах

фахівці постійно удосконалювали методи розрахунку мостів, намагаючись врахувати зростаючі швидкості руху та осьові навантаження рухомого складу. У роботі пропонується зробити акцент, ураховуючи роль залізниці у транспортній галузі, саме на залізничному навантаженні. Сучасний етап розвитку залізничної інфраструктури характеризується суттєвими змінами умов експлуатування: впровадженням високошвидкісного руху (понад 200 км/год), збільшенням осьових навантажень вантажних поїздів (до 30 т/вісь та більше), а також необхідністю проведення оцінювання залишкового ресурсу існуючих мостів, побудованих за застарілими нормами. Особливу актуальність це питання набуває для України, де переважна більшість залізничних мостів була побудована у період 1950-1990 років відповідно до норм СНіП під навантаження С11 або С14. Водночас сучасні тенденції вимагають інтеграції з європейськими стандартами (Eurocode), модернізації мережі для високошвидкісного руху та врахування фактичних характеристик вітчизняного рухомого складу, які можуть суттєво відрізнятися від прийнятих при проєктуванні. Метою роботи є аналізування світового досвіду моделювання залізничних навантажень на мости, виявлення спільних рис та суперечностей різних нормативних підходів, а також обґрунтування необхідності розроблення удосконалених моделей для українських умов експлуатування. Дослідження базується на фундаментальних роботах, що охоплюють європейський, північноамериканський та пострадянський досвід.

УДК 656.11:625.7

Вплив асиметрії навантаження на величину надійності конструкції

доц. Євсейчик Ю.Б., доц. Янчук Л.Л., студент Сорока А.В.

У більшості випадків для розрахунку надійності конструкції застосовується припущення, що розподіл навантаження має нормальний закон (закон Гауса). Цей підхід, хоча зручний і широко використовується, має суттєвий недолік: він передбачає симетричний розподіл випадкової величини відносно її математичного очікування. Однак і зарубіжні і вітчизняні експериментальні дані підтверджують, що навантаження на конструкцію часто підпорядковано асиметричним законам, при чому тут можлива як додатна, так і від’ємна асиметрія. У роботі для врахування асиметричності закону розподілу тимчасового навантаження на мостах розглянуто два закони - гамма та логнормальний, які відрізняються ступенем асиметрії. На думку авторів такі закони більш адекватно відповідають реальним тимчасовим навантаженням. Проведені розрахунки вказують на те, що ігнорування асиметрії може суттєво вплинути на визначення надійності конструкції та призвести до невірного оцінювання її реального експлуатаційного стану. Мета роботи полягає в демонстрації важливості врахування асиметрії розподілу навантаження при визначенні надійності конструкції. Це врахування відповідає вимогам Єврокода та сприяє більш точному оцінюванню реального експлуатаційного стану конструкцій з різними умовами навантаження.

УДК 624.21

Дослідження неусталеного руху води в руслі каналу на основі числового методу розв'язування рівнянь Сен-Венана

доц. Паровенко О.М., студент Даценко А.Ю.

Розглянуто задачу моделювання неусталеного руху води в руслових системах на основі числового розв’язування рівнянь Сен-Венана. Метою дослідження було підвищення точності та обчислювальної стійкості прогнозування гідравлічних процесів у природних та штучних руслах за допомогою удосконаленої схеми розрахунку, що поєднує простоту реалізації з гарантованою збіжністю розв’язку. Реалізовано дискретизацію рівнянь неперервності руху з використанням явної різницевої схеми, адаптованої до умов змінної глибини, а також нерівномірного русла та локальних перепадів, які часто виникають у реальних гідравлічних системах. Особливу увагу приділено стабілізації розрахунків із застосуванням умов Куранта та оптимального вибору кроків сітки. Проведені розрахунки представлено у вигляді порівняння розподілів рівня води та витрати у характерні моменти часу, що дало змогу оцінити динаміку фронту хвилі та підтвердити адекватність математичної моделі. Наведені результати демонструють, що запропонований числовий підхід забезпечує достатню точність навіть за наявності різких змін руслових умов, а отримані профілі глибин та швидкостей добре узгоджуються з аналітичними оцінками та фізичною суттю процесу. Крім того, показано можливість використання розробленої методики для побудови оперативних інженерних прогнозів, зокрема для оцінювання хвиль прориву, паводкових хвиль та інших нестаціонарних гідравлічних явищ.

УДК 624.21

Визначення коефіцієнту шорсткості для розрахунку потоку неусталеного руху рідини

доц. Паровенко О.М., студент Лаврик О.І.

Роботу присвячено питанням розрахунку гідротехнічних споруд, показано, що існують рекомендації, які враховують вплив шорсткості русла на величину трансформації транзитного потоку рідини з усталеним рухом по довжині русла. Такі рекомендації складно застосовувати для меліоративних систем, до складу яких входять комплекси гідротехнічних та транспортних споруд, що створюють додатковий опір руху води, в наслідок чого рух води в системах становиться неусталеним. На жаль, станом на сьогодні, цьому питанню не достатньо приділено уваги в сучасній науковій літературі. Розглянуто питання визначення коефіцієнту шорсткості за матеріалами натурних експериментів на зрошувальних системах України для подальшого використання його в рівняннях Сен-Венана у випадку неусталеного руху води у відкритих призматичних руслах. Авторами було проведено аналізування похибок натурних вимірювань максимальних глибин, розрахунку площі живих перерізів тощо. А також було визначено абсолютну похибку знаходження падіння рівнів води на окремих ділянках канала. Було проведено орієнтовне оцінювання та аналізування помилок виконаних вимірів та надано рекомендації щодо визначення середніх значень коефіцієнтів шорсткості для зрошувальних каналів (русел) з добре профільованим дном та укосами, а також для берегів, не вкритих рослинністю.

УДК 532.5 : 631.62

Удосконалення методики розрахунку напірних збірних дрен за умови пропуску транзитної витрати

ст. викл. Кравчук О.Я., доц. Кравчук О.А. (Київський національний університет будівництва і архітектури)

На основі аналізу диференційних рівнянь руху рідини зі змінною витратою в напірних збірних дренажних трубопроводах запропоновано методику оцінки похибки, яка виникає при визначенні витрати в їх кінцевому перерізі за умови пропуску транзитної витрати. Вплив транзитної витрати на основний потік оцінено через коефіцієнт опору дренажного трубопроводу та узагальнений параметр збірної дрени, що враховує її конструктивні та фільтраційні характеристики. Запропонований підхід дозволяє розраховувати дренажні трубопроводи з транзитною витратою за алгоритмом для звичайних дрен (без транзиту), з одночасним визначенням можливої похибки обчислень. Встановлені результати визначають граничні умови використання спрощеної методики розрахунку та дозволяють оцінити величину похибки, що виникає при такому підході.

УДК 627.4

Інноваційні технології інженерного захисту берегів річок

ст. викл. Кравчук О.Я., проф. Кравчук А.М. (Київський національний університет будівництва і архітектури)

Сучасні технології берегоукріплення базуються на принципах гнучкості та екологічної інтеграції, де пріоритет надається габіонним конструкціям і георешіткам, які забезпечують природний дренаж і з часом стають частиною ландшафту завдяки проростанню рослинності. У складних гідрологічних умовах та при дефіциті площі застосовують шпунтове кріплення з композитних матеріалів або ПВХ, що створює герметичну та довговічну вертикальну перешкоду розмиву, тоді як на пологих берегах активно впроваджуються біоінженерні методи з використанням матів та фашин. Такий комплексний підхід дозволяє не лише стабілізувати русло річки та захистити прилеглі території від ерозії, а й зберегти природний біогеоценоз водойми, що відповідає актуальним екологічним стандартам.

УДК 625.84

Підвищення довговічності дорожніх бетонів полікарбоксилатними добавками.

доц. Лапченко А.С.

На сьогоднішній день надзвичайно важливо забезпечити довговічність сучасного дорожнього бетону, який повинен відповідати вимогам сучасних умов: підвищені міцності при стиску та розтязі при згині, водостійкість і морозостійкість; довговічність з запроектованим терміном служби; надійність; економічність; екологічність. Одночасно забезпечити такі покращені властивості з підвищенням довговічності дорожніх бетонів вцілому можна за рахунок використання суперпластифікаторів на основі полікарбоксилатних

ефірів. За рахунок взаємодії полікарбоксилатних ефірів з частинками цементу відбувається пластифікація суміші, знижується водопотреба. При цьому, в більшості випадків застосування таких суперпластифікаторів не потребує введення додаткових добавок

УДК 625.745.1

Експериментальні дослідження щодо забезпечення стандартів надійності НАТО (STANAG 2021) автодорожніх мостів України

доц. Давиденко О.О., доц. Гаркуша М.В., студенти Сорока А.В., Барвіцький Т.О., Мельник Є.А.

Зважаючи на направленість та волю українського народу стати частинної Європейського Союзу та впровадження транспортної інфраструктури України до Транс'європейської транспортної мережі (TEN — T) є нагальна необхідність використання Європейських стандартів проєктування (Єврокодів) в дорожній галузі України. З 2013 року Єврокоди імплементовані та гармонізовані, також діють паралельно з Державними Будівельними Нормами України (ДБН), але споруди продовжують проєктувати виключно за ДБН. Гілка ДБН «Мости та труби» по своїй суті є перекладом з російської мови СНиП 2.05.03-84 «Мосты и трубы» та по навантаженням, надійності, а також аспектам проєктування повторюють діючі російські будівельні норми. Під час воєнного та після воєнного стану постає нагальне питання забезпечення мостів надійності та відповідності стандартам НАТО (NATO Standardisation Agreement (STANAG) 2021. Military Load Classification of Bridges, Ferries, Rafts and Vehicles.), які розроблювалися з врахування забезпечення норм проєктування країн членів НАТО. Подальше ігнорування використання Єврокодів в Україні та забезпечення надійності транспортних споруд за стандартами країн НАТО становить пряму загрозу пересуванню військової техніки яка постачається та виробляється країнами НАТО. Проте чинні Державні будівельні норми забезпечують впевненість в пересуванні військової техніки ворога та розуміння ворогом конструктивних недоліків конструкцій для подальшого використання у підривній діяльності. Подальше використання застарілих стандартів в галузі будівництва мостів несе пряму загрозу національній безпеці України, росту та підтримки корупції, а також є суттєвою перепоною для впровадження транспортної інфраструктури України до Трансєвропейської мережі.

УДК 625.745.1

Основні вимоги безпеки та охорони навколишнього середовища під час відновлення водопропускних труб

доц. Гаркуша М.В., студенти Вознюк Б.В., Сорока А.В., Барвіцький Т.О., Мельник Є.А.

Охорона праці робітників повинна забезпечуватись видачою адміністрацією потрібних засобів індивідуального захисту (спеціального одягу, взуття тощо, виконанням заходів щодо колективного захисту робітників (огородження, освітлення, захисні і запобіжні засоби, пристосування тощо), санітарно-побутовими приміщеннями і засобами у відповідності з діючими нормами і

характером виконуваних робіт. Для робітників повинні бути створені потрібні умови праці, харчування та відпочинку. Строки виконання робіт, їх послідовність, потреба в трудових ресурсах встановлюється з урахуванням гарантії безпечного ведення робіт і часу на дотримання заходів, які забезпечують таке їх виконання, щоб кожна з операцій, які одночасно виконуються або комплексу наступних робіт, не була джерелом виробничої небезпеки.Технічне обслуговування та ремонтування автобетононасоса виконується тільки після зупинки двигуна і скидання тиску в системі до атмосферного. Під час переміщення автобетононасос повинен знаходитися в транспортному положенні.До роботи на автобетононасосі дозволяють водіям з правом керування транспортними засобами категорії «С» і машиніст бетононасосних установок не нижче 4 розряду, що вивчили конструкцію автобетононасоса і пройшли інструктаж з техніки безпеки і охороні праці.Працювати на несправному автобетононасосі або автобетонозмішувачі забороняється. Забороняється експлуатувати автобетононасос в охоронній зоні повітряних ліній електропередач без погодження з організацією, що виконує експлуатування.У кабіні машиніста автобетононасоса повиннен бути встановлений радіозв'язок з місцем бетонування. Під час процесу бетонування потрібно контролювати виносні опори автобетононасоса і за потреби їх вирівнювати. Забороняється ліквідування пробок в бетоноводі автобетононасоса шляхом збільшення тиску в системі вище за максимальний. Забороняється перегинати шланги з цементобетонною сумішшю, що рухається по бетоноводу. Під час роботи в нічний час повинно бути забезпечено достатнє освітлення стоянки автобетононасоса і місця укладання цементобетонної суміші. Під час переміщення автобетононасос повинен знаходитися в транспортному положенні. Пересування автобетононасосу з повністю або частково висунутою стрілою забороняється. Під час виконання відновлення водопропускних труб з МГК потрібно враховувати небезпечні зони, які виникають у процесі робіт. За потреби виконання робіт у небезпечних зонах, повинні передбачатись заходи щодо спеціального захисту працівників. До початку виконання будівельних робіт виконують заходи з охорони навколишнього середовища передбачених проєктною документацією відповідно до ГБН В.2.3-218-007. Контролювання над вмістом гранично допустимих викидів шкідливих речовин в атмосферу виконують згідно з нормативними документами. Виконання будівельних робіт потрібно здійснювати з дотриманням вимог щодо попередження забруднення навколишнього середовища відповідно до нормативних документів. Гранично допустима концентрація пилу в повітрі робочої зони не повинна перевищувати 6 мг/м³. Поверхня землі на території будівельного майданчика після закінчення всіх робіт повинна відповідати проєктним відміткам та приведена у стан відповідно до проєкту (засіяна газонною травою, висаджені зелені насадження, чагарники і дерева). Контролювання за відповідністю гігієнічних норм умов праці потрібно здійснювати під час проведення атестації робочих місць за умовами праці. Перспективним методом ремонту дефектних залізобетонних водопропускних труб є метод «гільзування», суть якого полягає у тому, що у

внутрішню частину існуючої дефектної труби уводиться конструкція із гофрованого металу та заповнення простору між існуючим об'єктом і стінкою конструкції бетоном. Запропонована технологія дозволяє виконувати повне й ефективне ремонтування водопропускних труб без припинення руху транспортних засобів та розбирання конструкції дорожнього одягу. Економічна та соціальна доцільність виконання роботи в умовах воєнного стану або в умовах післявоєнного відновлення пов'язана у застосуванні отриманих результатів для пришвидшення сполучення відрізаних населених пунктів від адміністративних центрів, можливості швидкого та якісного відновлення інфраструктури України.

УДК 625.745.1

Дослідження та розробка методики розрахунку, проєктування та альбому типових рішень дорожнього покриву на підходах до транспортних споруд підвищеної довговічності з урахуванням військового стану

доц. Давиденко О.О., доц. Гаркуша М.В., студенти Іванов В.І., Сорока А.В., Барвіцький Т.О., Мельник Є.А.

Внаслідок значного пошкодження транспортних споруд від бойових дій, руху військової техніки, а також значного збільшення транспортного навантаження від руху великогабаритних транспортних засобів, що забезпечують функціонування економіки України, руху гуманітарних допомог відбувається руйнування підходів до транспортних споруди, відсутньої нормативної бази для відновленя автомобільних доріг. Варто зазначити, що різниця міцності дорожнього одягу на транспортній споруді та у зоні насипу дороги, негативно впливає на експлуатаційний стан транспортних засобів, самої споруди, комфорт пасажирів та їх безпеку. Визначення механізму деградації підходів до транспортної споруди та факторів, що впливають на зменшення швидкості деградації дорожнього одягу в зоні підходів до моста є складною задачею, яка на даний час не вирішина. На даний час відсутня методика розрахунку, проєктування та альбом типових рішень дорожнього покриву на підходах до транспортних споруд підвищеної довговічності з урахуванням військового стану.

УДК 625.745.1

Сучасні дослідження та розробка методичних рекомендацій з проєктування берегоукріплювальних споруд з геосинтетичного матеріалу транспортних споруд з урахуванням вітрового впливу хвиль

доц. Гаркуша М.В., доц. Давиденко О.О., студенти Кузьович М.М., Сорока А.В., Барвіцький Т.О., Мельник Є.А.

Застосування берегоукріплювальних споруд з використанням набуває широкого застосування під час захисту грунтових насипів від розмиву. Геосинтетичні матеріали використовують у вигляді полотен, мішків, труб та контейнерів, що відіграєть активну роль у транспортних, гідротехнічних, берегових, морських інженерних роботах та роботах із захисту річок як екологічно чисті, зручні для будівництва та дешевші альтернативи звичайних

методів захисту та інженерних робіт. Геосинтетика різко змінила практику геотехнічної інженерії в усьому світі. Геосинтетика може виконувати одну або декілька функцій для покращення механічної та/або гідравлічної поведінки конструкції, в яку вона включена — зміцнення ґрунту та стабілізація схилу, розділення/фільтрація, дренаж, контроль ерозії та захист від вологи (геомембрани).В останні роки традиційні форми річкових і прибережних споруд стали дуже дорогими для будівництва та обслуговування. На даний час відсутні методичні рекомендації з проєктування берегоукріплювальних споруд з геосинтетичного матеріалу транспортних споруд з урахуванням вітрового впливу хвиль.

УДК 625.745.1

Проведення дослідження та розробку посібника з гідравлічного розрахування водопропускальних труб

доц. Гаркуша М.В., доц. Давиденко О.О., студенти Сорока А.В., Барвіцький Т.О., Мельник Є.А.

Проєктування сучасних водопропускальних споруд без всебічного врахування динамічних властивостей потоку, що проходять через споруду, неможливе. Зростання вимог до надійності водопропускних споруд вимагають глибоких знань специфічних властивостей відкритих потоків з високими швидкостями. Ці потоки активно впливають на елементи споруди і при проєктуванні необхідно правильно враховувати цей вплив. Особливо складна картина течії виникає на ділянці спряження б'єфів за водопропускними спорудами за широкого нижнього б'єфу і щодо слабкого підтоплення таких споруд. У цьому випадку спостерігається перетворення двовимірного в плані вільно розтікається бурхливого потоку в тривимірний з високим рівнем анізотропної турбулентності. Не врахування характеру водного потоку спричинює розмив за водопропускною спорудою і як наслідок її руйнування. На сьогоднішній день відсутній посібник з гідравлічного розрахування водопропускальних труб.

УДК 625.745.1

Проведення дослідження та розробка методичних рекомендацій щодо застосування незв'язних сумішей з відходів від руйнування та влаштування шарів дорожнього одягу

доц. Гаркуша М.В., доц. Давиденко О.О., студенти Кузьович М.М., Сорока А.В., Барвіцький Т.О., Мельник Є.А.

Застосування незв'язних сумішей з відходів від руйнування зруйнованих будівель та споруд та влаштування шарів дорожнього одягу є актуальною та необхідною у воєнний стан та в умовах післявоєнного відновлення внаслідок накопичення великої кількості сировини та її раціонального застосування. Однак недостатня міцність шарів дорожнього одягу є однією з причин виникнення деформацій та руйнувань конструкції, що призводить до погіршення умов руху, збільшення збитків від дорожньо-транспортних пригод, збільшення собівартості перевезень тощо. На сьогоднішній день відсутні методичні рекомендації щодо застосування незв'язних сумішей з відходів від руйнування та методичні рекомендації щодо влаштування шарів дорожнього одягу із застосування незв'язних сумішей з відходів від руйнування.

УДК 625.745.1

Розробка технічних вимог до цементобетонних сумішей і цементобетону для дорожнього покриву автодорожніх мостів

доц. Гаркуша М.В., доц. Давиденко О.О., студенти Ходюк О.В., Сорока А.В., Барвіцький Т.О., Мельник Є.А.

Причина виникнення тріщин в цементобетонному покриві на залізобетонній плиті проїзної частини автодорожніх мостів, полягає у неможливості скорочення його розмірів під час охолоджування, при різкому зниженні температури навколишнього середовища, а також у результаті виникнення розтягуючих напружень, внаслідок дії коліс транспортних засобів, в тому числі від руху військової техніки, що призводить до появи тріщин. Температурні тріщини є первинною та головною причиною виникнення інших видів руйнувань. Для забезпечення руху великовагової техніки для розбудови країни та її розвитку, а також руху військової техніки для забезпечення боєздатності та безпеки є необхідність у влаштуванні цементобетонного покриву на транспортних спорудах. В основному цементобетонний покрив та цементобетон для нього, при проєктуванні, базується на рекомендаціях, які розроблені на досвіді експлуатації дорожнього покриву не на мостах. Основний нормативний документ, що регламентує вимоги до цементобетону на мостах є «ДСТУ 8858:2019 Суміші цементобетонні дорожні та цементобетон дорожній. Технічні умови», однак вимоги не задовільняють «ДБН В.2.3-22:2009 Мости та труби. Основні вимоги проектування» та не регламентує застосування сучасних технологій, матеріалів та особливостей експлуатації. На даний час відсутній національний стандарт щодо технічних вимог до цементобетонних сумішей і цементобетону для дорожнього покриву автодорожніх мостів, який би дозволив проектним організаціям проєктувати конструкцію дорожнього одягу підвищеної довговічності з використанням сучасних матеріалів і технологій, а також з урахуванням інтенсивності та кліматичних умов експлуатації. Тому дослідження та розробка національного стандарту щодо технічних вимог до цементобетонних сумішей і цементобетону для дорожнього покриву автодорожніх мостів є необхідною і актуальною роботою.

УДК 625.745.1

Сучасні підходи дослідження та розробки методичних рекомендацій з відновлення водопропускальних труб методом «гільзування» з металевих гофрованих конструкцій

доц. Гаркуша М.В.

Водопропускальні труби на автомобільних дорогах володіють значним запасом міцності, але у процесі експлуатації виникає ряд дефектів які потребують ремонтних заходів, при відсутності систематичних оглядів та своєчасного ремонту можуть відбутися раптові серйозні порушення, на ліквідацію яких потрібні значні витрати. Виконання ремонтних робіт передбачених П-Г.1-218-113 не забезпечать в повній мірі ліквідації утворених деформацій та ефективної роботи водопропускальних труб. Беручі до уваги значну кількість пошкоджених штучних споруд внаслідок бойових дій, необхідності їхнього

швидкого та якісного відновлення без затримки транспортного потоку ремонтом дефектних, пошкоджених водопропускальних труб. Перспективним методом ремонту дефектних залізобетонних водопропускальних труб з металевих гофрованих конструкцій, суть якого полягає у тому, що у внутрішню частину існуючої дефектної труби уводиться конструкція із гофрованого металу та заповнення простору між існуючим об'єктом і стінкою конструкції бетоном. Запропонована технологія дозволяє виконувати повне й ефективне ремонтування водопропускальних труб без припинення руху транспортних засобів та розбирання конструкції дорожнього одягу. Економічна та соціальна доцільність виконання роботи в умовах воєнного стану або в умовах післявоєнного відновлення пов'язана у застосуванні отриманих результатів для пришвидшення сполучення відрізаних населених пунктів від адміністративних центрів, можливості швидкого та якісного відновлення інфраструктури України. На даний час відсутні методичні рекомендації з відновлення водопропускальних труб з металевих гофрованих конструкцій.

УДК 625.745.1

Розроблення рекомендацій із застосування бітумно-полімерної стикувальної стрічки в транспортному та гідротехнічному будівництві

доц. Гаркуша М.В., доц. Давиденко О.О., студенти Сорока А.В., Барвіцький Т.О., Мельник Є.А.

Постійно зростаючі навантаження на дорожні покриття вимагають інноваційних та високопродуктивних матеріалів. Довговічність та збереження вартості відіграють вирішальну роль. Забезпечення надійного з'єднання між суміжними полосами можна виконати із застосуванням бітумно-полімерних стикувальних стрічок. Бітумно-полімерні стрічки також ефективно застосовуються в мостових конструкціях, зокрема в зонах примикання різнорідних матеріалів для герметизації швів примикання та компенсації температурно-лінійних переміщень. Прикладами таких зон є примикання асфальтобетонного покриття до елементів деформаційного шва, примикання до бетону в разі використання підливу деформаційного шва, а також ділянки брівки та водовідводних лотків. Одним із слабких місць в асфальтобетонному покритті, де може виникнути передчасне руйнування у вигляді тріщини з подальшим лущенням, є зона стикування під час влаштування асфальтобетонних шарів, кромка яких здатна швидко охолоджуватися. Особливо даний тип руйнування характерний під час виконання часткового ремонту асфальтобоного покриття. Зона стиків асфальтобетонного покриття має підвищену пористість, а отже і підвищене водонасичення, що негативно відображується за перемінного замороження — відтаювання, що є однією з найголовніших проблем руйнування асфальтобетонного покриття. Дані дефекти притаманні в зоні стиків асфальтобетону — цементобетону, асфальтобетону — бордюрного каменю та асфальтобетону — металу, у вигляді люків, решіток тощо. Додатковою проблемою є руйнування зон деформаційних швів мостів під впливом додаткових динамічних навантажень та накопичених напружень, що виникають внаслідок температурно-лінійних розширень; ці фактори призводять до прискореного зношення швів, утворення щілин та втрати герметичності. Окремо слід відзначити, що зони примикання бордюрного каменю

до бетону мостового полотна та примикання асфальтобетону до бордюрного каменю на мостах є проблемними ділянками, які потребують додаткової герметизації, оскільки в цих місцях важко забезпечити безшовну гідроізоляцію мостового полотна. Інфільтрація вологи та агресивних солей у стикові ділянки викликає фізико-хімічну деградацію залізобетону мостового полотна, зниження міцності та утворення тріщин; у зимовий період вплив натрієво-хлоридних реагентів і циклів замороження-відтавання прискорює руйнування бетону і сприяє прискореному просуванню фронту карбонізації до арматури з наступним розвитком її корозії. Розроблення рекомендацій із застосування бітумно-полімерної стикувальної стрічки в транспортному будівництві є важливим завданням для аналізу та подальшого вибору ефективного застосування матеріалів під час ремонту асфальтобетонного покриття транспортних споруд та автомобільних доріг в цілому.

УДК 625.745.1

Основні підходи надійності, проєктування технологічних і конструктивних рішень з урахуванням принципів Єврокодів, український та європейський досвід

доц. Давиденко О.О., доц. Гаркуша М.В., студенти Мельник Є.А., Іванов В.І.

Апарат методу граничних станів запропонований вченими східної Європи поширився на всі країни світу, показав свою високу ефективність в проектуванні об’єктів будівництва. Метод граничних станів виявився добре пристосованим для визначення надійності споруди. Вже в 2006 р., вперше в Україні, в нормативні вимоги з проєктування мостів (Державні будівельні норми «Споруди транспорту. Мости і труби. Правила проектування») була включена процедура визначення надійності елементів транспортних споруд, що ж стосується оцінки ризику споруд – проблеми, що є функцією попередньо визначеної надійності, сьогодні в галузі будівництва ми не маємо ніяких рекомендацій. Інженери нерідко помилково вважають детерміністичні розрахунки конструкції на міцність та стійкість за розрахунки з надійності. В дійсності це розрахунки, які виконуються з ймовірносних позицій. Сьогодні в Україні фактично існує дві паралельні системи проєктування об’єктів транспортного будівництва та будівництва загалом. Чинною нормативною документаціє з проектування мостів не розкривається процедура визначення мінімального рівня надійності на етапі проектно-вишукувальних робіт та її обґрунтування. Основним принципом концепції надійності в Єврокодах є забезпечення безпеки споруд. Очевидно, що прийнята в Єврокодах концепція безпеки є не тільки мірою безпеки споруд, но і критерієм оптимальності проєкта та довговічності споруди. Вимоги українських національних стандартів, що висувається до довговічності елементів мостів є необґрунтованими і на практиці не підтверджуються. Незважаючи на паралельну дію Єврокодів та Державних стандартів України в проектуванні автодорожніх мостів, вітчизняний інженер не поспішає опановувати більш досконалу і сучасну систему нормативної документації. Доказом цього є відсутність в Україні мостів запроектованих та збудованих за вимогами Єврокодів. Підходи до вимог цих двох стандартів значно розрізняються, що виникає труднощі у імплементації Єврокодів в реальні проекти мостів України.

УДК 625.745.1

Моделювання вантажопідйомності мосту з урахуванням впливу карбонізації та хлоридизації за результатами спеціального детального обстеження

доц. Давиденко О.О., доц. Гаркуша М.В., доц. Козарчук І.А., студент Мельник Є.А.

Фактичний технічний стан об’єктів критичної транспортної інфраструктури України є ретроспективним критерієм проблеми експлуатаційного утримання. Першочерговою задачею під час відновлення об’єктів транспортної інфраструктури є складання відомості дефектів по кожному об’єкту для подальшої розробки проєктних рішень та складання проєктно-кошторисної документації. Швидкість деградації та її закономірності прямим чином впливають на кінцеву вартість відновлення транспортних споруд. Визначення технічного стану транспортних споруд, що супроводжується аналізом стану елементів та умов експлуатації споруди, дає можливість ефективно обрати технологічні рішення та будівельні матеріали для виконання ремонтних заходів, з урахуванням дослідження закономірностей деградації для забезпечення прийнятної надійності та довговічності, що є глобальним науковим питанням сьогодення. А застосування чисельного моделювання для визначення вантажопідйомності мосту, що є нагальною передумовою для уточнення експлуатаційного стану, а також прогнозування надійності та довговічності у функції часу. На сьогодні є актуальним застосування сучасних методів розрахунку для визначення вантажопід'ємності мостів, тому робота спрямована на розробку чисельного моделювання.

УДК 625.745.1

Аналізування будівельних норм, нормативних і науково-методичних документів, технічної літератури щодо застосування щебеневих матеріалів з відходів від руйнування будівель і споруд

доц. Гаркуша М.В., доц. Давиденко О.О., студент Сорока А.В.

У роботі проведено аналізування сировинної бази та особливості поводження з відходами від руйнування будівель і споруд, аналізування законодавства України щодо застосування щебеневих матеріалів з відходів від руйнування будівель і споруд, аналізування будівельних норм, нормативних і науково-методичних документів, технічної літератури. Результатом проведеної роботи є аналізування будівельних норм, нормативних і науково-методичних документів, технічної літератури щодо застосування щебеневих матеріалів з відходів від руйнування будівель і споруд. Рекомендації щодо використання результатів дослідження пов’язано з можливістю впровадження світового досвіду щодо утилізації щебеневих матеріалів з відходів від руйнування будівель і споруд. Економічна ефективність роботи полягає в можливості повторного застосування щебеневих матеріалів, що надасть економію ресурсів та покращить екологічну ситуацію.

УДК 625.745.1

Проведення лабораторних досліджень з визначення характеристик щебеневих матеріалів з відходів від руйнування (фракціонованого щебеню та незв'язних сумішей), підбирання складів незв'язних сумішей, зокрема з відходів від руйнування бетонних і залізобетонних конструкцій, визначення їх оптимального складу залежно від транспортних навантаг та призначення

доц. Гаркуша М.В., доц. Давиденко О.О., студенти Сорока А.В., Барвіцький Т.О., Мельник Є.А.

У роботі проведено лабораторні дослідження з визначення характеристик щебеневих матеріалів з відходів від руйнування, підбирання складів незв'язних сумішей, зокрема з відходів від руйнування бетонних і залізобетонних конструкцій, визначення їх оптимального складу залежно від транспортних навантаг та призначення. Результатом проведеної роботи є результати експериментальних досліджень. Рекомендації щодо використання результатів дослідження пов'язано з можливістю впровадження світового досвіду щодо утилізації щебеневих матеріалів з відходів від руйнування будівель і споруд. На сьогоднішній день відсутні рекомендації, щодо застосування щебеневих матеріалів з відходів від руйнування та влаштування шарів дорожнього одягу з них.

УДК 625.745.1

Визначення екологічних аспектів використання щебеневих матеріалів з відходів від руйнування будівель і споруд

доц. Гаркуша М.В., доц. Давиденко О.О., студенти Сорока А.В., Барвіцький Т.О., Мельник Є.А.

В роботі визначено екологічні аспекти використання щебеневих матеріалів з відходів від руйнування та влаштування шарів дорожнього одягу з них. На сьогоднішній день відсутні рекомендації, щодо застосування щебеневих матеріалів з відходів від руйнування та влаштування шарів дорожнього одягу з них.

УДК 625.745.1

Підходи із захисту бетонних та металевих конструкцій транспортного та гідротехнічного будівництва

доц. Гаркуша М.В., доц. Давиденко О.О., студенти Сорока А.В., Барвіцький Т.О., Мельник Є.А.

Надійний гідроізоляційний захист є однією з умов забезпечення довговічності транспортних та гідротехнічних споруд. Проте серед домінуючих причин руйнування транспортних та гідротехнічних споруд є передчасне руйнування гідроізоляції, яка є одним із найменш довговічних елементів прогонової будови. Гідроізоляційна система, що застосовується для захисту бетонних та металевих конструкцій транспортного та гідротехнічного будівництва повинна мати надійність, що представлено у виконанні необхідних функцій в умовах експлуатації протягом заданого часу при збереженні основних характеристик, мати максимально близький до конструкцій, що ізолюються, термін служби.

Гідроізоляційні матеріали мають дві взаємопов'язані характеристики: внутрішньою будовою і якісними показниками. Взаємозв'язок встановлюється при оптимальних структурах, коли стійкі зв'язки в них забезпечують стабільність основних властивостей при різних зовнішніх і внутрішніх змін матеріалу в конструкціях. Внутрішня будова, або структура, гідроізоляційних матеріалів виражає певний характер зв'язків та порядок зчеплення частинок, з яких вони утворені. Найбільш досконалими з точки зору забезпечення захисту плити є рідкі композитні мембрани на основі поліуретанових і метилметакрилатних смол. Мембранні покриття утворюють суцільну безшовну конструкцію на поверхнях складної форми, так як їх нанесення проводиться методом розпилення рідини. Дослідження впливу різних факторів на довговічність гідроізоляційних мембран на основі метилметакрилатної є необхідною складовою для розроблення технології влаштування гідроізоляційних мембран на основі метилметакрилатної смоли на транспортних та гідротехнічних спорудах та встановлення вимог до них. На основі проведених досліджень узагальнено існуючі підходи застосування гідроізоляційних систем на основі метилметакрилатної смоли на транспортних та гідротехнічних спорудах та розроблено рекомендацій щодо улаштування гідроізоляційних систем на основі метилметакрилатної смоли. В роботі наведено рекомендації з підготовки поверхні транспортних та гідротехнічних споруд для улаштування гідроізоляційної системи, які доповнюють діючі нормативні документи України, основні технологічні операці та особливості улаштування гідроізоляційної системи.

УДК 625.745.1

Сучасні методи гасіння небезпечних форм руху потоків води в нижньому б'єфі водопропускних споруд

доц. Гаркуша М.В.

Водопропускні споруди у вигляді дорожніх труб є наймасовішими штучними спорудами на автомобільних дорогах. Варто зазначити, що нижній б'єф таких споруд працює у складних експлуатаційних умовах, які характеризуються значною нерівномірністю розподілу питомих витрат, високою кінетичністю потоку, насиченістю потоку донними наносами, камінням, сміттям, що спричинює розмивання нижнього б'єфу споруди та руйнування насипу та штучної споруди. У переважній більшості основним робочим елементом гасників кінетичної енергії є водобійний поріг або водобійна стінка, які протидіють руху потоку. Найпоширеніший тип гасника кінетичної енергії для одновимірних потоків, в яких величина пропускних витрати та побутова глибина змінюються в малих межах, є водобійний колодязь, що утворений уступом або суцільної чи прорізною стінкою. В залежності від швидкості руху визначаються параметри водобійного елементу, чим вища швидкість потоку, тим більш високим, більш масивним, він повинен бути. На характер розтікання води в нижньому б'єфі дорожніх водопропускних споруд, також впливає закон розподілу глибин та швидкостей у початковому перерізі розтікання та кривизна дна русла. Можна припустити, що активно формуючи епюру швидкостей або

глибин в початковому перерізі розтікання, можна істотно скоротити зону вільного розтікання, а отже, і зменшити конструктивні розміри гасників енергії. Розглянуті типи конструкцій не вичерпують всього різноманіття можливих інженерних рішень розробки нижніх б'єфів водопропускних споруд. Перспектива розвитку конструктивних заходів, призначених для контролювання двовимірними бурхливими потоками, вимагає подальшого поглибленого вивчення, спрямованого на пошуках нових рішень, покращення технічних параметрів конструкцій, вивчення питань типізації з метою широкого впровадження в гідротехнічному та транспортному будівництві.

УДК 625.745.1

Сучасні гідроізоляційні покриття для захисту дорожніх водопропускних труб з металевих гофрованих конструкцій від корозії

доц. Гаркуша М.В.

На сьогоднішній день дорожні водопропускні труби з металевих гофрованих конструкцій застосовуються з прогоном в 40 м та являють собою композитну систему грунт-сталь і широко поширені в галузі транспортної будівництва. Дорожні водопропускні труби з металевих гофрованих конструкцій є економічним, естетично привабливим, мають перевагу в швидкому спорудженні з мінімальним обслуговування в майбутньому, розрахунковий термін служби зазвичай становить від 50 років до 100 років. Дорожні водопропускні труби експлуатуються в складних умовах, які спричинюють розвиток корозійного впливу на метал конструкції, а сам метал потребує належного захисту для забезпечення надійності та довговічності споруди в цілому. Постійно працюючи у вологих умовах дорожні водопропускні труби з металевих гофрованих конструкцій піддаються корозії та стиранню через вплив навколишнього середовища. Корозія виникає в кількох місцях, на поверхні, яка контактує з ґрунтом, на внутрішній стороні труби, де присутня текуча вода, або на поверхні, яка піддається впливу повітря. Це пов'язано з агресивними речовинами в повітрі, воді або матеріалі ґрунтової засипки, наприклад солі, метали чи інші агресивні хімічні речовини. Корозія є основною причиною руйнування металевих конструкцій. Швидкість деградації матеріалів залежить від умов навколишнього середовища. Очікуваний термін служби дорожніх водопропускних труб визначається довговічністю матеріалу і довговічністю конструкції. Довговічність матеріалу відноситься до здатності труби бути стійкою до зносу внаслідок природних процесів корозії, стирання та ерозія. Під час проєктування дорожніх водопропускних труб з металевих гофрованих конструкцій важливо розуміти умови навколишнього середовища протягом усього терміну її експлуатації, щоб оцінити придатність матеріалу. Щоб забезпечити відповідність вимогам проєктного терміну служби, сталеву конструкцію захищають антикорозійним покриттям. В роботі запропоновано вимоги до додаткових полімерних гідроізоляційних систем, що наносяться рідким способом.

УДК 625.745.1

Проєктування та влаштування водопропускальних труб на тимчасових автомобільних дорогах

доц. Гаркуша М.В.

На сьогоднішній день на тимчасових автомобільних дорогах для перетину автомобільним транспортом водотік з активною течією, слід передбачити тимчасовий переїзд, який може бути представлений у вигляді водопропускальної труби, тимчасового мосту або броду. Водопропускальні труби, що застосовуються на тимчасових автомобільних дорогах є найпоширенішими спорудами, які використовується для перетину малих і середніх річок. Вони найкраще підходять там, де є низький рівень руху русла річки, який може заповнити водопропускальну трубу, і низький ризик потрапляння сміття в річку. Порівняно з більшістю інших конструкцій водопропускних шляхів водопропускальні труби прості та швидкі в установці за відносно низької вартості, здатні витримувати великі навантаження та регулярний рух транспортних засобів. Ефективність тимчасового переходу із застосуванням водопропускальних труб через річку залежить від придатності типу переходу, правильного проєктування та будівництва, потреби в довгостроковому обслуговуванні. Під час влаштування тимчасової водопропускної труби важливе значення має розмір, оскільки річкові потоки можуть спричинити ерозію або перекрити водопропускальну трубу, спричинивши несправність тимчасового переходу. Влаштування та демонтаж водопропускальних труб на тимчасових та технологічних автомобільних дорогах може завдати шкоди водотокам, а також може створювати перешкоди паводковим потокам і проходу риби, тому є необхідність у встановленні підходів з проєктування та влаштування водопропускальних труб на тимчасових автомобільних дорогах.

УДК 621.22

Проєкт реконструкції гідроелектростанції

доц. Чиженко Н.П., студент Дишловенко Д.О.

Дніпровська ГЕС — це найстаріша та найпотужніша гідроелектростанція в Україні, розташована у Запоріжжі. Вона є п'ятим ступенем Дніпровського каскаду ГЕС. Станція не лише виробляє електроенергію, а й утворює **Дніпровське водосховище**, що забезпечує судноплавство через колишні дніпровські пороги та водопостачання регіону. Сумарна встановлена потужність всієї Дніпровської ГЕС (ГЕС-1 та ГЕС-2) становить **1578,6 МВт.** Має 10 гідроагрегатів з радіально-осьовими турбінами. Відсутність реконструкції Дніпро гідроелектростанції-1 може призвести до негативних наслідків, зокрема зниження ефективності роботи, збільшення ризиків аварій та порушення екологічного балансу. Тому першочерговою потребою є ремонт або заміна турбін та гідрогенератора, що дозволить забезпечити безперервне та безпечне постачання електроенергії. У рамках даного дипломного проєкту була проведена детальна розробка проекту реконструкції будівлі Дніпро гідроелектростанції-1. Метою проекту було покращення ефективності роботи

станції, забезпечення надійності та безпеки експлуатації, а також відновлення та покращення екологічного балансу річки Дніпро та прилеглих територій. Актуальність теми полягає в необхідності реконструкції старих гідроелектростанцій для підтримки сталого розвитку енергетичного сектора та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Дніпро гідроелектростанція-1 є найбільш потужною у комплексі, і її реконструкція має велике значення для забезпечення стабільного постачання електроенергії та відновлення екологічного балансу річки. Результатом розрахунків є вибір технічно вигідного гідрогенератора, який забезпечить ефективне перетворення потенціальної енергії води в електричну енергію. Отже, здійснені розрахунки для гідрогенератора дозволяють забезпечити правильний вибір технічних параметрів обладнання. Це сприятиме покращенню ефективності та стабільності роботи гідроелектростанції.

УДК 624.21.033.2

Розробка проєкту тимчасового мосту із прогоновими будовами з балок повторного використання

доц. Чиженко Н.П., студент Галіч А.П.

Розробка проєкту тимчасового мосту із прогоновими будовами з балок повторного використання є ефективним рішенням для швидкого відновлення транспортного сполучення, що базується на обстеженні стану балок, розрахунку підсилення та використанні сталезалізобетонних конструкцій. Такий підхід забезпечує надійність при суттєвому зниженні вартості та часу будівництва. Згідно з ДСТУ 9181:2022 при обстеженні мостових конструкцій визначається їх технічний стан, в залежності від того, чи мають окремі елементи будь-які дефекти, і які саме. Оцінюються окремі елементи мосту, які залишилися після розбирання старих транспортних споруд — балки прогонових будов, перехідні плити і тротуарні блоки. Придатними для прогонових будов мостів без застережень можна вважати балки, які мають 1, 2, 3 експлуатаційний стан. Балки, що знаходяться у 4 експлуатаційному стані, потребують ремонту і підсилення для використання в прогонових будовах. Балки, що відносяться до 5 стану, використовувати у прогонових будовах автомобільних мостів не можна. Їх можна застосувати, наприклад, в якості перехідних плит, або для пішохідних мостів і переходів, або використати для відпрацювання технологій ремонту мостових конструкцій. Проводилося візуальне обстеження конструкцій прогонових будов, опор та статичне випробування тимчасового мосту. В якості випробувального навантаження використовували 4 автомобілі завантажених баластом (автомобілі IVECO Trakker 410 вагою 38 т кожен). Загальна вага випробувального навантаження становила 152 т. Під час статичних випробувань реалізовано п’ять схем навантаження прогонових будови. Під час статичних випробувань виконувалися заміри прогинів. Для визначення розрахункових величин прогинів і напружень прогонових будов моста проводили статичний і динамічний розрахунок з використанням програмного комплексу „ЛІРА САПР”. Результати просторового розрахунку прогонових будов представлено в презентації роботи.

УДК 628.9(075.8)

Дослідження характеристик люмофорного покриття в сучасному будівництві

доц. Чиженко Н.П., доц. Бердник О.Ю.

У роботі досліджено можливості інтеграції світлового елемента — люмінофора — у різні середовища. Проаналізовано приклади успішного застосування освітлювальних компонентів у дизайні різних об’єктів будівництва. У процесі дослідження враховано низку характеристик і унікальних властивостей люмінофора, які можуть бути ефективно використані в будівництві. Враховуючи сучасні обставини в країні, запропоновано нестандартні способи використання люмінофора як додаткового джерела освітлення або альтернативи традиційним світловим приладам. При цьому люмінофор не потребує електроенергії, адже здатен «накопичувати» енергію від сонячного світла. Відмінною рисою таких плівок, яка визначає їх фотофізичні властивості, є гетерофазний, дисперсний характер розподілу добавок люмінофорів у полімерній матриці, що дозволяє поглинати і перетворювати близько 1 % УФ-випромінювання сонця. Використання для зазначеної області проживання полімерних плівок з гомогенним розподілом люмінофорів у полімерній матриці в літературі практично не описано. Однією з вимог до одержання плівок є наявність люмінесцентних властивостей і збереження їх в умовах експлуатації полімерних покриттів споруд захищеного ґрунту в сільському господарстві. У зв'язку з цим необхідно провести дослідження флуоресцентних властивостей отриманих плівок і їх збереження в умовах фотохімічного розкладу люмінофорів, визначення інтенсивності люмінесценції залежно від вмісту люмінофорів і товщини отриманих плівок.

УДК 625.745.12:627.141.1

Аналіз гідравлічних режимів роботи водопропускних труб у дорожньому будівництві

аспірантка Духненко Я.С.

Надійність дорожнього насипу безпосередньо залежить від коректного функціонування водопропускних споруд, особливо в умовах паводків. Недостатня пропускна здатність труб створює ризики переливу води через дорогу та руйнування конструкції. Гідравлічний аналіз таких об’єктів ґрунтується на чіткому розмежуванні двох основних режимів: регулювання на вході, коли пропускна здатність обмежена геометрією вхідного отвору, та регулювання на виході, що залежить від параметрів ствола та рівня нижнього б’єфа. Дослідження спрямоване на розробку комплексного підходу, який дозволяє точно розраховувати нормальну та критичну глибини потоку за допомогою ітераційних процедур. Використання уточненого математичного апарату забезпечує можливість обґрунтованого вибору геометрії вхідних оголовків, що дозволяє підвищити пропускну здатність споруд та мінімізувати ймовірність аварійних ситуацій на стадії проєктування.

УДК 625.745.12:627.141.1

Обґрунтування параметрів ерозійного захисту русел у нижньому б'єфі водопропускних споруд

проф. Онищенко А.М., доц. Євсейчик Ю.Б., аспірантка Духненко Я.С.

Традиційні методи проєктування водопропускних труб часто недооцінюють швидкісний режим на виході, що призводить до виникнення надкритичних потоків та інтенсивної ерозії русла. Для забезпечення стійкості дорожнього полотна критично важливим є влаштування енергопоглинаючих захисних настилів, найбільш поширеним з яких є кам'яний накид. Ефективність такого захисту базується на точному розрахунку розміру каменю ($d50$) та довжини накиду (La). Наукова новизна дослідження полягає в удосконаленні методики, яка вперше одночасно враховує варіативність рівнів води за спорудою при розрахунку параметрів ерозійної стійкості. Запропонована класифікація розмірів кам'яного матеріалу та уточнений набір формул дозволяють оптимізувати витрати при будівництві, одночасно гарантуючи надійний захист від розмивів та подовжуючи термін безремонтної служби транспортних споруд.

Підсекція дорожньо-будівельних матеріалів

УДК 625.7

Про підсумки науково-дослідної роботи кафедри дорожньо-будівельних матеріалів і хімії за 2025 р.

проф. Мозговий В.В.

Проаналізовано підсумки науково-дослідної роботи кафедри дорожньо-будівельних матеріалів і хімії за 2025 рік, результати виконаних госпдоговірних НДР та їх впровадження. Наведено інформацію про участь кафедри у вітчизняних та міжнародних наукових конференціях, про публікації співробітників і аспірантів.

УДК 625.7

Проведення наукового супроводу та експертної оцінки технологічних процесів середнього ремонту покриття вул. Самійла Кішки в Голосіївському районі м. Києва

проф. Мозговий В.В., доц. Куцман О.М., доц. Баран С.А.

При виконання роботи здійснено оцінювання стану покриття дорожнього одягу, а саме фотофіксацію стану асфальтобетонного покриву проїзної частини після фрезування на об'єкті вул. Самійла Кішки в Голосіївському районі м. Києва. Крім того проведено визначення складу та інтенсивності руху транспортних засобів та виконано оцінку загальної жорсткості дорожнього одягу. Встановлено, що модуль пружності основи дорожнього одягу після фрезерування зруйнованого покриття у місцях ремонту основи на 30 – 40 % вищий, ніж у місцях без ремонтних втручань. Модуль пружності дорожнього

одягу після укладання нового шару покриття із асфальтобетону у місцях ремонту основи на 10 – 12 % вищий, ніж у місцях без ремонтних втручань.
Для підвищення міцності конструкції в цілому, у місцях де має місце значна кількість деформацій і руйнувань основи раціональним та виправданим є рішення про локальний ремонт шарів основи у відповідних найбільш слабких місцях.
За результатами розрахунку добової інтенсивності руху транспортних засобів, з метою прогнозування міцності конструкції дорожнього одягу по вул. Самійла Кішки у Голосіївському районі м. Києва, виконано розрахунок потрібного модуля пружності конструкції дорожнього одягу (Епотр) та встановлено величину коефіцієнту запасу міцності (Кмц) за критерієм граничного стану по пружному прогину. Розрахунок потрібного модуля пружності виконаний згідно п. 6.3.2 ГБН В.2.3-37641918-559.
За результатами розрахунку встановлено, що для ділянки, де виконаний локальний ремонт шарів основи Кмц = 1,80, а для ділянки, без локального ремонту шарів основи Кмц = 1,63, що відповідає вимогам нормативних документів.

УДК 625.7

Проведення дослідження встановлення необхідності та виду ремонту на об'єкті КП ШЕУ Магістраль вул. Будіндустрії

доц. Баран С.А., студенти Тимко В.О., Бендра С.О.

У роботі виконано візуальне обстеження стану дорожнього одягу на поверхні покриття, що дало змогу встановити порушення суцільності, головним чином у вигляді розкриття в окремих місцях поперечних та поздовжніх тріщин Проаналізовано особливості стану та товщини шарів конструкції дорожнього одягу по вул. Будіндустрії м. Києва. Встановлено фактичний склад транспортного потоку та інтенсивність руху та здійснено оцінювання загальної жорсткості дорожнього одягу. Виконані заходи дали змогу надати рекомендацій стосовно необхідності та виду ремонту.
Враховуючи інтенсивний рух великовагового транспорту, неоднорідність шарів основи дорожнього одягу випливає необхідність виконання робіт з влаштування верхнього асфальтобетонного шару покриву, з метою підсилення конструкції дорожнього одягу, уникнення подальшого прогресування руйнування всієї конструкції дорожнього одягу та підвищення довговічності в цілому, крім того влаштування верхнього асфальтобетонного шару покриву дасть змогу забезпечити достатню рівність, поліпшити експлуатаційні якості покриття, а також зменшить деградацію конструкції дорожнього одягу в цілому.
Оскільки наявний асфальтобетонний шар представлений дрібнозернистим асфальтобетоном гранулометричного типу А, з максимальною крупністю зерен 20 мм, тому в якості нового матеріалу покриття потрібно застосовувати асфальтобетон. Зважаючи на характер руху на об'єкті рекомендовано застосувати як матеріал покриття асфальтобетон гранулометричного типу А, з максимальною крупністю зерен 20 мм. З метою уточнення товщини

асфальтобетонного шару покриву, використовуючи вихідні дані наведені в таблиці 3, були виконані розрахунки конструкції дорожнього одягу (табл. 4-5) відповідно до ГБН В.2.3-37641918-559, які свідчать що для забезпечення роботи асфальтобетонного шару покриву протягом нормативного міжремонтного строку служби для поточного ремонту дорожніх одягів, який відповідно до Додаток 4 до пункту 1.7 Порядку проведення ремонту та утримання об'єктів благоустрою населених пунктів, товщина асфальтобетонного шару покриву повинна становити не менше 7см на бітумі марки БНД 50-70 з використанням домішки природного бітуму по типу Selenizza.

УДК 625.7

Рекомендації щодо забезпечення стійкості до накопичення залишкових деформацій при виконанні ремонтних заходів на об'єкті: «Поточний ремонт площа Солом'янська в Солом'янському районі м. Києва»

доц. Баран С.А., студенти Пилипенко Б.В., Рєзнік Д.Є.

Результати візуального огляду існуючого покриття проїзної частини на площі Солом'янська у Солом'янському районі м. Києва свідчать, що стан наявного асфальтобетонного покриву незадовільний, наявні дефекти у вигляді поперечних тріщин, сітки тріщин, ремонтних виправлень, недопустимих нерівностей та колійності. Глибина колії складає від 25 до 65 мм, у окремих місцях – більше ніж 70 мм. Результати вимірювання товщини асфальтобетонних шарів показали, що має місце накопичення значних залишкових деформацій

Характер наявних дефектів вказує на початковий етап «старіння» асфальтобетону за рахунок окислення бітумного в'яжучого та його полімеризації, що може призвести до погіршення його фізико-механічних властивостей (крихкість в'яжучого, підвищення залишкової пористості, підвищення водонасичення), та викликати викришування з переходом у ямковість. Результати досліджень вказують на незадовільний стан асфальтобетонного покриву, що у подальшому викликатиме прогресування погіршення рівності покриття, знижуватиме безпеку і комфортність руху, та призведе до збільшення транспортних витрат і витрат на ремонт.

Враховуючи інтенсивний рух великовагового транспорту, неоднорідність шарів основи дорожнього одягу та все вище наведене випливає необхідність виконання ремонтних робіт з влаштування верхнього асфальтобетонного шару основи та асфальтобетонного шару покриву, з метою підсилення конструкції дорожнього одягу, уникнення подальшого прогресування руйнування всієї конструкції дорожнього одягу та підвищення довговічності в цілому, крім того такі ремонтні заходи забезпечать достатню рівність, поліпшать експлуатаційні якості покриття, а також зменшить деградацію конструкції дорожнього одягу в цілому. Запропоновано при виконанні ремонтних заходів застосовувати ефективні сучасні матеріали і технології, що дозволяють при заміні асфальтобетонного покриття впливати на підвищення його довговічності та несної здатності всієї конструкції дорожнього одягу. До таких заходів

пропонується віднести застосування у шарах покриттів та верхніх шарах основи асфальтобетонів на основі бітумів дорожніх, модифікованих полімерами відповідно до ДСТУ 8959. Це сприяє підвищенню стійкості до забезпечення суцільності та колієутворення покриття при комплексній дії розтягуючих і дотичних напружень від транспортних навантажень та коливань температури.

УДК 625.7

Моніторинг проектних рішень щодо забезпечення міцності, надійності та довговічності конструкцій дорожнього одягу і транспортних споруд за рахунок застосування нових матеріалів і сучасних технологій та аналізування чинних будівельних норм, стандартів, науково-методичних документів, технічної літератури щодо конструювання і розрахування дорожнього одягу

проф. Мозговий В.В., доц. Куцман О.М., доц. Баран С.А.

Вивчено стан питання щодо застосування Порядку розроблення, здійснення експертизи та застосування проектів повторного використання у будівництві. З урахуванням сучасного стану міцності, надійності та довговічності конструкцій дорожнього одягу виконано моніторинг сучасних досліджень удосконалення методів проектування, як жорстких так і нежорстких, конструкцій дорожніх одягів автомобільних доріг і конструкцій дорожніх одягів мостових споруд із застосуванням нових матеріалів і сучасних технологій. Зазначено, що моніторинг проектних рішень дозволить систематизувати передовий досвід, оцінити ефективність застосування нових матеріалів і технологій. Це сприятиме зниженню витрат на проектування, підвищенню якості транспортних споруд і скороченню термінів їх введення в експлуатацію. Зроблено висновки стосовно подальшого удосконалення чинних будівельних норм, стандартів, методичних документів з метою підвищення міцності, надійності та довговічності конструкцій дорожнього одягу.

УДК 625.7:691

Сучасні технології отримання щебеневої продукції в Україні

студенти Фещук М.І., Федорчук М.Ю.

Сучасний стан дорожньо-будівельної галузі України вимагає переходу на якісно нові стандарти виробництва нерудних матеріалів. Основним завданням технологічної модернізації кар'єрів є отримання щебню з високим вмістом кубовидних зерен (лещадність менше 10-15%), що безпосередньо впливає на довговічність та міцність асфальтобетонного покриття. Відповідно до вимог стандартів ДСТУ EN, виробничий цикл має бути максимально автоматизованим для забезпечення стабільності фракційного складу продукції.

Технологічний процес отримання щебню в сучасних умовах базується на використанні багатостадійного подрібнення. На першому етапі застосовуються щокові дробарки з гідравлічним регулюванням, які забезпечують високу продуктивність при первинному руйнуванні гірської маси. Для фінішних стадій дроблення найбільш ефективним є використання конусних дробарок дрібного

подрібнення та відцентрово-ударних дробарок (VSI). Останні дозволяють досягти оптимальної форми зерна за рахунок методу «камінь об камінь», що покращує адгезійні властивості матеріалу.

Важливим трендом в Україні є впровадження мобільних дробильно-сортувальних комплексів на гусеничному ходу. Такі установки дозволяють здійснювати переробку сировини безпосередньо в забої кар’єру, що значно скорочує витрати на внутрішньокар'єрну логістику та експлуатацію великовантажних самоскидів. Окрім мобільності, сучасне обладнання інтегрується в системи АСУ ТП, що дозволяє в реальному часі контролювати навантаження на вузли дроблення, запобігаючи аварійним зупинкам та оптимізуючи енергоспоживання.

Екологічний аспект виробництва включає впровадження систем сухого пилопригнічення та замкнутих циклів промивки щебню. Також перспективним напрямком є повна переробка відсіву дроблення (фракція 0–5 мм) для виготовлення сухих будівельних сумішей, що робить підприємства безвідходними. Таким чином, комплексна модернізація технологічних ліній дозволяє не лише підвищити якість продукції до європейського рівня, а й забезпечити екологічну безпеку та економічну ефективність видобутку в умовах відновлення інфраструктури України

УДК 625.7:691

Дослідження дробильності щебеню з відходів зруйнованих будівель для використання в конструкціях дорожніх одягів

проф. Мозговий В.В., аспірант Білик М.А.

Досліджено дробильність щебеневих матеріалів, отриманих з відходів зруйнованих будівель, з метою оцінки можливості їх використання в конструкціях дорожніх одягів. Для досліджень використовували фракції 5–10, 10–20 та 20–40 мм, відібрані у вигляді умовно чистого матеріалу та матеріалу із забрудненнями у вигляді залишків цегли, розчину та інших домішок. Випробування проводили у сухому та водонасиченому станах з визначенням втрати маси після механічного впливу. Встановлено, що дробильність чистого матеріалу становить 10,06–13,94% у сухому стані та 12,90–17,43% у водонасиченому, тоді як для забрудненого матеріалу ці значення зростають до 19,42–26,67% та 22,45–30,20% відповідно. Отримані результати свідчать про суттєвий вплив наявності слабких включень на міцність щебеню, а також про зниження його стійкості при зволоженні. Встановлено, що найбільші значення дробильності характерні для крупних фракцій забрудненого матеріалу у водонасиченому стані. Це обумовлює необхідність попереднього сортування відходів та обмеження їх застосування у відповідальних шарах дорожнього одягу. Запропоновано враховувати отримані залежності при проєктуванні складів дорожньо-будівельних матеріалів з використанням вторинної сировини.

УДК 504.06:69.059

Захист навколишнього середовища при застосуванні відходів від зруйнованих будівель

студенти Денисюк А.Ю., Носок В.О.

У сучасних умовах значних обсягів руйнування будівель особливої актуальності набуває питання екологічно безпечного поводження з будівельними відходами. Нераціональне їх складування призводить до забруднення ґрунтів, водних ресурсів та атмосферного повітря. Одним із ефективних напрямів вирішення цієї проблеми є повторне використання відходів від зруйнованих будівель як вторинної сировини. Зокрема, подрібнений бетон може застосовуватись як заповнювач у нових будівельних матеріалах, основа для дорожнього покриття або підсипка. Це дозволяє зменшити обсяги видобутку природних ресурсів і скоротити площі полігонів. Важливим аспектом є сортування відходів на етапі демонтажу, що підвищує ефективність їх переробки та знижує рівень екологічної небезпеки. Використання сучасних технологій дроблення, очищення та повторного використання матеріалів забезпечує мінімізацію шкідливого впливу на довкілля. Таким чином, впровадження системи рециклінгу будівельних відходів сприяє ресурсозбереженню, зменшенню екологічного навантаження та формуванню принципів сталого розвитку у будівельній галузі.

УДК 625.7:691

Адаптація нормативних вимог ДСТУ до оперативного ремонту вибоїн з використанням вторинних матеріалів

студентка Козубенко О.Р.

Під час повномасштабної війни в Україні суттєво зросли обсяги вторинних матеріалів, що утворилися внаслідок руйнування житлових будівель, промислових об’єктів і транспортної інфраструктури. Це призвело до накопичення значних мас будівельних відходів, зокрема бетону, цегли, асфальту та металу. У сучасних умовах такі матеріали доцільно розглядати не лише як відходи, а як потенційний ресурс, що потребує ефективного управління та повторного залучення у виробничі процеси.

Одним із найбільш перспективних напрямів утилізації вторинних ресурсів є їх використання у дорожньому будівництві. Зокрема, подрібнений бетон і цегляний бій можуть застосовуватись як матеріал для влаштування основ дорожнього одягу, тоді як фрезерований асфальт доцільно повторно вводити до складу асфальтобетонних сумішей. Такий підхід сприяє зниженню споживання природних ресурсів і водночас забезпечує прискорення процесів відновлення транспортної інфраструктури.

Застосування вторинної сировини також має суттєві екологічні та економічні переваги, зокрема зменшення вуглецевого сліду будівництва, скорочення обсягів відходів та оптимізацію витрат на реалізацію інфраструктурних проєктів.

Особливого значення набуває використання вторинних матеріалів при виконанні поточного ремонту вибоїн, який є одним із найбільш поширених

видів утримання автомобільних доріг. В умовах обмеженого фінансування та необхідності оперативного реагування застосування таких матеріалів дозволяє підвищити ефективність ремонтних робіт. Найбільш розповсюдженим є використання фрезерованого асфальту, що утворюється під час видалення зношеного покриття та може повторно застосовуватись для ліквідації дефектів дорожнього полотна.

Крім того, для ремонту вибоїн можуть використовуватись інші види вторинної сировини, зокрема подрібнений бетон або суміші будівельних відходів, які виконують функцію тимчасового заповнювача або основи під подальше влаштування покриття. Використання локальних матеріалів такого типу дозволяє зменшити витрати на транспортування та підвищити оперативність виконання робіт.

Водночас ефективність застосування вторинних матеріалів значною мірою залежить від дотримання технологічних вимог. Зокрема, важливим є контроль зернового складу, вологості та наявності сторонніх домішок, які можуть негативно впливати на адгезійні властивості та довговічність відремонтованих ділянок. За умови належного контролю якості такі матеріали здатні забезпечити необхідні експлуатаційні характеристики дорожнього покриття, особливо при виконанні тимчасових або аварійних ремонтів.

УДК 625.7

Інноваційний тип дорожнього покриття – асфальтобетон з ароматом квітів

асист. Опрощенко І.О., студент Хахалєв Е.О.

З метою покращення екології навколишнього середовища та комфорту умов праці науковці постійно розробляють і впроваджують інноваційні екологічно чисті дорожньо-будівельні матеріали. Вперше в Польщі виготовили асфальтобетон з ароматом квітів. Добавка, що застосовується в асфальтобетоні являє собою суміш натуральних і синтетичних ефірних олій і має приємний квітковий аромат. Більшість активних сполук діють як нейтралізатор запахів, присутніх в парах асфальтобетону внаслідок чого знижують їх летючість. Інші сполуки викликають характерний запах, відмінний від типового асфальтобетону. Асфальтобетон з ароматом квітів – це екологічний матеріал, розроблений для зменшення неприємного запаху бітуму під час дорожніх робіт. Він використовується в містах в рамках технологій «зеленого будівництва» для зниження шкідливого впливу на довкілля. За структурою та міцністю схожий на звичайний асфальтобетон. Такий матеріал є частиною сучасних технологій, спрямованих на покращення екології в міському дорожньому будівництві.

УДК 625.7:691

Технологічні методи підвищення довговічності асфальтобетонного покриття доріг

студент Герасимець Р.С.

Довговічність дорожнього покриття в умовах різких температурних коливань України залежить від здатності конструкції протистояти внутрішнім

напруженням. Впровадження стандартів ДСТУ EN вимагає використання не лише високоякісного щебеню, а й спеціалізованих хіміко-механічних методів захисту від розтріскування.

Щоб запобігти хаотичному розтріскуванню асфальту від морозів та спеки, застосовується технологія влаштування деформаційних (температурних) швів:

- Процес: У покритті за допомогою швонарізчиків створюються штучні «тріщини» через рівні проміжки. Це знімає критичну напругу в матеріалі.
- Матеріали для заливки: Шви герметизують спеціальними бітумно-полімерними мастиками (наприклад, Biguma, Brit або Bitugum).
- Герметизація: Використовуються еластичні мастики на основі каучуку або термопластів. Вони мають високу деформаційну здатність: розширюються взимку та стискаються влітку, не втрачаючи герметичності.

Для боротьби з мікротріщинами на ранніх стадіях використовують інноваційні сполуки — регенератори (омолоджувачі):

- Проникаючі суміші: Використання складів типу Reclamite або бітумних емульсій з додаванням полімерів. Вони проникають у пори асфальту, відновлюючи еластичність пересушеного бітуму.
- Геосинтетика: Між шарами асфальту вкладають георешітки або геотекстиль (наприклад, Tensar або Maccaferri). Це створює армуючий шар, який перерозподіляє навантаження і зупиняє ріст тріщин знизу вгору.

Поєднання механічної стійкості кубовидного щебеню та еластичності полімерних мастик у деформаційних швах дозволяє створити «гнучку» та одночасно міцну дорогу. Застосування брендів світового рівня у поєднанні з вітчизняною сировиною забезпечує відповідність українських доріг європейським стандартам довговічності.

УДК 625.7:691

Сучасні матеріали для покриття автомагістралей

студентка Рабош Х.В.

Сучасний стан дорожньо-будівельної галузі України вимагає переходу на якісно нові стандарти виробництва нерудних матеріалів. Основним завданням технологічної модернізації кар'єрів є отримання щебню з високим вмістом кубовидних зерен (лещадність менше 10-15%), що безпосередньо впливає на довговічність та міцність асфальтобетонного покриття. Відповідно до вимог стандартів ДСТУ EN, виробничий цикл має бути максимально автоматизованим для забезпечення стабільності фракційного складу продукції.

Технологічний процес отримання щебню в сучасних умовах базується на використанні багатостадійного подрібнення. На першому етапі застосовуються щокові дробарки з гідравлічним регулюванням, які забезпечують високу продуктивність при первинному руйнуванні гірської маси. Для фінішних стадій дроблення найбільш ефективним є використання конусних дробарок дрібного подрібнення та відцентрово-ударних дробарок (VSI). Останні дозволяють досягти оптимальної форми зерна за рахунок методу «камінь об камінь», що покращує адгезійні властивості матеріалу.

Важливим трендом в Україні є впровадження мобільних дробильно-сортувальних комплексів на гусеничному ходу. Такі установки дозволяють здійснювати переробку сировини безпосередньо в забої кар’єру, що значно скорочує витрати на внутрішньокар'єрну логістику та експлуатацію великовантажних самоскидів. Окрім мобільності, сучасне обладнання інтегрується в системи АСУ ТП, що дозволяє в реальному часі контролювати навантаження на вузли дроблення, запобігаючи аварійним зупинкам та оптимізуючи енергоспоживання.

Екологічний аспект виробництва включає впровадження систем сухого пилопригнічення та замкнутих циклів промивки щебню. Також перспективним напрямком є повна переробка відсіву дроблення (фракція 0–5 мм) для виготовлення сухих будівельних сумішей, що робить підприємства безвідходними. Таким чином, комплексна модернізація технологічних ліній дозволяє не лише підвищити якість продукції до європейського рівня, а й забезпечити екологічну безпеку та економічну ефективність видобутку в умовах відновлення інфраструктури України

УДК 504.06:69.059

Технологія захисту навколишнього середовища при виготовленні асфальтних і цементобетонних сумішей.

студентка Кучеренко М.А., студенти Щебликін Є.С., Клочко Р.Є.

У сучасних умовах інтенсивного розвитку дорожньої інфраструктури особливої актуальності набуває питання екологічної безпеки при виробництві асфальтних і цементобетонних сумішей. Технологічні процеси, пов’язані з нагріванням бітуму, сушінням мінеральних матеріалів та змішуванням компонентів, супроводжуються викидами пилу, газів і шкідливих речовин в атмосферне повітря. Недотримання екологічних норм призводить до забруднення довкілля та негативного впливу на здоров’я людей. Одним із основних напрямів зниження екологічного навантаження є впровадження сучасних систем очищення викидів. Використання пиловловлювальних установок, рукавних фільтрів та циклонів дозволяє ефективно затримувати тверді частинки, що утворюються під час сушіння щебеню та піску. Крім того, застосування герметизації технологічного обладнання сприяє мінімізації неконтрольованих викидів шкідливих речовин. Важливим аспектом є оптимізація температурних режимів виробництва асфальтних сумішей. Використання технологій «теплого асфальту» дає змогу зменшити температуру приготування суміші, що, у свою чергу, знижує витрати енергії та обсяги викидів парникових газів. Це сприяє підвищенню енергоефективності виробництва та зменшенню негативного впливу на атмосферу. Особливу увагу слід приділяти повторному використанню матеріалів, зокрема асфальтогрануляту, перероблених будівельних відходів. Рециклінг старого асфальтобетону та бетонних і залізобетонних виробів дозволяє зменшити потребу у природних ресурсах, таких як щебінь і бітум, а також скоротити кількість відходів. Впровадження таких технологій є важливим кроком до сталого розвитку дорожньої галузі. Таким чином, застосування сучасних екологічно орієнтованих технологій у

виробництві асфальтних і цементобетонних сумішей забезпечує зниження шкідливого впливу на навколишнє середовище. Комплексний підхід, що включає очищення викидів, енергозбереження та повторне використання матеріалів, сприяє формуванню екологічно безпечного виробництва та підвищенню ефективності функціонування будівельної галузі.

УДК 625.7

Проєктування капітального ремонту автомобільної дороги загального користування державного значення М-06 Київ-Чоп на ділянках км 346+975 - км 360+305, км 394+112 - км 402+552, км 402+552 - км 415+306 (Рівненська область)

проф. Мозговий В.В., доц. Куцман О.М., доц. Баран С.А.

Науково-технічні послуги щодо супроводу проєктування дорожнього одягу на ділянках автомобільної дороги М-06 (згідно з ДБН В.1.2-5:2007 Науково-технічний супровід будівельних об'єктів) спрямований на вирішення специфічних проблем, не охоплених стандартами, та мінімізацію технічних ризиків. Науково-дослідна робота базується на комплексному аналізі фактичного стану дорожнього одягу та прогнозних навантажень.

Проведені у квітні 2025 року дослідження інтенсивності руху зафіксували високу завантаженість магістралі, яка становить від 10 550 до 11 109 автомобілів на добу, де значну частку складають важкі автопотяги. Візуальне обстеження та інструментальні вимірювання виявили суттєві дефекти існуючого покриття, зокрема неоднорідність товщини шарів від 7 до 28,5 см та розвинену сітку тріщин. Лабораторні випробування відібраних зразків підтвердили, що фізико-механічні показники матеріалів, як-от залишкова пористість та вміст в’яжучого, у більшості випадків не відповідають нормативним вимогам.

Оцінка фактичної міцності існуючих конструкцій здійснювалася за методикою ГБН В.2.3-37641918-559 шляхом розрахунку за трьома критеріями: пружним прогином, опором зсуву та розтягу при згині з обов’язковим застосуванням системи поправочних коефіцієнтів. Результати цих розрахунків продемонстрували, що переважна більшість наявних конструкцій не має необхідного запасу міцності, окрім одного варіанту, що відповідає вимогам лише з мінімальним запасом. Оскільки певні ділянки було визначено як найбільш критичні, саме найслабший із виявлених варіантів було взято за основу для подальшого розроблення конструкцій підсилення, щоб забезпечити надійність проєктних рішень для всієї ділянки дороги.

Пропозиції щодо конструкцій дорожнього одягу для капітального ремонту ділянок траси М-06 базуються на необхідності забезпечення високої зсувостійкості та довговічності в умовах значних транспортних навантажень та передбачають використання сучасних матеріалів та технологій. Зокрема: улаштування верхнього шару покриття зі щебенево-мастикового асфальтобетону ЩМА-20 на основі полімер-модифікованого бітуму БМПА 60/90-53, що відповідає сучасним вимогам до магістральних доріг із високою інтенсивністю руху. Середні шари пропонується виконувати зі щільного

асфальтополімербетону типу А з додаванням термоеластопластів для запобігання пластичним деформаціям, а для усунення ризику виникнення відбитих тріщин передбачено обов'язкове армування геосинтетичними матеріалами між шарами асфальтобетону. Основа дорожньої конструкції зміцнюватиметься за технологією холодного ресайклінгу з додаванням цементу марки М20 та нових мінеральних матеріалів, що дозволить створити надійний монолітний шар товщиною від 15 до 20 см.

Особливу увагу приділено інноваційним варіантам із застосуванням дисперсно-армуючих волокон Forta® FI, які дозволяють оптимізувати конструкцію шляхом зменшення товщини асфальтобетонних шарів при одночасному забезпеченні високих показників міцності. Кінцевий вибір конкретного варіанта посилення або розширення має базуватися на детальному техніко-економічному порівнянні для досягнення найбільшої ефективності в заданих експлуатаційних умовах.

Підсекція системного проєктування об'єктів транспортної інфраструктури та геодезії

УДК 625.70

Підсумки наукової діяльності кафедри системного проєктування об'єктів транспортної інфраструктури та геодезії у 2025 році

проф. Гамеляк І.П., доц. Вакарчук І.М., доц. Дмитриченко А.М.

За 2025 рік видано публікацій в наукових виданнях: - вітчизняні - 18; - зарубіжні – 6; - в матеріалах конференцій – 48, - в матеріалах 81 Наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету – 79. Всього – 122. Міжнародні – 24 (15 працівників, 20 доповідей). Впровадження результатів розробок у виробництво – 6. Публікації в міжнародних наукометричних базах даних (Scopus,Web of science для соціо-гуманітарних Copernicus) та в інших наукометричних базах даних (крім РІНЦ) автор, видання). SCOPUS – 6.

Виконані за 2023 рік. (керівник Гамеляк І.П.) – 6 НДР на суму 2 млн. 202,851 грн. В т.ч. держбюджетна тема - фактично використані кошти гранту 1 млн. 083,851 тис. грн та господарські договори (контракти) за 2025 рік, всього 5 на суму 1,119 млн. грн. У 2025 році в рамках в рамках конкурсу Національного фонду досліджень України «Наука для зміцнення обороноздатності України» виконана Держбюджетна науково-дослідна робота «Створення технології і системи оперативного аналізу та управління станом цементобетонних покриттів об'єктів критичної інфраструктури за спектрально фото-інформаційними образами». Виконані 5 господарських договорів на тему: 1. «Консультативні послуги з розробки варіантів конструкції аеродромного покриття для виконання капітального ремонту (друга черга), з розбиранням та заміною існуючого штучного покриття, з розширенням та доведенням до

нормативних геометричних параметрів руліжної доріжки аеродрому Калинівка військової частини 3074 Національної гвардії України. Договір № 1/2025. 2. «Розрахунок п’яти варіантів конструкції дорожнього одягу для будівництва міжнародного пункту пропуску на українсько-румунському державному кордоні між населеними пунктами Біла Церква (Україна) та Сігету Мармацією (Румунія) з під’їзними шляхами до автодорожнього прикордонного мосту у Закарпатській області». Договір № 236 від 08.10.2025. 3. «Провести дослідження та створити інформаційну систему щодо визначення ступеню пошкодженості дорожнього покриву». (2025-2026рр.). Договір № 54 від 30.09.2025. Замовник: Державне агентство відновлення та розвитку інфраструктури України. 4. «Виконати аналіз та підготувати науково обґрунтовані пропозиції (рекомендації) щодо стану розвитку мережі автомобільних доріг загального користування на маршрутах міжнародних вантажних перевезень«. (2025-2026 рр.). Договір № 76 від 30.09.2025. 5. Господарський договір (контракт), од./тис.грн. 1/412.0. «Провести дослідження щодо улаштування шарів зносу цементобетонного дорожнього покриву». (25-26рр.). Договір № 63 від 30.09.2025.

УДК 625.70

Перспективи мультимодальних перевезень в Україні

проф. Гамеляк І.П., доц. Дмитриченко А.М., доц. Вакарчук І.М., студент Даніч В.В.

Інтеграція України до європейського економічного простору зумовлює необхідність імплементації положень Європейського зеленого курсу (ЄЗК), зокрема у транспортній сфері. За останні роки в Україні ухвалено низку стратегічних документів у сфері кліматичної політики, енергетики та транспорту, спрямованих на декарбонізацію, підвищення енергоефективності та розвиток екологічно чистого транспорту. Водночас значна частина запланованих заходів не була реалізована через повномасштабну війну та обмежені фінансові ресурси.

Україна здійснює гармонізацію законодавства з вимогами ЄС у межах Угоди про асоціацію та залучена до нових інструментів підтримки відновлення і модернізації, зокрема Ukraine Facility. Водночас рівень реалізації зобов’язань у сфері транспорту та транспортної інфраструктури суттєво відстає від інших секторів.

Реалізація ЄЗК у транспорті передбачає скорочення викидів, переорієнтацію на залізничний та внутрішній водний транспорт, розвиток мультимодальних перевезень, цифровізацію логістики та впровадження енергоефективних технологій. Однак війна призвела до значних руйнувань транспортної інфраструктури та зростання частки автомобільних перевезень, що потребує масштабних інвестицій у відновлення.

Включення України до мережі TEN-T відкриває можливості модернізації інфраструктури та доступу до європейського фінансування, але вимагає оновлення транспортного законодавства, розвитку міжнародних коридорів і узгодження національного просторового планування. Окремим викликом є

фізичне та моральне зношення транспортних засобів, недостатній розвиток мультимодальних вузлів і складність координації між учасниками перевізного процесу.
Розвиток мультимодальних перевезень у поєднанні з енергоефективними та цифровими технологіями здатен підвищити конкурентоспроможність України на ринку міжнародних перевезень, зменшити екологічний вплив транспорту та стати одним із драйверів післявоєнного економічного відновлення за умови узгодження з національною транспортною стратегією та політикою ЄС.
Розвиток мультимодальних перевезень та об'єктів його інфраструктури в Україні потенційно може стати одним із драйверів післявоєнного економічного розвитку країни.
Водночас такий розвиток повинен передбачати узгодження окремих приватних ініціатив із пріоритетами та завданнями загальнонаціональної транспортної стратегії, відповідати програмним документам та вже затвердженим інфраструктурним проєктам у ЄС, враховувати досвід насамперед країн-сусідів у формуванні та реалізації політики у цій сфері.

УДК 625.70

Стратегія розвитку логістичних центрів в Україні

проф. Гамеляк І.П., доц. Дмитриченко А.М., доц. Вакарчук І.М., студент Олексієнко В.П.

Розвиток логістичних центрів є одним із ключових інструментів підвищення конкурентоспроможності національної економіки, реалізації транзитного потенціалу України та інтеграції до європейського транспортно-логістичного простору. Формування опорної мережі логістичних і мультимодальних транспортно-логістичних центрів (МТЛЦ) має забезпечити ефективне функціонування внутрішніх і міжнародних ланцюгів постачання, зниження логістичних витрат та зростання експорту транспортно-логістичних послуг.
Геоекономічні передумови розвитку логістичних центрів в Україні визначаються вигідним розташуванням країни на перетині міжнародних транспортних коридорів, близькістю до ринків ЄС, наявністю значного природно-ресурсного та виробничого потенціалу регіонів. Водночас реалізацію цього потенціалу стримують високий рівень зносу транспортної інфраструктури, дефіцит сучасних терміналів і складських комплексів, недостатня координація між видами транспорту та учасниками логістичного процесу.
Стратегія розвитку логістичних центрів передбачає формування в регіонах інтегрованих регіональних транспортно-логістичних систем (РТЛС) на основі мережі МТЛЦ, об'єднаних єдиним інформаційним, організаційно-економічним і нормативно-правовим простором. Ключова роль у таких системах відводиться великим мультимодальним вузлам обласних центрів, здатним обслуговувати експортно-імпортні та транзитні вантажопотоки з використанням залізничного, автомобільного, водного та авіаційного транспорту.
Функціональне наповнення логістичних центрів має забезпечувати комплексне транспортно-експедиційне обслуговування, контейнерну переробку, зберігання

та сортування вантажів, митно-логістичні, інформаційні, фінансові та сервісні послуги, а також підтримку мультимодальних і інтермодальних перевезень за принципами «від дверей до дверей» і «just in time». Це створює умови для оптимізації товароруху, прискорення обігу ресурсів і зменшення сукупних логістичних витрат.

Механізм реалізації стратегії розвитку логістичних центрів базується на програмно-проєктному підході та передбачає активне використання державно-приватного партнерства, залучення інвестицій, створення ефективної системи управління РТЛС та розвитку кадрового й науково-технічного потенціалу у сфері логістики. Управління такими системами має здійснюватися на національному, регіональному та місцевому рівнях із чітким розмежуванням повноважень.

Формування мережі логістичних центрів та РТЛС здатне забезпечити суттєвий мультиплікативний ефект для регіонів, зокрема зниження транспортних і логістичних витрат, зростання інвестиційної привабливості, створення нових робочих місць і розвиток суміжних галузей економіки. Логістичні центри можуть стати точками економічного зростання та основою кластерного розвитку територій.

У післявоєнний період стратегія розвитку логістичних центрів повинна бути інтегрована з національною транспортною стратегією, планами відновлення інфраструктури та вимогами європейських транспортних мереж. Узгоджений розвиток логістичних центрів і мультимодальних перевезень може стати одним із ключових чинників сталого економічного відновлення та посилення ролі України у міжнародних транспортно-логістичних системах.

УДК 625.70

Системний підхід до проєктування жорстких дорожніх одягів

проф. Гамеляк І.П., доц. Дмитриченко А.М., аспірант Ященко Є.С.

Проєктування жорстких дорожніх одягів належить до складних інженерних задач, що передбачають одночасний аналіз впливу транспортних навантажень, властивостей матеріалів, конструктивних рішень, умов експлуатації та економічних обмежень. Традиційні методи проєктування, які ґрунтуються переважно на аналізі напружень у бетонній плиті та визначенні її товщини за окремими граничними критеріями, не забезпечують комплексного врахування всіх факторів, що визначають працездатність і довговічність дорожнього одягу. У зв’язку з цим актуальним є застосування системного підходу до проєктування жорстких дорожніх покриттів.

Метою роботи є узагальнення системного підходу до проєктування жорстких дорожніх одягів як складної інженерної системи, що включає взаємодію конструкції дорожнього одягу, властивостей матеріалів, транспортних навантажень, умов експлуатації та економічних критеріїв.

У роботі використано принципи системного аналізу, відповідно до яких жорсткий дорожній одяг розглядається як цілісна система з визначеними вхідними параметрами, реакціями та критеріями прийняття рішень. Проєктування здійснюється шляхом формування та аналізу множини

альтернативних конструктивних рішень із подальшим вибором оптимальних стратегій.
Системний підхід передбачає інтеграцію моделей навантаження, характеристик матеріалів, роботи основи, конструктивних елементів, а також моделей експлуатаційної придатності та вартості в єдину розрахункову структуру. Такий підхід дозволяє оцінювати велику кількість можливих варіантів дорожніх одягів у межах заданих обмежень та здійснювати їх порівняння за критерієм приведених витрат.
Показано, що перехід від поетапного аналізу окремих параметрів до системного проєктування забезпечує більш обґрунтований вибір конструктивних рішень і створює умови для оптимізації дорожніх одягів з урахуванням їх експлуатаційних та економічних показників.
Системний підхід до проєктування жорстких дорожніх одягів є ефективним інструментом для комплексного аналізу та вибору раціональних конструктивних і технологічних рішень. Його застосування дозволяє підвищити якість проєктування, забезпечити економічну ефективність та сформувати основу для подальшого розвитку сучасних методів розрахунку дорожніх покриттів.

УДК 624.131.53:691.5+678.074

Аналіз експериментального дослідження хімічного закріплення ґрунтів матеріалами MAPEI

проф. Гамеляк І.П., доц. Дмитриченко А.М., аспірант Ященко Є.С., студент Афанасьев А.А.

Метою роботи є проведення лабораторних та натурних експериментальних досліджень технологій хімічного закріплення піщаних ґрунтів з використанням матеріалів ТОВ «МАПЕІ Україна» для встановлення можливості та ефективності їх застосування при різному ступені насичення ґрунту водою. Для досягнення цієї мети розроблено програму і схеми експериментів, підготовлено експериментальні стенди, виконано лабораторні та натурні випробування, фото- та відеофіксацію процесів ін’єктування і отриманих результатів.
У дослідженнях розглядалися три ін’єкційні матеріали різної природи: мікродисперсне гідравлічне в’яжуче Microcem 12000 для консолідації та гідроізоляції ґрунтів, двокомпонентне мінеральне в’яжуче Mapejet System LP для закріплення ґрунтів з низькою проникністю та двокомпонентна поліуретанова смола Foamjet F з дуже високою швидкістю полімеризації та значним об’ємним розширенням для зміцнення водонасичених ґрунтів і конструкцій, схильних до проникнення води. За результатами досліджень встановлено, що всі три матеріали забезпечують формування суцільних або наближених до суцільних масивів у пісках середньої крупності за умов малого та середнього ступеня водонасичення. Microcem 12000 формує відносно рівномірний цементаційний камінь, Mapejet System LP демонструє високу проникну здатність і формує протяжніші зони закріплення, а Foamjet F забезпечує інтенсивне локальне зміцнення завдяки розширенню поліуретанової піни. При високому ступені насичення водою проникність мінеральних

в’яжучих суттєво знижується, тоді як Foamjet F зберігає здатність до формування закріплених зон навколо ін’єкційної трубки. Важливим результатом є оцінка технологічних рішень щодо ін’єктування. Використання перфорованих трубок у лабораторних умовах виявилося менш ефективним для мінеральних матеріалів через нерівномірне розподілення розчину та концентрацію масивів поблизу окремих отворів.

Узагальнення лабораторних і натурних експериментальних результатів дозволило зробити висновок про доцільність та ефективність застосування матеріалів MAPEI для хімічного закріплення піщаних ґрунтів. Запропоновано орієнтовні області раціонального використання: Microcem 12000 – для консолідації ґрунтів з малим і середнім ступенем водонасичення; Mapejet System LP – для закріплення пісків з різною проникністю при контрольованих умовах ін’єктування; Foamjet F – для зміцнення та гідроізоляції водонасичених ґрунтів і конструкцій, особливо в умовах фільтрації води. Отримані результати можуть бути використані при розробленні проєктних рішень з підсилення основ і фундаментів у складних гідрогеологічних умовах.

УДК 625.70

Ультратонкошарові покриви (УТШП) для ремонту цементобетонних покривів автомобільних доріг та аеродромів

проф. Гамеляк І.П., інженер Журавський Д.Л., студент Царинник Д.В.

Цементобетонні покриття є довговічними, однак зношуються під впливом проїздів коліс транспортних засобів, вологи, протиожеледних засобів та циклів заморожування/відтавання. Внаслідок цього зменшується зчеплення, з’являється викришування, мікротріщини, що потребує відновлення. Ефективним технологічним рішенням є влаштування шару зносу (товщиною від 15 до 50 мм), що забезпечує захист бетонної поверхні, вирівнювання, підвищення шорсткості та водонепроникності. Найбільш ефективними матеріалами показали себе ЩМА з модифікованими бітумами, литі емульсійно-мінеральні суміші (ЛЕМС) з полімерною добавкою, гусасфальт, а також сучасні ультра тонкі шари зносу (товщиною від 5 мм до 15 мм). Використання на практиці: позитивний досвід застосування шарів зносу зафіксовано на об'єктах у Німеччині, Польщі, Франції (ULMA, BBTM, Gussasphalt).

Ультратонкошарові покриви (УТШП), типу RoadSeal, розроблені в Україні, можна наносити швидше, ніж складніші або дорожчі методи ремонту, що дозволяє зменшити час, необхідний для відновлення дороги, та знизити витрати на тимчасові заходи для забезпечення руху транспорту. Реалізація технології не потребує складного обладнання та високої кваліфікації робітників, як для влаштування тонкошарових покривів (ТШП) типу Сларрі Сіл (Slurry Seal) та Мікросурфейсінг (Micro Surfacing). Тонкі шари зносу із ЩМА, холодного чи модифікованого асфальтобетону забезпечують зчеплення з колесом автомобіля, гідроізоляцію та підвищують зносостійкість та довговічність, що забезпечує подовження терміну служби дороги додатково на 2 – 5 років.

У цілому, використання УТШП є оптимальним варіантом у випадку обмежених фінансових ресурсів, оскільки є новим та перспективним методом

попереджувальних ремонтів та при необхідності консервації автомобільних доріг, дозволяє ефективно підтримувати стан доріг без необхідності значних витрат на середній поточний ремонт та капітальний ремонт і в подальшому повну реконструкцію.
Запропоновані зміни до ДСТУ-Н Б В.2.3-38:2016 сприятимуть раціональному використанню фінансових ресурсів, підвищенню безпеки дорожнього руху, впровадженню сучасних технологій та зниженню негативного впливу кліматичних чинників.

УДК 625.70

Експлуатаційні властивості ЛЕМС та мікропокриття (ТШП) на цементобетонних покриттях

проф. Гамеляк І.П., доц. Островерхий О.Г., інженер Журавський Д.Л.

Проведений аналіз демонструє можливість розв’язання обох інженерних задач: прямої – визначення коефіцієнта зчеплення на основі текстурних параметрів та оберненої – встановлення вимог до гранулометрії та складу суміші (АБС, ЩМА, ЛЕМС/мікропокриття) для досягнення необхідного рівня зчеплення. На основі аналізу даних та власних досліджень встановлено: 1. ТШП при влаштуванні на цементобетонні покриття (ЦБП) функціонують переважно як тонкошарові фрикційні та гідрозахисні системи, які не забезпечують конструктивного підсилення жорсткої основи. Їхня ефективність визначається здатністю стабілізувати поверхневу текстуру, формувати необхідну мікро– та макрошорсткість та зменшувати водопроникність. 2. Довговічність ТШП на ЦБП є нижчою, ніж на асфальтобетонних покриттях, через деформаційну несумісність та наявність міжплитних швів. Для ЛЕМС типовий термін служби становить 3–5 років, для мікропокриття − 5–7 років за умови належної підготовки основи та контролю технологічних параметрів. 3. Якість адгезії до цементобетону є критичним фактором працездатності тонкошарових емульсійних систем. Недостатня адгезія спричиняє деламінацію та передчасні дефекти. 4. Наявність тріщин та міжплитних швів у ЦБП є основним чинником формування відображених тріщин у новому покритті (reflective cracking). Через значний контраст модулів пружності між матеріалами (бетон – 20–40 ГПа; мікропокриття – 2–4 ГПа; ЛЕМС – 1–2 ГПа) тонкі шари не здатні поглинати деформаційні переміщення, що обумовлює концентрацію напружень та подальше розшарування. 5. Мікропокриття з полімермодифікованими емульсіями демонструють вищу термічну стабільність, кращу адгезійну роботу та довші строки служби порівняно зі ЛЕМС. Мікропокриття забезпечує більш рівномірну та стійку текстуру, меншу чутливість до температурних циклів та підвищену фрикційну ефективність. 6. ТШП забезпечують значне первинне збільшення коефіцієнта зчеплення та стабілізацію фрикційних характеристик у перші місяці експлуатації. Надалі зчеплення знижується до квазістабільного рівня, залежного від складу суміші, гранулометрії та інтенсивності руху. 7. Мікропокриття є ефективним засобом заповнення неглибоких колій, локального вирівнювання та відновлення шорсткості, що робить його придатним для експлуатаційних та превентивних обробок на ЦБП.

8. Обмеження застосування ТШП на ЦБП зумовлені наявністю швів, термічних градієнтів, локальних зон концентрації напружень і впливом вологи. Ефективне виконання робіт потребує обов'язкового очищення, за потреби – шліфування/фрезерування, використання підґрунтовки та попередньої герметизації тріщин і швів.

УДК 625.70

Уточнення критеріїв ефективності управління інформаційним забезпеченням логістики для удосконалення мережі автомобільних доріг загального користування

проф. Гамеляк І.П., доц. Дмитриченко А.М., доц. Вакарчук І.М.

Для виконання другого етапу науково-дослідної роботи на тему: «Аналізування та уточнення критеріїв ефективності управління інформаційним забезпеченням логістики та удосконалення мережі автомобільних доріг загального користування на маршрутах руху великовагових та/або великогабаритних транспортних засобів на мережі автомобільних доріг загального користування державного значення» необхідна інформація включає наступне: критерії ефективності управління інформаційним забезпеченням логістики; технічні показники, що характеризують якість і кількість обробки інформації; економічні показники, що оцінюють фінансову доцільність вибору варіантів обробки інформації; кількісні критерії, які відображають ефективність функціонування логістичної інформаційної системи; принципи повноти, придатності, вчасності і точності інформації для користувачів логістичної системи; оцінка ефективності впровадження і роботи інформаційних систем управління логістикою підприємства; урахування специфіки управління інформаційними потоками в логістичних процесах на підприємствах транспортної сфери; аналіз і удосконалення мережі автомобільних доріг загального користування; вивчення сучасного стану мережі доріг, включно з маршрутами руху великовагових і великогабаритних транспортних засобів; визначення параметрів і критеріїв експлуатаційної здатності доріг для такого виду транспорту; рекомендації щодо оптимізації маршрутів, з урахуванням логістичних процесів і навантажень; організаційно-технічні заходи для покращення безпеки і пропускної здатності мережі доріг; інформаційні технології як інструмент моніторингу та планування удосконалення доріг.

Таким чином, для комплексного аналізу потрібно зібрати дані про технічні і економічні критерії ефективності інформаційного управління в логістиці, а також детальні характеристики і показники якості мережі автомобільних доріг, особливо тих, що використовуються великоваговим і великогабаритним транспортом. Ця інформація створить наукову базу для уточнення критеріїв та розробки заходів удосконалення доріг державного значення з метою підвищення ефективності логістичних операцій.

УДК 625.70

Аналітичне оцінювання технічного стану мостів на прикладі маршруту Київ – Одеса

проф. Гамеляк І.П., доц. Райковський В.Ф., студент Юрченков М.В.

На автомобільній дорозі М-05 Київ – Одеса в наявності є 67 мостів / естакад / шляхопроводів. Опис технічного стану даних штучних споруд наведено нижче.

Проведено аналізування 67 транспортних споруд на ділянці автомобільної дороги М-05 Київ – Одеса (табл. 4.6), розташованих у Київській, Черкаській, Кіровоградській та Одеській областях. За результатами аналізу експлуатаційного стану встановлено:

– експлуатаційний стан 1 (справний) – 20 споруд;
– експлуатаційний стан 2 (обмежено справний) – 25 споруд;
– експлуатаційний стан 3 (працездатний) – 18 споруд;
– експлуатаційний стан 4 (обмежено працездатний) – 2 споруди;
– експлуатаційний стан 5 (непрацездатний) – 2 споруди;4

Це свідчить про те, що більшість споруд знаходяться в справному, обмежено працездатному та працездатному стані (63 споруди). Проте 4 споруди перебувають у непрацездатному та обмежено працездатному стані, що потребує додаткової уваги та можливого проведення ремонтних робіт.

1. Більшість споруд знаходяться в справному, обмежено працездатному та працездатному стані (63 споруди). Проте 4 споруди перебувають у непрацездатному та обмежено працездатному стані, що потребує додаткової уваги та можливого проведення ремонтних робіт.
2. Переважна кількість мостів побудована після 1980 року, що свідчить про відносну новизну мостового фонду.
3. Основна частина мостів належить до середніх за довжиною, що потребує відповідних підходів до їх утримання та ремонту.
4. Більшість мостів здатні пропускати транспорт з навантаженням на вісь (10 – 12) тонн, що відповідає сучасним транспортним вимогам. Однак є мости з обмеженою вантажопідйомністю, щодо цих споруд потрібно провести додаткову консультацію з балансоутримувачами стосовно можливості пропуску автопотягів Євро-Комбі.
5. Велика кількість мостів має прострочені терміни обстежень, що ставить під сумнів актуальність даних про їхній стан. Рекомендується провести невідкладні обстеження для оновлення інформації та забезпечення безпечної експлуатації мостів.

В умовах побудови нових логістичних маршрутів в обхід росії та білорусі, транспортна інфраструктура країни може стати важливою складовою нових торговельних шляхів.

Наведена інформація важлива для прийняття рішень по рух великовагових та великогабаритних транспортних засобів на мережі автомобільних доріг України в умовах воєнного стану.

УДК 625.70

Модель взаємозв'язку між інформаційними та транспортними потоками

проф. Гамеляк І.П., доц. Дмитриченко А.М., доц. Вакарчук І.М.

Вплив інформаційного потоку на транспортний можна описати функціональною залежністю: ***Y=f(X),*** де Y – показники ефективності транспортної мережі (швидкість, пропускна спроможність, витрати тощо), $X=\{K_d,K_t,K_p,K_a,K_{int}\}$ – параметри інформаційних потоків.

Для лінійної апроксимації впливу застосовується модель: $\Delta Y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^{n} \beta_j \cdot \Delta X_j$, де β_j – коефіцієнти еластичності (визначають вагу впливу інформаційних показників), ΔY_i – зміна транспортного показника після впровадження інформаційної системи.

Інтегральний коефіцієнт впливу інформаційних потоків

Для комплексної оцінки пропонується інтегральний коефіцієнт:

$$K_{\text{ІПТМ}} = \sum_{i=1}^{m} w_i \cdot \frac{Y_{i2} - Y_{i1}}{Y_{i1}}$$

де Y_{i1},Y_{i2} – значення і-го показника до і після впровадження інформаційних технологій,

w_i – ваговий коефіцієнт важливості (визначається експертно, $\sum w_i=1$).

Інтерпретація:

- $K_{\text{ІПТМ}} > 0{,}2$ – суттєвий позитивний вплив;
- $0{,}05 < K_{\text{ІПТМ}} < 0{,}20$ – помірний ефект;
- $K_{\text{ІПТМ}} < 0{,}05$ – незначний або відсутній ефект.

Інформаційні потоки є системоутворюючим фактором ефективності транспортної мережі.

1. Їх вплив має багатовимірний характер: технічний, економічний, часовий і соціальний.
2. Запропонована методика дозволяє **кількісно оцінювати ефект від цифровізації транспортної системи**, зокрема впровадження *ITS*, *GPS*-моніторингу, аналітичних платформ тощо.

Розрахований інтегральний коефіцієнт $K_{\text{ІПТМ}}$ може бути використаний для: планування розвитку інформаційної інфраструктури; порівняльної оцінки ефективності проектів цифрової логістики; формування показників ефективності у звітах з НДР.

УДК 528.9 : 004.9

Систематизація способів візуалізації геопросторових даних в сучасних умовах розвитку науково-технічного прогресу

проф. Бондаренко Е.Л., студент Свиридюк А.Р.

В теперішніх умовах розвитку науково-технічного прогресу картографічне зображення у вигляді електронних та комп'ютерних карт залишається найбільш ефективним засобом візуалізації геопросторових даних, яка характеризується комбінуванням різних прийомів картографування. Упорядкування сучасних способів візуалізації геопросторових даних базується на комбінації 12-ти

класичних картографічних методів з новітніми технологічними рішеннями, що використовують інтерактивні, динамічні та тривимірні підходи, в основі яких лежать всі графічні змінні включно з анімацією.
Сучасні способи візуалізації геопросторових даних можна систематизувати за рядом критеріїв, зокрема: типом даних, характером просторової вимірності, рівнем взаємодії, застосованою технологічною платформою.
Тип вихідних даних, що перетворюються до показників картографування для візуалізації у комп'ютерному середовищі, визначає об'єктивний розподіл результуючих картографічних зображень на векторні, растрові та комбіновані. У векторній візуалізації основою картографічного представлення є формування умовних знаків з усіх графічних змінних, які відповідають векторній графіці та мають 4 види розміщення на картах: в точках, на лініях, на площі (суцільно), на площі (розосереджено). Растрова візуалізація базується на використанні елементів зображення, яким привласнюються ті графічні змінні, що дозволяють відобразити безперервні явища як природного, так і суспільного характеру. Прикладом новітніх растрових карт є "теплові карти", що візуалізують інтенсивність розвитку явища за допомогою кольорової насиченості. Комбіновані картографічні зображення логічно поєднують растрово-векторні елементи змісту.
Характер просторової вимірності обумовлює розподіл картографічних зображень на плоскі (або двовимірні) з усім арсеналом способів картографічного зображення; тривимірні (як електронні, так і на матеріальних носіях, що доповнюються світло-тіньовою пластикою); часово-просторові (новий вид виключно електронних карт для відображення змін показників картографування в часі стосовно простору).
Рівень взаємодії користувача електронної карти з комп'ютером визначає вид і можливості використання картографічного зображення: неінтерактивне або статичне (з можливістю зміни перегляду електронних карт) та інтерактивне (володіє функціями зміни та наповнення елементами змісту лише електронних картографічних зображень).
Вибір технологічної платформи пов'язується із напрямами використання створеного картографічного зображення у вигляді сторінки у мережі Інтернет (у браузері або в інтерфейсі програмного продукту, наприклад, веб геоінформаційних систем); окремого виконуваного програмного додатка, що може працювати як в онлайн, так і офлайн-режимі.
Таким чином науково-технічний прогрес позитивно впливає на розвиток способів візуалізації геопросторових даних на картах, розширюючи можливості автоматизації та інтелектуалізації відповідних інструментів.

УДК 624.21:624.042:534.6:004.8

Застосування віброакустичного аналізу та методів штучного інтелекту при випробуваннях залізобетонних мостів

проф. Оксень Є.І., студент Молофєєнко А.І.

Проблема забезпечення надійності та безпечної експлуатації мостових споруд є надзвичайно актуальною для дорожньої галузі України в умовах зростання

транспортних навантажень, інтенсивної експлуатації та фізичного старіння значної кількості залізобетонних мостів. Під час експлуатації та після реконструкції мостів особливої уваги потребує оцінювання фактичного технічного стану елементів прогонових будов, оскільки наявність прихованих дефектів і пошкоджень може призвести до зниження несучої здатності та довговічності конструкцій. Традиційні методи статичних і динамічних випробувань не завжди дозволяють своєчасно виявити зародження мікропошкоджень, розвиток тріщин та інших дефектів, вплив яких складно врахувати виключно розрахунковими методами. У цьому зв'язку актуальним є впровадження неруйнівних методів контролю, зокрема віброакустичного та акустико-емісійного аналізу, які ґрунтуються на реєстрації хвиль, що виникають у матеріалі конструкцій у процесі деформування та руйнування на ранніх стадіях.

Метою даної роботи є підвищення достовірності та інформативності результатів статичних і динамічних випробувань залізобетонних мостів шляхом застосування віброакустичного аналізу з використанням сучасних цифрових методів обробки сигналів та елементів штучного інтелекту. У межах дослідження розроблено спеціалізований вимірювально-реєстраційний комплекс для фіксації сигналів віброакустичної емісії, до складу якого входять багатоканальний блок реєстрації, високоточний підсилювач заряду, аналого-цифровий перетворювач та комп'ютерна система збору й збереження даних. Реєстровані сигнали мають складний нестаціонарний характер, що зумовило застосування вейвлет-перетворення як одного з найбільш ефективних інструментів часово-частотного аналізу. Використання вейвлет-аналізу дозволяє досліджувати динаміку коливальних процесів у часі, виділяти інформативні частотні складові, зменшувати вплив шумів та перешкод, а також отримувати наочні вейвлет-образи сигналів.

Для підвищення об'єктивності інтерпретації результатів і зменшення впливу людського фактора в роботі передбачено використання методів штучного інтелекту та інтелектуальної обробки даних, які можуть застосовуватися для автоматизованого виділення характерних ознак акустико-емісійних подій, класифікації процесів деформування та оцінювання ступеня небезпеки розвитку дефектів. Такий підхід створює передумови для подальшого розвитку систем автоматизованого моніторингу технічного стану мостів у режимі реального часу.

Апробацію запропонованої методики виконано під час статичних і динамічних випробувань залізобетонного мосту після реконструкції на автомобільній дорозі державного значення М-12 Стрий – Тернопіль – Кропивницький – Знам'янка у Львівській області. За результатами камеральної обробки експериментальних даних встановлено, що значення показника степеню для балок прогонових будов при випробувальних навантаженнях не перевищують граничного значення, що свідчить про відсутність небезпечного розвитку дефектів у структурі залізобетону. Отримані результати підтверджують ефективність застосування віброакустичного аналізу в поєднанні з методами штучного інтелекту для оцінювання технічного стану залізобетонних мостів та доцільність впровадження запропонованого підходу у практику інженерних випробувань і експлуатаційного моніторингу мостових споруд.

УДК 624.21:624.042:004.8

Визначення натягів підвісних канатів аркового мосту за частотою власних коливань із використанням технологій штучного інтелекту

проф. Оксень Є.І., студент Мороз С.С.

Забезпечення надійності та безпечної експлуатації мостових споруд є однією з ключових задач сучасної транспортної інфраструктури України. У процесі будівництва та експлуатації мостів натяги канатів змінюються під впливом власної ваги конструкцій, технологічних етапів монтажу, температурних деформацій та динамічних навантажень, що зумовлює необхідність їх регулярного контролю. Традиційні методи вимірювання натягів, засновані на визначенні подовжень або кінцевих зусиль, потребують встановлення стаціонарних датчиків, що ускладнює роботи та значно підвищує їх вартість. У зв'язку з цим актуальним є застосування непрямих методів, зокрема визначення натягів за частотою власних поперечних коливань канатів, які поєднують достатню точність і простоту реалізації.

Мета роботи — підвищення ефективності та оперативності контролю натягів підвісних канатів аркового мосту шляхом використання спеціалізованого вимірювального обладнання, цифрової обробки сигналів та елементів штучного інтелекту для аналізу коливальних процесів.

У межах дослідження було розроблено апаратно-програмний комплекс для реєстрації коливань канатів із застосуванням високоточних п'єзоелектричних перетворювачів, багатоканального аналого-цифрового перетворення та комп'ютерної системи збору даних. Записані сигнали оброблялися з використанням амплітудно-частотного аналізу, а також алгоритмів інтелектуальної обробки даних, що дозволяють автоматизувати виділення інформативних ділянок сигналів, визначення домінуючих мод коливань і зменшення впливу шумів та суб'єктивного експертного вибору. Застосування елементів штучного інтелекту створює передумови для подальшого впровадження самонавчальних систем моніторингу технічного стану мостових споруд у режимі реального часу.

Дослідження виконано на прикладі аркового мосту Подільського мостового переходу через річку Дніпро в місті Києві, центральна частина якого підвішена на сталевих канатах. У процесі робіт здійснено поетапні вимірювання частот власних коливань підвісних канатів, визначено їх фактичні натяги та виконано регулювання з метою приведення прогонової будови в проектне положення. Отримані результати показали відповідність більшості натягів проектним значенням, а також дозволили виявити особливості роботи кутових канатів, чутливих до температурних впливів і конструктивної жорсткості. Запропонований підхід підтвердив свою ефективність і доцільність для практичного застосування, а використання методів штучного інтелекту відкриває можливості для підвищення точності, надійності та автоматизації процесів контролю натягів канатів у сучасних мостових спорудах.

УДК 625.7/.8

Вивчення наслідків зростання рівня автомобілізації

доц. Хом'як А.Я., студент Ромах В.П.

Проблема постійного зростання рівня автомобілізації викликана стрімким збільшенням кількості користувачів власними автомобілями серед населення, що, відповідно, негативно впливає на рівень завантаженості як існуючої мережі міжміських автомобільних доріг, так і вулично-дорожніх мереж. Недостатній розвиток дорожньо-транспортної інфраструктури з обмеженою кількістю розв'язок та об'їзних маршрутів часто сприяє перенавантаженню доріг населених пунктів. Тенденція до постійного зростання кількості індивідуальних автомобілів є незмінною й прогресуючою і є досить відчутною у великих містах та на під'їздах до них, де інтенсивність руху зростає швидше за пропускну здатність вулично-дорожніх мереж, викликаючи зниження швидкостей руху аж до утворення «корків». При цьому неможливо розрахувати час руху, погіршуються екологічна та соціальна сфери життя міста, економічні показники транспортних перевезень тощо. Затримки під час руху призводять до збільшення витрат пального, зростання викидів у атмосферу, підвищення рівнів шуму у містах та втрат робочого часу. Крім того, перенавантаження доріг підвищує аварійність та знижує рівень безпеки дорожнього руху.

Виникнення «корків» є наслідком, з одного боку, недостатньої щільності і якості дорожньої мережі, коли вона вже не витримує транспортного навантаження, не може пропустити існуюті потоки, вичерпується пропускна здатність і трасннпортних потік фактично зупиняється, з іншого – часто недосконалої організації руху, зокрема, на перехрестях та недостатнього рівня розвитку громадського транспорту. Значну роль відіграє і нераціональне використання наявної інфраструктури, зокрема відсутність адаптивного регулювання світлофорних об'єктів та систем моніторингу трафіку. Світлофори працюють за застарілими або фіксованими циклами, не враховуючи реальної інтенсивність руху.

Вирішення проблеми потребує впровадження комплексного підходу, який розглядає як модернізацію транспортної інфраструктури, так і розвантаження міста від автомобілів, коли їх частка на вулично-дорожній мережі повинна суттєво зменшуватися, поступившись громадському та альтернативному транспорту, що ефективно застосовується у багатьох європейських містах. Перший підхід передбачає перегляд кількості смуг руху, будівництво нових транспортних розв'язок й удосконалення існуючих вузлів. Другий же є значно економічнішим й передбачає обмеження кількості автомобілів, які в'їжджають до міста, шляхом влаштування перехоплюючих паркувальних майданчиків на в'їздах, упорядкування системи паркування, оптимізацію схем організації руху, розвиток громадського транспорту, велосипедного руху.

Особливу увагу доцільно приділяти впровадженню інтелектуальних транспортних систем, які дозволяють у режимі реального часу аналізувати інтенсивність руху, прогнозувати затори та швидко коригувати управління транспортними потоками.

Тож проблема є багатофакторною, її вирішення потребує системного науково обґрунтованого підходу й сприятиме підвищенню якості життя мешканців міст.

УДК 656.13

Щодо підвищення безпеки руху у містах

доц. Хом'як А.Я., студентка Чабанівська О.А.

Втрата життів та тяжкі травми внаслідок дорожньо-транспортних пригод (ДТП) залишаються значущою соціально-економічною проблемою як у світі, так і в Україні. Щорічно у світі понад 1,2 мільйона людей гинуть на дорогах, а ще 20–50 мільйонів отримують травми різного ступеня тяжкості, зокрема серед уразливих учасників руху — пішоходів та велосипедистів. Кількість загиблих у ДТП в Україні за даними 2024 року перевищує 100 осіб на мільйон населення (в країнах із розвиненою культурою безпеки, таких як Швеція, Данія та Нідерланди цей показник становить близько 20–30 осіб).

Питання зниження смертності та травматизму внаслідок дорожньо-транспортних пригод є одним з ключових викликів міського розвитку. В українських містах значна частка ДТП з тяжкими наслідками фіксується на вуличній мережі, яка проєктувалася в умовах домінування автомобілізаційної парадигми та пріоритету пропускної здатності над безпекою.

Ключовою проблемою вітчизняної містобудівної практики є змішування несумісних функцій у межах одного простору: швидкісного транзиту та доступу до прилеглої забудови. У світовій практиці чітко розмежовуються поняття «дорога», основною функцією якої є переміщення транспорту на високій швидкості, та «вулиця», що забезпечує життя міста, соціальну активність та пішохідний рух.

Тож актуальним є вивчення досвіду європейських країн щодо зниження аварійності та забезпечення комфортності руху на вулично-дорожніх мережах (ВДМ). Функціональний поділ ВДМ при цьому визначається одним із ключових елементів безпеки дорожнього руху і складає основу концепцій Safe System та Sustainable Safety, які спрямовані на мінімізацію наслідків помилок учасників руху, формуючи очікувані параметри руху замість хаотичного змішання потоків з різними характеристиками.

Підходи Safe System (ВООЗ, OECD-ITF) та Sustainable Safety (CROW, Нідерланди) трактують вуличну інфраструктуру як активний засіб нейтралізації помилок користувачів. У цьому контексті функціональний поділ стає не лише класифікаційною процедурою, а інструментом ендогенного контролю швидкості, мінімізації конфліктів та проєктної безпеки. Нідерландська система Sustainable Safety пропонує три ключові принципи проєктування: функціональна узгодженість, гомогенність руху, передбачуваність середовища.

Для міської мережі це означає поєднання ієрархії вулиць із пакетом конструктивних рішень, які забезпечують контроль швидкості, розділення потоків, пріоритет уразливих учасників та чітку логіку перехресть.

Концепція Safe System, реалізована у Швеції, Австралії та Новій Зеландії, виходить із презумпції неминучості людських помилок і вимагає проєктування інфраструктури таким чином, щоб ці помилки не призводили до смертності або тяжких травм. У цьому контексті критичною є керованість кінетичної енергії зіткнення, тобто швидкості.

Вивчення питання відповідного функціонального поділу ВДМ як основи підвищення безпеки руху може розглядатися передумовою для імплементації принципів Sustainable Safe Road Design в нашій країні.

УДК 528 : 625.7/.8

Ефективність геодезичних вимірювань

доц. Хом'як А.Я., студент Порожній. О.Д.

Сучасна геодезія є високотехнологічною та має забезпечувати фундамент для сталого розвитку інфраструктури, цифрового будівництва та просторового управління територіями.

Геодезія як прикладна наука про вимірювання земної поверхні, визначення координат точок, висот і форм рельєфу, є невід'ємною складовою будь-яких інженерних, проєктних та будівельних робіт. Її роль особливо важлива на етапах вишукувань для будівництва автомобільних доріг, мостових переходів, споруд транспортної інфраструктури та промислових об'єктів.

Ефективність геодезичних вимірювань у сучасних умовах визначається не лише точністю, але й комплексом взаємопов'язаних технічних, економічних та організаційних факторів. У роботі проаналізовано еволюцію геодезичних технологій — від класичних оптико-механічних приладів (теодолітів, нівелірів, мірних стрічок) до сучасних електронних, супутникових, роботизованих і безконтактних систем збору просторових даних. Розглянуті

глобальні навігаційні супутникові системи (GNSS), електронні та роботизовані тахеометри, цифрові нівеліри, лазерне сканування (LiDAR), безпілотні літальні апарати (БПЛА). GNSS-технології забезпечують високоточне визначення координат у режимі реального часу (RTK/NTRIP), що усуває потребу у прокладанні складних полігонометричних і нівелірних ходів.

Використання сучасних технологій дозволяє суттєво підвищити точність, продуктивність і швидкість виконання вимірювань, зменшивши трудомісткість польових робіт і ризик людських помилок.

У контексті цифрової трансформації геодезії важливою є роль кібербезпеки та хмарних сервісів у підвищенні ефективності управління даними. Сучасні платформи (наприклад, Trimble Connect, Leica ConX тощо) забезпечують миттєвий обмін даними між польовими і камеральними групами, дозволяючи оптимізувати процеси обробки, аналізу та зберігання результатів.

Актуальним є питання цифрової інтеграції геодезичних технологій із системами інформаційного моделювання будівництва (BIM). Розглянуто концепції «Scan-to-BIM» та «BIM-to-Field»**,** які забезпечують двосторонній обмін даними між польовими вимірюваннями та цифровими 3D-моделями. Це дозволяє досягти максимальної точності у проектуванні, будівництві та контролі геометрії споруд, сприяє підвищенню безпеки, якості та довговічності об'єктів.

Ефективність геодезичних робіт передбачає їх економічність. Автоматизація процесів, цифрова обробка даних і використання хмарних технологій дають змогу скоротити терміни виконання проєктів, зменшити витрати на персонал та усунути потребу у повторних вимірюваннях. Висока точність сучасних приладів сприяє зменшенню кількості помилок, які можуть призвести до дорогих переробок на етапах проєктування чи будівництва.

УДК 528 : 625.7/.8

Тахеометри: еволюція, сучасні моделі, застосування

доц. Хом'як А.Я., студенти Чистяков С.І., Гузенко М.О.

Тахеометри займають важливе місце серед геодезичних приладів, оскільки забезпечують виконання комплексних вимірювань горизонтальних і вертикальних кутів, відстаней та перевищень з подальшим визначенням просторових координат точок місцевості. Вони широко застосовуються під час топографічних знімань, інженерно-геодезичних вишукувань, будівельних і кадастрових робіт, а також при моніторингу деформацій інженерних споруд та об'єктів інфраструктури.

Розвиток тахеометрів тісно пов'язаний із загальним науково-технічним прогресом у галузі геодезії. Початковий етап характеризувався використанням оптичних механічних тахеометрів, які не містили електронних компонентів і вимагали значних трудових витрат та високої кваліфікації виконавця. Вимірювання відстаней здійснювалося за допомогою нитяних далекомірів або шляхом ручних обчислень, що суттєво збільшувало тривалість польових робіт і посилювало вплив людського фактору на результати вимірювань.

Подальший розвиток призвів до появи електронних кутомірів і перехідних моделей тахеометрів, які поєднували оптичну систему з цифровим відліком кутів та можливістю використання зовнішніх електронних далекомірів. Це дозволило підвищити точність вимірювань, зменшити кількість ручних операцій та спростити камеральну обробку геодезичних даних.

Наступним етапом стала поява повноцінних електронних тотал-станцій з інтегрованим електронним далекоміром, внутрішньою пам'яттю та програмним забезпеченням для автоматизованої обробки результатів безпосередньо в польових умовах. Такі прилади забезпечують автоматичне обчислення координат точок, висот і перевищень, а також створення цифрових моделей місцевості.

Сучасні тахеометри та роботизовані тотал-станції являють собою високотехнологічні вимірювальні комплекси, що поєднують функції кутоміра, далекоміра та обчислювального пристрою. Вони здатні працювати в призменному та безпризмовому режимах, оснащуються системами автоматичного наведення і супроводження цілі, а також підтримують інтеграцію з CAD, GIS та BIM-системами. Це істотно підвищує продуктивність геодезичних робіт і дозволяє виконувати складні інженерні завдання з мінімальними часовими та трудовими затратами.

Серед сучасних професійних приладів особливе місце займають роботизовані тотал-станції **Leica Viva TS16** та **Trimble S9**, які застосовуються для виконання високоточних інженерно-геодезичних робіт. Дані моделі поєднують високу кутову та лінійну точність із розвиненими засобами автоматизації, що забезпечує стабільність результатів вимірювань навіть у складних умовах.

Вивчення особливостей та обґрунтування сфер використання є передумовою ефективного застосування кожного комплексу.

Застосування сучасних роботизованих тахеометрів, зокрема Leica Viva TS16 та Trimble S9, дозволяє скоротити тривалість геодезичних робіт, зменшити кількість виконавців у польових умовах і мінімізувати вплив людського фактора.

УДК 625.73:656.13

Вибір конструкцій дорожнього одягу з урахуванням інтенсивності руху

доц. Неізвестна Н.В., студент Бойправ М.С.

Вибір конструкцій дорожнього одягу є одним із ключових та найбільш відповідальних завдань у процесі проєктування автомобільних доріг, оскільки саме від нього значною мірою залежить довговічність, надійність і безпека дорожнього покриття, а також економічна ефективність експлуатації автомобільної дороги в цілому. Раціонально обрана конструкція дорожнього одягу повинна забезпечувати сприйняття та рівномірний розподіл транспортних навантажень, стійкість до дії кліматичних факторів і мінімальні витрати на утримання протягом усього нормативного терміну служби.

Одним з основних факторів, що визначає тип та конструктивні параметри дорожнього одягу, є інтенсивність руху транспортних потоків і їхній якісний склад. Саме інтенсивність руху визначає рівень навантажень, які діють на дорожнє покриття, а також кількість циклів прикладання цих навантажень упродовж строку експлуатації. Зростання інтенсивності руху, особливо за рахунок важких вантажних автомобілів та автопоїздів з підвищеними осьовими навантаженнями, призводить до істотного збільшення напружень у шарах дорожнього одягу та основи, що, у свою чергу, зумовлює прискорення процесів втомного руйнування, утворення тріщин, колійності та пластичних деформацій покриття.

У сучасних умовах експлуатації значна частина автомобільних доріг загальної мережі працює при інтенсивності руху, яка перевищує показники, прийняті під час їх початкового проєктування. Це пов’язано як зі зростанням рівня моторизації населення, так і з активним розвитком вантажних перевезень. У таких умовах традиційні підходи до вибору конструкцій дорожнього одягу потребують перегляду та вдосконалення з урахуванням реальних експлуатаційних навантажень, прогнозованого зростання транспортних потоків і заданого терміну служби автомобільної дороги.

Особливу увагу при проєктуванні необхідно приділяти розрахункам на багаторазове прикладання осьових навантажень, оскільки саме повторюваність дії навантажень є визначальним чинником виникнення втомних тріщин у асфальтобетонних шарах та накопичення залишкових деформацій у конструкції дорожнього одягу. Недостатній запас міцності або невірно обраний тип конструкції призводить до передчасного погіршення транспортно-експлуатаційних показників дороги та зростання витрат на поточні й капітальні ремонти.

Вибір типу дорожнього одягу повинен здійснюватися на основі комплексного аналізу інтенсивності руху, категорії автомобільної дороги, кліматичних умов району будівництва, а також ґрунтово-гідрологічних характеристик земляного полотна.

Врахування інтенсивності руху та складу транспортних потоків на етапі проєктування дорожнього одягу дозволяє забезпечити оптимальне співвідношення між первинними витратами на будівництво, експлуатаційними витратами на утримання та ремонти, а також тривалістю бездефектної та безпечної експлуатації автомобільних доріг упродовж усього нормативного терміну служби.

УДК 625.7/.8:502.174

Енергоефективні та ресурсозберігаючі рішення у дорожньому будівництві

доц. Неізвестна Н.В., студент Пучко О.М.

Енергоефективні та ресурсозберігаючі рішення у дорожньому будівництві набувають особливої актуальності в сучасних умовах зростання вартості енергоресурсів, обмеженості запасів природних матеріалів і посилення вимог до екологічної безпеки інфраструктурних об'єктів. Автомобільні дороги є одним із найбільш матеріало- та енергоємних елементів транспортної системи, оскільки їх будівництво, реконструкція та утримання потребують значних обсягів мінеральних матеріалів, бітумних в'яжучих і паливно-енергетичних ресурсів. У зв'язку з цим оптимізація технологій дорожнього будівництва та експлуатації має суттєвий вплив як на економічні показники галузі, так і на рівень антропогенного навантаження на довкілля.

Одним із пріоритетних напрямів ресурсозбереження в дорожньому будівництві є раціональне та ефективне використання мінеральних і в'яжучих матеріалів. Значного поширення набувають технології повторного використання матеріалів дорожнього одягу, зокрема застосування регенерованого асфальтобетону, отриманого під час фрезерування існуючих покриттів. Використання методів холодного, теплого та гарячого ресайклінгу дозволяє суттєво зменшити потребу в нових матеріалах, скоротити обсяги будівельних відходів, що підлягають утилізації, та знизити енергетичні витрати на виробництво асфальтобетонних сумішей. Крім того, повторне використання матеріалів сприяє зменшенню навантаження на кар'єри та збереженню природних ресурсів.

Підвищення енергоефективності дорожнього будівництва також досягається за рахунок упровадження сучасних асфальтобетонних сумішей, виготовлених при знижених температурах. Технології warm mix asphalt забезпечують зменшення споживання палива на асфальтобетонних заводах, скорочення викидів парникових газів і шкідливих речовин в атмосферу, а також покращення умов праці персоналу. Зниження температури приготування та укладання сумішей дає змогу зменшити втрати теплової енергії, підвищити тривалість транспортного «вікна» укладання та забезпечити більш стабільну якість ущільнення покриття.

Суттєвим аспектом ресурсозбереження є також оптимізація конструкцій дорожнього одягу з урахуванням інтенсивності та складу транспортних потоків, кліматичних і ґрунтово-гідрологічних умов. Науково обґрунтований вибір типу конструкції, матеріалів і товщини окремих шарів дозволяє забезпечити необхідну міцність і довговічність дорожнього покриття без надмірного використання матеріальних ресурсів. Це, у свою чергу, сприяє зниженню витрат не лише на етапі будівництва, але й у процесі подальшої експлуатації, утримання та ремонту автомобільних доріг.

Таким чином, комплексне та системне впровадження енергоефективних і ресурсозберігаючих рішень у дорожньому будівництві є важливою передумовою забезпечення сталого розвитку транспортної інфраструктури. Реалізація таких підходів дозволяє підвищити економічну ефективність дорожніх проєктів, зменшити споживання енергетичних і природних ресурсів, а також мінімізувати негативний вплив дорожнього будівництва та експлуатації автомобільних доріг на навколишнє природне середовище.

УДК 625.73:625.76:656.11

Покращення умов руху на автомобільних дорогах шляхом підсилення дорожнього одягу та удосконалення транспортних розв'язок

доц. Пальчик А.М., начальник відділу оцінки відповідності Центру нормоконтролю, оцінки відповідності та міжнародного співробітництва ДП «Національний інститут розвитку інфраструктури» Неізвестний С.В.

Погіршення умов руху на автомобільних дорогах часто зумовлене незадовільним технічним станом дорожнього покриття та невідповідністю конструкції дорожнього одягу фактичним і перспективним транспортним навантаженням. Це проявляється у зниженні середніх швидкостей руху, збільшенні кількості вимушених маневрів, зростанні нерівномірності транспортних потоків і, як наслідок, підвищенні рівня аварійності на окремих ділянках автомобільних доріг.

Результати наукових досліджень і практичний досвід експлуатації автомобільних доріг підтверджують, що деградація дорожнього одягу негативно впливає на пропускну здатність дороги та основні транспортно-експлуатаційні показники. Погіршення рівності та несучої здатності покриття спричиняє збільшення часу поїздки, підвищення витрат палива, зростання динамічних навантажень на транспортні засоби та погіршення умов комфорту руху. У сукупності ці фактори призводять до зниження ефективності функціонування автомобільної дороги як елемента транспортної інфраструктури.

Суттєве зростання інтенсивності руху та осьових навантажень транспортних засобів на автомобільних дорогах України, що спостерігається впродовж останніх років, зумовлює необхідність підсилення існуючих конструкцій дорожнього одягу. Такі рішення повинні ґрунтуватися на результатах комплексного обстеження технічного стану дорожнього одягу з використанням статичних і динамічних методів вимірювань, зокрема визначення фактичних модулів пружності шарів та приведення отриманих результатів до розрахункових умов експлуатації.

У разі виявлення невідповідності фактичних показників міцності вимогам перспективного транспортного навантаження доцільним є підсилення дорожнього одягу без розширення проїзної частини. Такий підхід дозволяє підвищити несучу здатність конструкції за мінімального втручання в існуючі геометричні параметри дороги та скоротити обсяги земляних робіт. Ефективними технічними рішеннями підсилення є влаштування додаткових асфальтобетонних шарів, використання модифікованих бітумів, застосування технологій холодного ресайклінгу з комбінованими в'яжучими, а також улаштування цементобетонних шарів типу *whitetopping*. Застосування зазначених технологій дозволяє суттєво підвищити несучу здатність конструкції, уповільнити розвиток існуючих дефектів і забезпечити збільшення міжремонтних термінів.

Покращення умов руху та підвищення безпеки дорожнього руху також досягається шляхом удосконалення організації дорожнього руху, зокрема на транспортних розв'язках в одному рівні. Застосування перехідно-швидкісних

смуг, острівців безпеки, а також кільцевих розв'язок дозволяє зменшити затримки руху, скоротити кількість конфліктних точок, упорядкувати транспортні потоки та знизити ймовірність виникнення дорожньо-транспортних пригод.
Економічні розрахунки та аналіз життєвого циклу автомобільних доріг свідчать, що реконструкція доріг із підсиленням дорожнього одягу та оптимізацією організації руху є фінансово доцільною. Застосування таких рішень дозволяє забезпечити значний економічний ефект і зекономити до 65 % капіталовкладень порівняно з повною реконструкцією автомобільної дороги, зберігаючи при цьому необхідний рівень транспортно-експлуатаційних показників і безпеки руху.

УДК 528:625.7/.8

Геодезичне забезпечення проєктування об'єктів транспортної інфраструктури

доц. Неізвестна Н.В., студент Приходько І.В.

Геодезичне забезпечення є невід'ємною та однією з ключових складових процесу проєктування об'єктів транспортної інфраструктури, оскільки саме від точності, повноти та достовірності геодезичних даних значною мірою залежить обґрунтованість проєктних рішень, рівень безпеки дорожнього руху та ефективність подальшої експлуатації автомобільних доріг, мостів, шляхопроводів і транспортних розв'язок. Помилки або неточності на етапі геодезичних робіт можуть призвести до суттєвих відхилень у проєктних параметрах, збільшення обсягів будівельних робіт і додаткових фінансових витрат.
На етапі інженерних вишукувань геодезичне забезпечення включає створення, розвиток і згущення планово-висотної геодезичної основи, виконання детальних топографічних знімань, визначення елементів рельєфу, ситуації місцевості та існуючих інженерних комунікацій. Отримані геодезичні матеріали є базою для розроблення трасування автомобільних доріг, вибору оптимального положення осі траси, проєктування поздовжнього та поперечних профілів, визначення параметрів земляного полотна, а також для розміщення і проєктування інженерних споруд та елементів облаштування дороги.
Використання сучасних геодезичних технологій, зокрема супутникових навігаційних систем GNSS, електронних тахеометрів, технологій наземного та повітряного лазерного сканування, а також безпілотних літальних апаратів, дозволяє суттєво підвищити точність і оперативність отримання просторових даних, скоротити строки виконання польових робіт і мінімізувати вплив людського фактора. Застосування таких технологій забезпечує отримання детальних цифрових моделей рельєфу та місцевості, необхідних для сучасного проєктування транспортної інфраструктури.
Інтеграція геодезичної інформації з геоінформаційними системами (ГІС) та BIM-технологіями створює умови для комплексного та системного підходу до проєктування транспортних об'єктів. Використання цифрових моделей дозволяє проводити варіантне проєктування, оцінювати наслідки прийнятих

рішень, виявляти потенційні колізії на ранніх стадіях та зменшувати ймовірність помилок під час будівництва і подальшої експлуатації.
Таким чином, якісне та науково обґрунтоване геодезичне забезпечення проєктування є важливою умовою створення надійних, безпечних і довговічних об’єктів транспортної інфраструктури. Воно сприяє оптимізації капіталовкладень, раціональному використанню територій і ресурсів, а також підвищенню рівня безпеки дорожнього руху та ефективності функціонування транспортної мережі в цілому.

УДК 528.8:625.7/.8
Використання GNSS-технологій у дорожньому будівництві
доц. Неізвестна Н.В., студент Орехівський О.С.
Сучасне дорожнє будівництво характеризується постійним зростанням вимог до точності геометричних параметрів автомобільних доріг, ефективності виконання будівельно-монтажних робіт та скорочення термінів реалізації інфраструктурних проєктів. У цих умовах особливого значення набуває впровадження сучасних геодезичних технологій, серед яких провідне місце займають супутникові навігаційні системи GNSS. Застосування GNSS-технологій забезпечує високоточне визначення просторового положення об’єктів, оперативне отримання координатної інформації та відіграє важливу роль на всіх етапах життєвого циклу автомобільних доріг — від проєктування до експлуатації.
На стадії інженерно-геодезичних вишукувань GNSS-технології широко використовуються для створення та розвитку планово-висотної геодезичної основи, згущення опорних геодезичних мереж і виконання топографічних знімань різного масштабу. Застосування статичних, швидких статичних і кінематичних режимів вимірювань, зокрема RTK та Network RTK, дозволяє досягти високої точності визначення координат пунктів, суттєво скоротити тривалість польових робіт і зменшити залежність результатів від людського фактора. Це особливо важливо при виконанні вишукувань на протяжних лінійних об’єктах, якими є автомобільні дороги.
У процесі будівництва автомобільних доріг GNSS-технології знаходять широке застосування під час винесення проєктних елементів у натуру, контролю положення осі дороги, геометрії земляного полотна та товщини шарів дорожнього одягу. Значного поширення набули системи автоматизованого керування дорожньо-будівельною технікою з використанням GNSS-позиціонування, які встановлюються на грейдерах, бульдозерах, асфальтоукладачах і котках. Використання таких систем забезпечує точне дотримання проєктних відміток, рівномірність укладання матеріалів, зменшення обсягів переробок і скорочення перевитрат будівельних матеріалів.
Крім того, GNSS-технології ефективно застосовуються на етапі виконавчих знімань для контролю відповідності виконаних робіт проєктним рішенням, а також під час моніторингу деформацій земляного полотна, дорожнього одягу та інженерних споруд. Систематичне GNSS-спостереження дозволяє своєчасно

виявляти небезпечні зміни просторового положення конструктивних елементів і приймати обґрунтовані рішення щодо їх усунення.
Інтеграція GNSS-даних з геоінформаційними системами (ГІС) та BIM-моделями транспортних об’єктів створює єдиний цифровий простір проєкту та сприяє підвищенню точності проєктних рішень, прозорості контролю будівельних процесів і ефективності управління дорожніми проєктами. Використання цифрових моделей дозволяє оптимізувати планування робіт, контролювати їх виконання в реальному часі та зменшувати ймовірність виникнення помилок.
Таким чином, використання GNSS-технологій у дорожньому будівництві є важливим чинником підвищення якості, точності та економічної ефективності будівництва і подальшої експлуатації автомобільних доріг. Їх впровадження сприяє скороченню строків реалізації проєктів, зниженню витрат ресурсів і забезпеченню високого рівня безпеки дорожнього руху.

УДК 528.4

Зйомка методом GNSS у RTK режимі як спосіб підвищення швидкості картографування в особливих умовах

доц. Островерхий О.Г., студентка Китайгора К.Р.

Відомо, що метод RTK (Real-Time Kinematic – кінематика в реальному часі) є найшвидшим методом зйомки супутниковими приймачами. Він ідеально підходить для топографічної зйомки, землевпорядних робіт та винесення точок у натуру.
Під час зйомки методом GNSS у RTK режимі використовують дві системи: одна (база) встановлюється на вибраному пункті, тоді як інша (ровер) використовується для зйомки. Базою може бути власна база користувача, тоді вона повинна бути розташована належним чином, або база, керована третьою особою з мережі стаціонарних станцій, які знають своє точне положення та надсилають поправки на супутникові сигнали. Для дотримання необхідного часу обробки, дані від третіх осіб мають бути передані через Інтернет, забезпечуючи обчислення положення з сантиметровою точністю.
До війни така передача даних через Інтернет забезпечувалася завдяки хорошому GSM покриттю та високій його стабільності роботи майже по всій території України.
На додаток до цього з метою підвищення точності позиціонування з кількох метрів до сантиметрів створювалися наземні системи радіомаяків, і навіть інформаційна радіосистема передачі користувачам диференціальних поправок, що дозволило значно підвищити точність визначення координат.
Диференціальна поправка пересилалася або з геостаціонарних супутників (системи WAAS, EGNOS, MSAS та ін), або з базових наземних станцій.
Найбільша точність досягалася при використанні RTK-поправок зі стаціонарних наземних станцій. Саме така мережа під назвою System.NET діє з 2011 року в Україні.
Крім значного підвищення точності мережа System.NET дозволяла значно розширити зону позиціонування: місцезнаходження стало можливим по всій

зоні покриття мобільної мережі, де приймався GSM/GPRS/UMTS/CDMA сигнал, а також у місцях з можливістю підключення до мережі Інтернет по інших каналах зв'язку.
Також стали можливими: виключення грубих помилок вихідних пунктів; підтримка єдиної міжнародної системи координат; можливість безпосередньої роботи в будь-якій системі координат; скорочення витрат на обладнання; контроль точності безпосередньо під час виконання вимірів; збільшення продуктивність праці; використання додаткових сервісів – постобробка сирих даних RINEX, використання згенерованої віртуальної базової станції при постобробці кінематичних вимірів (Virtual Reference Station), автоматичне оброблення даних та оцінка точності на сервері мережі (AutoPP, QC) та ін.
Тому RTK зйомка найчастіше не потребувала встановлення власної бази користувача, а натомість використовувалася мережа постійно діючих референцних станцій GNSS системи System.NET, що збільшувало продуктивність праці та скорочувало час картографування.
В умовах війни, коли активно та не передбачувано застосовуються засоби РЕБ та РЕР, на перше місце вийшла зйомки методом GNSS у RTK режимі з використанням власної бази - суміщений варіант антени та передавача з модемом.

УДК 727.5:625.7

Актуалізація вимог до технічних рішень щодо моделювання дорожніх умов при проєктуванні сучасних навчальних автодромів

доц. Островерхий О.Г., аспірант Кривобок О.В.

Процедура підготовки і підвищення кваліфікації водіїв транспортних засобів в Україні законодавчо відпрацьована. Відповідно до сучасного рівня розвитку транспортних засобів розроблені програми, застосовуються сучасні автомобілі. Незмінними лишилися навчальні майданчики або автодроми. Законодавчою базою регламентовано лише загальні вимоги щодо типу майданчику та його елементів. Проте відсутні вимоги до їх елементів, які й забезпечують сучасне навчання.
В роботі представлено аналіз світового досвіду та систематизовано інформацію про технічні рішення щодо моделювання найбільш важливих дорожніх умов при проектуванні сучасних навчальних автодромів (центрів). Визначено, що поширеним методом проектування таких центрів є комбінаторні методи.
Відомо, що тренувальну трасу проектують так, щоб вона складалася з окремих елементів (модулів), на яких можна було б відпрацьовувати навики з окремого модуля програми навчання. Кожен такий модуль може використовуватися різними способами транспортними засобами різних категорій, від мотоциклів до вантажівок.
Відповідно до аналізу вимог автодром має бути закритим для руху сторонніх транспортних засобів та пішоходів. Для початкового навчання водінню транспортних засобів він повинен мати рівне та однорідне покриття, переважно цементобетонне, а також технічні засоби організації дорожнього руху, що забезпечують їх цілорічне функціонування. Похила ділянка повинна мати

поздовжній ухил у межах 8-16% включно, використання колійної естакади не допускається. Коефіцієнт зчеплення колеса з покриттям автодрому (у тому числі похилої ділянки) повинен бути не нижче 0,4. У разі проведення навчання у темний час доби освітленість автодрому має бути не менше 20 лк.

Розміри автодрому та його облаштування технічними засобами організації дорожнього руху мають забезпечувати виконання кожного з навчальних завдань, передбачених програмами підготовки водіїв транспортних засобів. Інфраструктура має дозволяти одному інструктору проводити заняття (як теоретичні, так і практичні) для групи від 8 до 12 учасників.

Багато вправ рекомендується проводити на спеціальних модулях, ширина яких нагадує дорогу, що складається з двох, трьох або чотирьох смуг (до 20 м). Кожну тренувальну зону оточують ременями безпеки. Більшість модулів автодрому повинні використовувати так звані «пластини з низьким коефіцієнтом зчеплення» - ділянка дорожнього покриття з пониженим коефіцієнтом зчеплення (<0,2). Якщо водій не зможе контролювати автомобіль і покине зону заносу, автомобіль має відновить зчеплення з дорогою завдяки зоні безпеки з високим коефіцієнтом зчеплення навколо пластин.

Вимірювання швидкості. Кожен навчальний модуль центру рекомендується оснащати приладами для вимірювання швидкості руху транспортного засобу, дані з яких виводяться на екрани, розташовані в кінці траси.

Перешкоди. На території навчального центру практикують два основних типи перешкод: водні та сухі. Обидва типи допускають раптову появу бар'єру на маршруті транспортного засобу, що рухається. Сценарії можна моделювати за допомогою різних комбінацій.

УДК 528.7

Стан і перспективи близької фотограмметрії (CRP) ТА UAV-CRP для обстеження споруд

доц. Островерхий О.Г., студентка Губрій Є.В.

Близька фотограмметрія (close-range photogrammetry – CRP) є одним із ключових напрямів розвитку сучасних геодезичних і інженерно-вимірювальних технологій. Сформувавшись на основі класичної фотограмметрії наприкінці XIX – у першій половині XX століття, CRP упродовж останніх десятиліть зазнала суттєвої трансформації завдяки цифровим сенсорам і розвитку алгоритмів багатовидової геометрії та автоматизованої обробки зображень.

Теоретичною основою CRP є геометрія центральної проєкції, задачі внутрішнього й зовнішнього орієнтування та методи блочної зрівнювальної обробки. Відмінною рисою CRP порівняно з аерофотограмметрією є робота на малих дистанціях і використання переважно неметричних цифрових камер, що зумовлює підвищені вимоги до калібрування й контролю геометрії зйомки. Розвиток алгоритмів Structure-from-Motion і Multi-View Stereo перетворив CRP на доступний інженерний інструмент.

У практиці обстеження будівель і споруд CRP широко застосовується для геометричних обмірів, створення фасадних планів, 3D-моделей та документації архітектурної спадщини, забезпечуючи сантиметрову, а за оптимальних умов –

міліметрову точність. Сучасною тенденцією є інтеграція CRP з наземним лазерним скануванням (TLS), що дозволяє поєднувати високу деталізацію фотограмметричних моделей із метричною стабільністю TLS.
Важливим етапом розвитку CRP стало її застосування для діагностики та моніторингу технічного стану будівельних конструкцій. Фотограмметричні моделі використовуються для аналізу тріщин, визначення деформацій і переміщень під час навантажувальних випробувань та експлуатаційного моніторингу, демонструючи точність, співставну з традиційними контактними методами.
Подальший розвиток CRP тісно пов'язаний із використанням безпілотних літальних апаратів (UAV-CRP), які розширюють можливості обстеження мостів і лінійних інфраструктурних об'єктів. Дослідження підтверджують можливість субміліметрової точності визначення прогинів і переміщень за умови оптимізації схем польоту та використання GCP і RTK-підтримки.
Сучасний розвиток CRP і UAV-CRP пов'язаний з інтеграцією у BIM-моделі, системи моніторингу та цифрові двійники споруд, де фотограмметрія забезпечує фактичну геометрію об'єкта, а методи комп'ютерного бачення й штучного інтелекту – автоматизований аналіз дефектів і змін технічного стану.
Таким чином, близька фотограмметрія та UAV-CRP є методологічно обґрунтованими й перспективними технологіями обстеження будівель, мостів і лінійної інфраструктури, подальший розвиток яких пов'язаний зі стандартизацією гібридних робочих процесів і впровадженням багаточасового моніторингу в межах концепції цифрових двійників.

УДК 625

Щодо проєктування транспортних розв'язок на автомобільних дорогах

доц. Довгополюк Л.О., студент Соловйов В.І.

В умовах щільної мережі автомобільних доріг неминуче їх перетинання, розгалуження та прилягання (такі елементи дорожньої мережі мають назву дорожні вузли або транспортні розв'язки). Їх не слід плутати з транспортними вузлами, тобто системою взаємодії різних видів шляхів сполучення (автомобільного та залізничного, автомобільного та водного, автомобільного, авіаційного та залізничного тощо).
Оскільки на транспортних розв'язках існують специфічні умови руху (зниження швидкості перед поворотом праворуч або ліворуч, виконання власне повороту), саме ці ділянки є найбільш небезпечними для учасників руху та зменшують пропускну здатність дороги в цілому.
Проєктування перетинань, примикань і розгалужень автомобільних доріг полягає у максимальному забезпеченні безпеки руху при виконанні маневрів із найменшими втратами часу, зокрема, для транзитних потоків.
Ці задачі вирішуються правильним підбором геометричних елементів розв'язок, застосуванням попереджувальних елементів оснащення доріг.
В практиці дорожнього будівництва країн Європи, діє постулат: водій має право на помилку, але наслідки цієї помилки повинні бути як найменші.

Відповідно, з точки зору проєктування автомобільних доріг (зокрема, перетинань, примикань і розв'язок у різних рівнях) має бути:
– забезпечено комфортні умови проїзду, що не виключають помилку водія;
– у випадку помилки водія, її наслідки для учасників руху мають бути мінімальні.
Загальні вимоги до вузлів автомобільних доріг – зрозумілість для водіїв, простота, наочність; вони повинні забезпечувати зручність, безпеку і комфортабельність руху автомобілів з розрахунковими швидкостями, а також бути економічно вигідними. У кожному конкретному випадку вибір схеми вузла автомобільних доріг виконується на основі техніко-економічного порівняння можливих варіантів.
Проєктування дорожніх вузлів надзвичайно трудомістке і відповідальне. Особливо це стосується транспортних розв'язок. Вони займають велику площу (іноді до 50 га і більше), а сумарна довжина їх з'їздів разом з перехідно-швидкісними смугами може сягати 2,5 км.
Проєктування транспортних розв'язок – творчий процес, що вимагає ґрунтовних знань в галузі дорожнього будівництва, теорії руху транспортних потоків та конструктивних якостей рухомого складу автомобільного транспорту, а також враховувати психофізіологічні особливості водіїв.

УДК 625.721

Розвиток мережі автомобільних доріг в умовах воєнного стану

ст. викл. Соловйова Н.П., ст. викл. Герасименко А.В.

Мережа автомобільних доріг загального користування є невід'ємною частиною єдиної транспортної системи, що забезпечує роботу всіх галузей економіки, соціальний розвиток суспільства, рівномірний наземний доступ у різні місця країни, а також безпечне та надійне переміщення людей і транспортування товарів із належною ефективністю. Від стану і функціонування автомобільних доріг залежать витрати на перевезення вантажів та пасажирів, рівень цін, певною мірою зайнятість населення та темпи розвитку економіки держави, загалом її обороноздатність.
Збройна агресія російської федерації докорінно змінила транспортну систему України. Одним із найбільш серйозних наслідків війни є катастрофічні руйнування всієї транспортної системи: сотні зруйнованих мостів, десятки тисяч пошкоджених доріг, зруйновані залізничні вузли, аеропорти, морські й річкові порти. І тому, саме автомобільні дороги опинилися під найбільшим навантаженням. Після повномасштабного військового вторгнення російської федерації в Україну, введення воєнного стану та в умовах блокування портів і за відсутності авіаційного сполучення, автомобільні дороги загального користування виконують одну із ключових функцій у життєзабезпеченні країни та посилення її обороноздатності.
Воєнний стан спричиняє суттєві зміни у функціонуванні автотранспортної мережі. Це впливає на ефективне планування, проєктування, експлуатації та управління автотранспортною мережею. Тому автотранспорті підприємства змушені оперативно адаптувати свої операційні процеси, враховуючи

руйнування інфраструктури, зміщення пріоритетів на перевезення стратегічних вантажів та евакуацію населення. Крім того, зміни у географічному розподілі економічної активності та міграція населення впливають на структуру попиту на транспортні послуги. А перевантаження окремих напрямків і невелика експлуатація інших, створюють нерівномірність у використанні автомобільних доріг, що призводячи до змін у автотранспортних коридорах і пошуку нових шляхів для забезпечення зовнішньоекономічної діяльності, зокрема через посилення співпраці з сусідніми країнами.

Враховуючи реалії воєнного часу в дорожній галузі, пріоритетом повинно бути покрокова модернізація і будівництво автотранспортних об'єктів усіх видів із урахуванням досвіду воєнних дій та світових практик, з особливою увагою до військово-логістичної мобільності, гуманітарних евакуацій та захищеності об'єктів від атак.

Розвиток мережі автомобільних доріг має врахувати весь досвід воєнних дій: значно збільшувати стійкість мережі та швидкість відновлення після ударів. Одночасно, важливо інтегруватися в європейські системи (TEN-T, військово-логістичні проєкти НАТО), використовувати інноваційні технології (супутники, «розумні» дороги) та залучати приватні інвестиції за допомогою спрощених процедур PPP . Підвищення безпеки руху, цифровізація та надійне фінансування дозволять Україні зберегти мобільність громадян і переміщення вантажів, навіть у надзвичайних умовах, що підтримає як оборонні, так і цивільні потреби країни.

У межах реалізації Національної транспортної стратегії України пріоритетним має бути адаптація мережі доріг під потреби армії: передбачити не менше трьох смуг на ключових напрямах, посилення укріплень мостів та естакад для руху важкої техніки, розвивати мережу запасних маршрутів. Запровадити стандарти НАТО щодо укріплення дорожньої інфраструктури (шар підсилення, швидке відновлення). Паралельно потрібно розвивати систему маршрутизації військових колон з урахуванням черг зв'язку і паркування на східних напрямках.

УДК 625

Загальні вимоги щодо транспортних розв'язок на міських вулицях і дорогах

доц. Довгополюк Л.О., студент Ружанський А.С.

Умови руху у містах дещо відрізняються від умов руху на автомобільних дорогах загального користування. Відмінності полягають, у першу чергу, в тім, що дозволена швидкість руху на більшості вулиць і доріг населених пунктів не перевищує 60 км/год. Також у містах, як правило, інтенсивність руху перевищує позаміську; у транспортному потоці більша частка маршрутного транспорту, для якого на вулично-дорожній мережі влаштовуються зупинки, що створює додаткові труднощі у транспортному потоці, зменшує пропускну здатність вулиць. Також у містах значно більша кількість пішоходів, які, зокрема, перетинають вулиці у недозволених місцях.

Відстань між перехрестями залежить від характеру міської забудови і значно менша за такі відстані на позаміських дорогах. У середньому відстань між перехрестями становить 600-800 м.

У населених пунктах дорожні вузли в одному рівні класифікуються згідно з ДБН В.2.3-5-2018 залежно від категорій вулиць, що перетинаються і поділяються на нерегульовані, з рухом по кільцю та регульовані. Зокрема, регульовані перехрестя влаштовуються на магістральних вулицях загальноміського та районного значення, а також на головних вулицях і дорогах сільських населених пунктів.

Саморегульований кільцевий рух, як правило, каналізований, влаштовується на магістральних вулицях місцевого значення; магістральних вулицях районного значення; магістральних вулицях загальноміського значення (у малих та середніх містах); головних вулицях і дорогах сільських населених пунктів.

Нерегульовані перехрестя влаштовуються на міських вулицях місцевого значення та на вулицях сільських населених пунктів.

Розв'язки у різних рівнях у містах та населених пунктах поділяються на повні розв'язки (такі, на яких відсутні взагалі перетинання потоків в одному рівні, є лише розгалуження та прилягання потоків) та неповні (на яких є перетинання другорядних доріг в одному рівні).

Так, повні розв'язки − це розв'язки I–IV класів, які влаштовуються на багаторядних магістралях безперервного руху у великих містах. Особливу увагу на таких розв'язках приділено пішохідному руху. Він може бути безперервний, повністю відокремлений від транспортних потоків (на розв'язках I та II класу), може бути безперервний, відокремлений на перехрещеннях з прямими та основними потоками, тоді як на перехрещеннях з іншими потоками допускається регульований рух (на розв'язках III–IV класів).

Розв'язки V класу є неповними і допускають регульовані чи саморегульовані поворотні потоки, тоді як прямі, магістральні потоки є безперервними та відокремленими.

Пішохідні потоки на таких розв'язках на перетинах з прямими потоками безперевні, повністю відокремлені; інші перетини можуть бути, залежно від потреби, безперервними, регульованими або нерегульованими.

Відокремлення потоків здійснюється їх проектуванням в різних рівнях, за допомогою розділювальних смуг або встановленням огородження I групи.

УДК 625.7

Щодо методів організації дорожнього руху на перехрестях з підвищеною інтенсивністю

доц. Алєксєєнко О.В., студент Даніч В.В.

Актуальність проблеми зумовлена стрімким зростанням рівня автомобілізації в містах України, що призводить до перевантаження вулично-дорожньої мережі, збільшення затримок транспорту та зниження рівня безпеки дорожнього руху. Недостатній рівень насиченості мережі засобами світлофорного регулювання порівняно з містами країн Західної Європи та Північної Америки посилює проблему неефективного функціонування перехресть.

Одним із найбільш дієвих напрямів вирішення є оптимізація параметрів світлофорного регулювання на основі аналізу інтенсивності транспортних і пішохідних потоків. Застосування методів розрахунку тривалості циклу,

зокрема методу Френсіса Вебстера, дозволяє визначити раціональну тривалість циклу регулювання з урахуванням коефіцієнтів завантаження та втрат часу. Це сприяє зменшенню середніх затримок транспортних засобів, підвищенню пропускної здатності підходів та зниженню рівня конфліктності на перехрестях. Важливим елементом удосконалення організації дорожнього руху є впровадження адаптивних та координованих режимів роботи світлофорів, що забезпечують гнучке реагування на зміну інтенсивності руху та формування «зеленої хвилі». Додатково підвищення ефективності можливе за рахунок коректного визначення тривалості пішохідних фаз і проміжних тактів, що забезпечують безпечне очищення конфліктних зон.

Перспективи подальшого розвитку полягають у впровадженні інтелектуальних транспортних систем, інтеграції світлофорних об'єктів до автоматизованих систем управління дорожнім рухом, використанні даних детекторів транспорту та аналітики великих масивів даних. Це дозволить перейти від статичних схем регулювання до динамічного управління транспортними потоками в реальному часі та забезпечити комплексне підвищення ефективності функціонування міської транспортної інфраструктури.

УДК 625.7/.8

Щодо доцільності розробки методології оцінювання придатності дорожнього одягу для руху метробусів

доц. Шуляк І.С., студент Порожній О.Д.

За останні десятиліття в США, країнах Південної Америки, Туреччині та в деяких країнах Європи як новий вид пасажирських перевезень розвиваються Bus Rapid Transit (прийняте скорочення – «BRT») – швидкісні автобусні перевезення.

Найбільший розвиток BRT отримали в Латинській Америці, де власне, і народилися. BRT – це система швидкісного громадського транспорту з автобусним рухомим складом, яка дозволяє досягати високої пасажиромісткості, швидкості і якості послуг, що надаються при відносно низьких витратах.

Цей вид пасажирського транспорту дешевший за метро, оскільки потребує при менших капіталовкладеннях налагодити пасажирські перевезення на маршрутах найбільших пасажиропотоків.

В м. Києві ще у минулі роки КМДА оголосила тендер на ТЕО для метробуса від Троєщини до Севастопольской площі. Планується розробка метробусної лінії від Дарницької площі до Лісового масиву. Із закордонного досвіду відомо, що подібний транспорт здатен перевозити до 140 тис. пасажирів за добу, що забезпечить попит пасажирів на перевезення з лівого берега Дніпра на правий. При цьому вартість однієї лінії BRT з Троєщини на Севастопольську площу оцінюється близько 3 млрд. гривень. У той же час, будівництво лінії метрополітену на Троєщину буде коштувати 45 млрд. гривен. При цьому при існуючій інфраструктурі підвезення до метро вона зможе перевозити тільки 110 тис. пасажирів за добу.

Зважаючи на те, що рух метробусів здійснюється на окремих виділених смугах, передбачається аналіз дорожнього одягу та визначення місць для пересадочних станцій.

Довжина метробусів може досягати 25 – 28 метрів, маса – до 45 тон. Тривалість інтервалів руху метробусів може становити 30 секунд, що свідчить про дуже напружений режим роботи дорожнього одягу. Необхідно розробити методику оцінювання придатності його для руху метробусів щодо упередження деформацій та руйнувань.

Для цього слід обґрунтувати номенклатуру показників для оцінювання придатності дорожнього одягу для руху метробусів, виконати огляд інформаційних джерел щодо їх вимірювання, визначити технічні параметри метробусів і параметрів навантаження, яке вони створюють на дорожній одяг, і скласти перелік показників для оцінювання придатності дорожнього одягу для руху метробусів.

УДК 621.643.1

Систематизація оцінювання міцності аеродромного покриву — перехід від ACN–PCN до ACR–PCR

проф. Гамеляк І.П., аспірант Коршак А.В.

З метою захисту аеродромних покривів від надмірних навантажень, зумовлених експлуатаційною недбалістю або невідповідністю характеристик повітряних суден, Міжнародною організацією цивільної авіації (ІКАО) запроваджено систему оцінювання міцності аеродромних покривів та класифікації навантаження літаків. Відповідно до цієї системи для забезпечення необмеженої експлуатації визначаються класифікаційний номер літака (ACN) та класифікаційний номер покриву (PCN).

У зв’язку зі зростанням обсягів повітряних перевезень та інтенсивністю використання аеродромної інфраструктури, аеропорти у всьому світі приділяють підвищену увагу постійному моніторингу стану аеродромних покривів, несну здатність яких оцінюють протягом усього життєвого циклу шляхом визначення значення PCN за результатами випробувань реакції покриву на динамічні навантаження з використанням дефлектометрів з падаючим (FWD) або важким вантажем (HWD), що імітують вплив руху повітряних суден.

Згідно з Додатком 14 до Конвенції ІКАО «Аеродроми», Том І «Проєктування та експлуатація аеродромів», система ACN–PCN була запроваджена у 1981 році як міжнародний стандарт для оцінювання міцності покривів злітно-посадкових смуг, руліжних доріжок та перонів. Її застосування значно спростило обмін аеронавігаційними даними між державами-членами ІКАО, зокрема інформацією щодо міцності аеродромних покривів.

Разом з тим система ACN–PCN базується на спрощених математичних моделях, що використовують прогин покриву як основний показник відносного пошкодження. Такий підхід відповідав рівню розвитку методів аналізу дорожніх і аеродромних покривів наприкінці 1970-х — на початку 1980-х років. Подальший розвиток програмного забезпечення для проєктування покривів, з

використанням теорії багатошарової пружності та методу скінченних елементів, призвів до виявлення низки аномалій. Зокрема, повітряні судна, враховані під час проєктування покриву за сучасними методами, у ряді випадків перевищували допустиму несну здатність, визначену за системою ACN–PCN.

Для усунення зазначених невідповідностей ІКАО розробила нову систему оцінювання міцності аеродромних покривів — ACR–PCR, яка використовує ті самі математичні моделі, що застосовуються під час проєктування товщини покривів. За результатами досліджень встановлено, що співвідношення між значеннями ACR та ACN коливається в межах від 7,7 до 12,0, а значення ACR орієнтовно у 10 разів перевищують ACN, що було зроблено для уникнення плутанини під час переходу між системами.

Система ACR–PCR була затверджена ІКАО у 2019 році, а її впровадження державами-членами передбачене з 2020 року. Водночас визначення значення PCR не може бути безпосередньо виконане на основі наявного PCN, що зумовлює необхідність залучення фахових інженерних розрахунків. До завершення впровадження нової системи система ACN–PCN залишається чинною та відіграє ключову роль у забезпеченні коректного й безпечного переходу до ACR–PCR.

УДК 621.643.1

Обґрунтування рішень з відновлення експлуатаційного стану аеродромного покриву за результатами випробувань FWD

аспірант Коршак А.В.

Сучасна стратегія експлуатування аеродромів базується на переході від візуального оцінювання дефектів до інструментальних методів неруйнівного контролю, серед яких провідне місце посідає застосування установок динамічного навантаження Falling Weight Deflectometer (FWD). В основу методу покладено імітацію короткочасного ударного впливу, створюючи навантаження від повітряного судна, що дозволяє за допомогою геофонів фіксувати чашу прогину поверхні. Отримані параметри є основними даними для «зворотного розрахунку» (Backcalculation), яка дозволяє визначити фактичні модулі пружності кожного конструктивного шару та земляного полотна. Проведення випробувань FWD у різні періоди експлуатування покриву забезпечує можливість відстеження динаміки зміни його міцнісних характеристик та своєчасного виявлення початкових стадій руйнування. Це дає можливість заздалегідь планувати ремонтні заходи, не доводячи стан покриву до критичного/аварійного стану.

Аналіз отриманих результатів дає змогу виявити приховані деградації матеріалів, втрату стабільності основи або наявність порожнин під плитами штучних покривів, що часто не мають зовнішніх проявів. Обґрунтування рішень щодо відновлення експлуатаційного стану безпосередньо залежить від отриманих значень залишкового ресурсу конструкції. Оцінювання залишкового ресурсу покриву за результатами FWD дозволяє приймати рішення щодо виду

ремонту на основі виміряних показників, а не лише експертної оцінки, що підвищує обґрунтованість і надійність таких рішень.
У випадках, коли модулі пружності відповідають проєктним значенням, приймаються рішення про проведення профілактичних заходів, поверхневої обробки, локальних ремонтних робіт. За умови виявлення низької несної здатності, результати FWD стають основою для розрахунку параметрів посилення, дозволяючи точно визначити конкретні ділянки, які потребують посилення, необхідну товщину нового шару та дають змогу уникнути надлишкових витрат. Або ж за потреби приймається рішення про проведення капітального ремонту елементів аеродрому.
Використання даної технології забезпечує високу точність прогнозування терміну служби аеродрому та дозволяє оптимізувати витрати на ремонтні роботи. Інтеграція результатів діагностики FWD в системи управління аеродромними покривами є ключовою умовою для підтримання відповідності аеродрому міжнародним стандартам ІКАО та гарантування безпеки польотів у складних умовах експлуатування. Таким чином, перехід до автоматизованого збору та аналізу даних прогинів стає необхідним етапом модернізації інфраструктури, що забезпечує науково обґрунтований підбір технологій відновлення для кожної конкретної ділянки злітно-посадкової смуги чи перону.

УДК 621.643.1

Оптимізація плану ремонтних робіт на основі зонального оцінювання покриву

проф. Гамеляк І.П., аспірант Коршак А.В.

Ремонт аеродромних покривів пов’язаний із кількома ключовими викликами. Перш за все, безпека та надійність експлуатування аеродрому мають абсолютний пріоритет, оскільки будь-які дефекти покриву можуть негативно вплинути на безпеку польотів. По-друге, утримання та ремонтування аеродромів потребують значних фінансових ресурсів, як для капітального, так і для поточного ремонту, що підкреслює важливість ефективного проведення ремонтних робіт. Для забезпечення економічної ефективності та мінімізації впливу на роботу аеродрому критично важливим є точне визначення пріоритетних ділянок та зон ремонту. Усі ці фактори створюють необхідність застосування сучасних методів оцінювання стану покриву та обґрунтованого планування ремонтних заходів.
Традиційний підхід до ремонту аеродромів часто передбачає ремонт великих площ «суцільним полотном», що не завжди є економічно виправданим. Практичне застосування установки Falling Weight Deflectometer (FWD) дозволяє змінити цю методику на більш розумну — зональну, адже ефективне планування ремонтних робіт аеродромного покриву потребує детальної інформації про стан його окремих ділянок.
Використання установок FWD дозволяє розділити злітно-посадкову смугу та руліжні доріжки на окремі ділянки за критерієм фактичної несної здатності й жорсткості/міцності конструкції, враховуючи різну якість, знос та експлуатаційні характеристики покриву кожної ділянки. Таке зонування

базується на аналізі статистичного розподілу модулів пружності, що дає змогу ідентифікувати зони з критичним зниженням міцності, які часто не співпадають з візуальними межами пошкоджень/дефектів. Практичний алгоритм оптимізації починається з побудови карти ізоліній прогинів, де виділяються ділянки з аномальними показниками «чаші прогину», що свідчать про локальні проблеми в нижніх шарах або земляному полотні.

Дефлектометр з падаючим вантажем (FWD) дозволяє отримати точну інформацію про стан аеродромного покриву на окремих ділянках. Цей метод забезпечує ідентифікацію критичних зон, тобто тих ділянок, де міцність покриву знижена до рівня, який потребує термінового втручання.

На основі отриманих даних формується пріоритетність ремонтних робіт: ділянки з найбільшими пошкодженнями або підвищеним навантаженням отримують першочергове обслуговування. Такий підхід дозволяє ефективно розподіляти ресурси та зменшувати ризики для безпеки польотів.

Крім того, застосування FWD допомагає зменшити витрати, оскільки дозволяє не ремонтувати ділянки покриву, які перебувають у задовільному експлуатаційному стані.

УДК 625.70

Удосконалення неруйнівних методів обстеження та оцінювання технічного стану аеродромних покриттів.

проф. Гамеляк І.П., аспірант Плесницький А.В.

Експлуатаційна безпека повітряного руху значною мірою залежить від технічного стану аеродромних покриттів — злітно-посадкових смуг, руліжних доріжок та перонів. Сучасна інтенсифікація повітряного руху, збільшення ваги та контактних навантажень літаків, а також кліматичні виклики (часті цикли заморожування–відтавання, інтенсифікація опадів) призводять до пришвидшених темпів деградації покриттів. Ці обставини висувають підвищені вимоги до методів діагностики: вони повинні бути об’єктивними, відтворюваними й економічно обґрунтованими, а також придатними для оперативного прийняття рішень з технічного обслуговування і ремонту. Ця сукупність факторів обґрунтовує вибір теми дисертації, спрямованої на вдосконалення методів оцінки технічного стану аеродромних покриттів.

Сучасні дослідження демонструють, що поєднання георадарних досліджень (GPR) та випробувань на деформації (FWD) у поєднанні з алгоритмами глибокого навчання дозволяє точніше визначати товщини шарів, виявляти внутрішні ушкодження й оцінювати структурну міцність уцілілого покриття. Такі комплексні підходи дають змогу робити надійніші прогнози залишкового ресурсу покриття порівняно з використанням одного методу.

Використання UAV (дронів) для аерофотознімання у поєднанні з алгоритмами глибокого навчання для автоматичного виявлення тріщин, вибоїн та інших дефектів стає загальним трендом: методи дозволяють швидко отримувати просторово-когерентні дані, автоматизовано класифікувати дефекти й отримувати кількісні характеристики (довжина тріщин, площа патчів тощо). Це значно знижує суб’єктивність інспекцій та скорочує витрати часу.

Удосконалені методи оцінювання технічного стану аеродромного покриття базуються на реальних експлуатаційних викликах, прогресі інструментальних та цифрових технологій, а також на потребі адаптації міжнародних практик до національних умов. Запропонований комплексний підхід (UAV + GPR + FWD + ML + APMS) має потенціал суттєво підвищити об'єктивність, точність і оперативність оцінок, а також оптимізувати витрати на утримання аеродромної інфраструктури. Результати дослідження матимуть практичну вагу для авіаційної інфраструктури України й можуть бути використані для коригування національних методичних документів.

УДК 625.70

Перспективи удосконалених комбінованих неруйнівних методів оцінювання технічного стану аеродромних покриттів

аспірант Плесницький А.В.

Міжнародні організації та регулятори (FAA, ICAO, EASA) протягом останніх років оновлюють підходи до оцінки покриттів. FAA надає комплексні рекомендації з проєктування та оцінки аеродромних покриттів (AC 150/5320-6G), які залишаються базовою методологією для інструментальної діагностики та експлуатаційної оцінки. Паралельно ICAO впроваджує Global Reporting Format (GRF) для звітності про стан смуги, а в Європі триває перехід від ACN/PCN до нової методики ACR–PCR (Aircraft Classification Rating — Pavement Classification Rating) з розробкою рекомендацій EASA щодо практичної імплементації. Ці ініціативи зміщують акцент з простого візуального огляду до уніфікованого опису несучої здатності й умов поверхні, придатних для міжнародного застосування.

Методи оцінювання технічного стану аеродромного покриття, котрі базується на основі комбінованих методів та поєднують георадарні дослідження (GPR), випробування на деформації з алгоритмами машинного навчання для автоматичного виявлення дефектів і оцінки структурного стану та інтеграцію діагностичних даних (оптичних, GPR, FWD) у APMS (Airport Pavement Management System), що дозволяє формалізувати процес ухвалення рішень з точки зору економічної оптимізації: пріоритизація ремонтів, прогнозування витрат та планування ресурсів. Нові наукові підходи вдосконалюють моделі прогнозування з урахуванням невизначеностей та варіабельності експлуатаційних впливів.

Розроблені методи можуть бути використані службами експлуатації аеродромів, організаціями з технічного нагляду, базовими науково-дослідними та проектними інститутами. Інтеграція в APMS дозволить оптимізувати бюджетування ремонтних робіт та мінімізувати ризики, пов'язані з несподіваним погіршенням стану покриття. Крім того, рекомендації з формування звітності зроблять результати вимірювань сумісними з міжнародними вимогами, що важливо для забезпечення експлуатації аеродромів у міжнародному просторі.

УДК 625.70

Ефективне ін'єкційне зміцнення ґрунтових основ дорожніх одягів за допомогою гідроімпульсного методу

проф. Гамеляк І.П., проф. Коц І.В., аспірант Трубаєнко А.І. (Вінницький національний технічний університет)

Метою дослідження є експериментальна перевірка гіпотези щодо збільшення радіуса розтікання розчину при використанні імпульсної складової тиску у порівнянні зі статичним (постійним тиском нагнітання).

У Вінницькому національному технічному університеті спільно із Національним транспортним університетом проведено серію експериментальних досліджень нового технологічного обладнання для імпульсного нагнітання в'яжучих розчинів в ґрунтовий масив. Для проведення експериментальних досліджень застосовувався спеціалізований експериментальний стенд До складу експериментального стенду входить: силовий нагнітальний агрегат, що включає робочу камеру, напірну камеру, в яку стаціонарно подається під певним статичним тиском розчин скріпної рідини, яка в подальшому витискається у ґрунтовий масив із накладенням додатково створених силових гідравлічних імпульсів зміни робочого тиску нагнітання. Для створення періодичних гідравлічних імпульсів нагнітального агрегату застосовувався дистанційний блок автоматичного керування генератором гідравлічних імпульсів тиску – імпульсний двокаскадний клапан-пульсатор. Частота повторення силових імпульсів нагнітання визначалась за осцилограмами переміщення плунжерного робочого органу, а тиск в нагнітальній камері пристрою контролювався за показами сенсорів тиску. Експериментальні дослідження радіуса розтікання розчину в ґрунтовий масив проводились на зразках з дрібного щебеню з розмірами частинок 3…8 мм. Як технологічний розчин для силікатизації використовувався розчин, що базується на введенні в ґрунт ґелеутворюючої речовини – розчину, що складається з двох або трьох компонентів, з в'язкістю, близькою до в'язкості води (2-5 спз) та з уповільненим (заздалегідь заданим) часом гелеутворення. До складу рецептури входили компоненти: силікат натрію+кремнефтористоводнева кислота. При проведені експериментальних досліджень варіювалися наступні показники: тиск 0,3...1,5 МПа, амплітуда (частота повторення гідравлічних імпульсів) 1...5 Гц. Для виконання експериментальних досліджень було підготовлено 2 ємності зі щебнем відповідного розміру. Експеримент проводився у 2 етапи: на першому етапі нагнітання технологічного розчину проводилося завдяки статичному навантаження силового плунжера нагнітального пристрою, а на другому – до статичного навантаження додавалось силове імпульсне привантаження. При нагнітанні технологічного в'яжучого розчину отримані зразки при гідроімпульсному нагнітанні виявились 1,6…2,1 рази більшими за об'ємом, ніж зразки при статичному нагнітанні розчину, а також збільшився радіус розповсюдження розчину, а як наслідок, збільшився ефективний об'єм ґрунтового масиву, що значно впливає на несучу здатність ґрунту. Ці результати підтвердили функціональні можливості і переваги силового гідроімпульсного нагнітання технологічних в'яжучих розчинів у ґрунтовий масив.

Виконана експериментальна перевірка функціонування запропонованого гідроімпульсного устаткування, кількісне і якісне оцінювання параметрів і характеристик нагнітання технологічних розчинів в ґрунтовий масив, яка підтвердила можливість інтенсифікування технологічних процесів, наприклад, силікатизації ґрунтових масивів, а також ефективність функціонування запропонованого нового обладнання. Порівняння отриманих результатів експериментальних досліджень, яке проводилось згідно утворених у щебеневій структурі тіл заповнення показало, що гідроімпульсне нагнітання технологічних в'яжучих розчинів в масив є більш ефективним, тому що відбувається якісне заповнення порожнин у щебені і тіла заповнення, які утворені у товщі щебеневого масиву, мають значно більші розміри, внаслідок проникнення розчину на більшу глибину. В кінцевому результаті при практичному застосуванні це гарантуватиме високу міцність ґрунтового масиву та більшу несну здатність основ і фундаментів.

УДК 625.70

Дослідження автоклавної камери з рециркуляційним аеродинамічним нагрівачем для тепловологісної обробки бетонних виробів

проф. Гамеляк І.П., проф. Коц І.В., аспірант Слободянюк С.О. (Вінницький національний технічний університет)

Враховуючи актуальність проблеми, спільно ВНТУ та НТУ розроблено автоклавну установку для ТВО цементобетонних виробів з інноваційним рециркуляційним аеродинамічним нагрівачем. Принцип дії аеродинамічного нагрівача роторного типу, полягає в тому, що в результаті рециркуляції повітряного потоку і виникають аеродинамічних втрати тиску в роторному колесі, яке спричиняє нагрів повітряного середовища всередині робочої камери. Потік гарячого повітря, що рециркулює в робочій камері, передає тепло конструктивним елементам робочої камери і рівномірно розігріває бетонні вироби, що розташовані в ній. Необхідний надлишковий тиск у повітряному середовищі в теплоізольованому корпусі створюється компресором з пневморесивером. Коли всередині бетонних виробів при нагріванні відбуватимуться процеси хімічної чи фізичної модифікації матеріалів, що пов'язані із поглинанням вологи (процеси гідратації цементу у бетонних виробах), то для забезпечення необхідного тепловологісного балансу в повітряному середовищі робочої камери необхідно додатково подавати воду. Для цього над аеродинамічним нагрівачем роторного типу відбувається розбризкування води через форсунки. Вода під дією високої температури перетворюється в пару, яка разом із теплим повітрям рециркулює всередині робочої камери, створюючи відповідне за тиском і температурою пароповітряне середовище, що здійснює подальше нагрівання і зволоження поверхні та внутрішнього об'єму виробу. В разі потреби дотримання необхідного за технологічними вимогами тепловологісного режиму процеси подачі води періодично повторюються. Нами проведено математичне моделювання процесу тепловологісної обробки цементобетонних виробів. При цьому розглядається пропарювальна камера як складна система, в якій її складові частини

взаємодіють між собою: пароповітряний об’єм, вироби, форми виробів, корпус камери. При створенні математичної моделі динаміки робочого процесу тепловологісної обробки будівельних виробів в пропарювальній камері із аеродинамічним нагрівом було прийнято наступні припущення: пароповітряний об’єм камери є об’єктом із зосередженими параметрами; термічний опір, який створює плівка конденсату при конденсації пари нескінченно малий порівняно з опором дифузійного шару пароповітряної суміші, наявність плівки конденсату та її товщина не впливає на процеси тепломасообміну; тепло у виробах поширюється в основному за рахунок теплопровідності, причому, кількість теплоти, яка віддається нагрітими тілами стікаючому конденсату, є нескінченно малою порівняно з теплом, яке віддається пароповітряним середовищем; виріб – однорідне та капілярно-пористе тіло: арматура і грубодисперсні заповнювачі не впливають на розповсюдження тепла за просторовими координатами; деформація об’єму виробу, що пов’язана зі зміною температури, є досить незначною в порівнянні з вихідним об’ємом; закономірності процесу розповсюдження тепла є однаковими для всіх виробів: бетонний виріб являє собою необмежену пластину, тобто товщина вироби значно менша двох інших розмірів (довжини та ширини). Розроблено математичну модель процесів тепло- і масообміну, що протікають в бетонних виробах при їх ТВО в пропарювальних автоклавних камерах в пароповітряної середовищі. Для встановлення напруженого стану, який виникатиме у бетонному виробі окремо розглянута також математична модель напруженого стану бетонного виробу в процесі його тепловологісної обробки в пропарювальній камері у пароповітряному середовищі, яка відрізняється від відомих особливостями передачі теплової енергії та зміни вологовмісту в робочих камерах запропонованого типу, що надає можливість встановити раціональні режими зміни сумарних напружень у виробах, які сприятимуть оптимальному проходженню процесу гідратації та тужавіння суміші. Запропоновані алгоритми числового розв’язання методом скінчених різниць математичних моделей процесів тепло- і масообміну та напруженого стану у бетонних виробах. Здійснено перевірку адекватності запропонованих моделей на підставі отриманих експериментальних даних. Аналітично та експериментально встановлено взаємозв’язок між температурою, яка створюється всередині робочої камери пропарювальної автоклавної установки та її робочими, конструктивними параметрами і характеристиками, а саме: об’ємом робочої камери, геометричними розмірами нагрівача роторного типу, частоти обертання ротора. Результати експериментальних досліджень підтверджують перетворення кінетичної енергії потоку повітряного середовища в теплову енергію. Внаслідок гальмування швидкості потоку зменшується його кінетична енергія, але вона не зникає, а перетворюється в теплоту, при цьому, загальний запас енергії залишається постійним у відповідності з першим законом термодинаміки.

У результаті проведених досліджень запропоновано ефективні режими та раціональне конструктивне виконання запропонованої пропарювальної автоклавної установки із рециркуляційним аеродинамічним нагрівачем для

тепловологісної обробки цементобетонних і залізобетонних виробів, як такою, що має суттєві технічні переваги у порівнянні із відомим серійним обладнанням. На підставі проведеного математичного моделювання розроблено науково обґрунтовану методику для проектування пропарювальних автоклавних установок різних типорозмірів з відповідними технологічними параметрами.

УДК 666.97.033.16; 625.70

Гідравлічне ударно-вібраційне обладнання для нарощування монолітних бетонних основ об'єктів транспортної інфраструктури

проф. Гамеляк І.П., проф. Коц І.В., аспірант Сторожук С.Б. (Вінницький національний технічний університет)

Метою цієї роботи є дослідження та аналіз гідроприводного навісного ударно-вібраційного обладнання для виготовлення монолітних бетонних основ методом послідовного нарощування, а також оцінка його ефективності та впливу на якість будівельних робіт. Встановлення основних переваг та недоліків використання цього обладнання в сучасних будівельних проектах та розробка рекомендацій для його оптимального застосування.

Суть дослідження. Гідроприводне навісне ударно-вібраційне обладнання для виготовлення монолітних бетонних основ методом послідовного нарощування є високоефективним технічним рішенням, що забезпечує якісне та ефективне будівництво. Цей метод використовується для створення монолітних бетонних основ, таких як фундаменти, стіни або плити, шляхом послідовного нарощування шарів бетону. Основним компонентом цього обладнання є гідроприводна система, яка забезпечує передачу потрібних сил та вібрацій на бетонну суміш. Це дозволяє досягти оптимального ущільнення бетону та забезпечити його міцність і стійкість. Гідроприводна система може бути вбудована на спеціальну раму або кріпитися на навісну конструкцію для руху по будівельному майданчику. Ударно-вібраційна функція обладнання використовується для видалення повітряних порожнеч у бетонній суміші та ущільнення її структури. Це забезпечує однорідність та стійкість монолітного бетону. Крім того, обладнання може мати регульовану силу удару та вібрації, що дозволяє адаптувати процес до конкретних вимог та особливостей будівельного проєкту. Метод послідовного нарощування дозволяє будувати монолітні бетонні основи шар за шаром, забезпечуючи поступове нарощування висоти та міцності конструкції. Цей метод дозволяє досягти високої якості та однорідності будівельного матеріалу, зменшити витрати на будівництво та скоротити тривалість виконання робіт. Застосування гідроприводного навісного ударно-вібраційного обладнання для виготовлення монолітних бетонних основ методом послідовного нарощування має численні переваги:

1. Якість матеріалу: Цей метод дозволяє забезпечити високу якість та однорідність будівельного матеріалу. Гідроприводна система гарантує оптимальне ущільнення бетону, що забезпечує його міцність і стійкість.
2. Видалення пустот: Використання ударно-вібраційного обладнання дозволяє ефективно видалити повітряні порожнечі у бетонній суміші, що позитивно

впливає на якість та тривалість експлуатації монолітної конструкції. Регульована сила удару та вібрації дозволяє адаптувати процес до конкретних вимог та особливостей будівельного проекту.

3. Ефективне будівництво: Метод послідовного нарощування шарів бетону дозволяє ефективно будувати монолітні основи, забезпечуючи поступове нарощування висоти та міцності конструкції. Цей метод дозволяє зменшити витрати на будівництво, оскільки не потребує використання дорогих опалубок або інших матеріалів. Він також скорочує час виконання робіт, що є важливим аспектом для проектів з обмеженим терміном виконання. Загалом, гідроприводне навісне ударно-вібраційне обладнання для виготовлення монолітних бетонних основ методом послідовного нарощування є ефективним технічним рішенням, яке дозволяє досягти високої якості та ефективності будівництва. Цей метод забезпечує стійкість та міцність конструкції, скорочує витрати та час будівництва, що робить його привабливим вибором для будівельних проектів різного масштабу.

Застосування гідроприводного навісного ударно-вібраційного обладнання для виготовлення монолітних бетонних основ методом послідовного нарощування є ефективним рішенням у будівництві. Результати дослідження показують, що цей метод дозволяє досягти високої якості та однорідності будівельного матеріалу, ефективно видалити повітряні порожнечі, що позитивно впливає на міцність та тривалість експлуатації конструкцій. Метод послідовного нарощування шарів бетону дозволяє зменшити витрати та час будівництва, роблячи його привабливим вибором для будівельних проектів різного масштабу. Цей метод також дозволяє адаптувати процес до конкретних вимог та особливостей будівельного проекту, забезпечуючи його гнучкість та універсальність. Розроблене конструктивне виконання, виготовлене та впроваджене навісне обладнання з гідроімпульсним приводом від базової гідрофікованої вантажопідйомної машини, пройшло експериментальну перевірку, яка підтвердила придатність та економічну доцільність цього обладнання до практичного застосування. Отримані результати експериментальних та виробничих випробувань покладені в основу вдосконалення методики розрахунку конструктивних та привідних характеристик обладнання.

УДК 338.5:625.7/.8

Встановлення норм витрати палива на машини та механізми

наук. співр. Маковська Ю.А. (Державне підприємство «Національний інститут розвитку інфраструктури»), аспірантка Стасюк Т.В. (Державне підприємство «Національний інститут розвитку інфраструктури»

Раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів є одним із пріоритетних завдань розвитку сучасної транспортної та промислової галузей. Рівень витрат палива безпосередньо визначає економічну ефективність експлуатації машин і механізмів, а також суттєво впливає на обсяги шкідливих викидів у атмосферне середовище. У зв’язку з цим питання обґрунтованого визначення норм витрати палива набуває особливої актуальності, оскільки їх

коректний розрахунок сприяє оптимізації експлуатаційних витрат, підвищенню енергоефективності техніки та зменшенню негативного впливу на довкілля.
Розрахунок норм витрат палива для дорожніх машин і механізмів є важливим етапом планування та оптимізації витрат у сферах будівництва, транспорту та комунального господарства. Визначення нормативного рівня споживання палива сприяє забезпеченню раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів, зниженню експлуатаційних витрат техніки та зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище.Нормування витрат палива передбачає встановлення допустимого обсягу його споживання за визначених умов експлуатації техніки. Для цього застосовуються базові лінійні норми, які встановлюються для конкретних моделей або модифікацій машин, а також система нормативів і коригувальних коефіцієнтів. Один із ключових аспектів ефективного використання палива полягає в розумінні чинників, що визначають його споживання. Витрати палива можуть змінюватися під впливом різних факторів, зокрема типу двигуна. Конструктивні особливості силового агрегату значною мірою визначають рівень споживання палива. Наприклад, дизельні двигуни характеризуються вищою економічністю порівняно з бензиновими завдяки підвищеному коефіцієнту корисної дії. Крім того, сучасні двигуни, оснащені системами впорскування палива, турбонаддувом та електронним управлінням, демонструють нижчий рівень споживання палива у порівнянні з застарілими карбюраторними моделями.Навантага відіграє важливу роль у споживанні палива, оскільки збільшення маси перевезеного вантажу або обсягу виконуваної роботи спричиняє підвищення витрат. Значний вплив на рівень споживання палива має також технічний стан транспортного засобу. Зношеність двигуна, засміченість повітряного чи паливного фільтра, некоректне регулювання системи впорскування палива та незадовільний стан шин можуть призводити до збільшення витрат.

УДК 625.7/.8

Підвищення ефективності експлуатації аеродромних покриттів в умовах інтенсивного авіаційного навантаження.

ст. викл. Герасименко А.В., студенти Афанасьєв А.А., Царинник Д.В., Юрченков М.В.

Сучасний розвиток цивільної та військової авіації характеризується зростанням інтенсивності польотів, збільшенням маси повітряних суден та підвищенням вимог до безпеки польотів. У зв’язку з цим особливої актуальності набувають питання забезпечення надійної експлуатації аеродромів та підтримання належного технічного стану їх основних елементів, зокрема штучних покриттів злітно-посадкових смуг, руліжних доріжок та перонів. Експлуатація аеродромних покриттів супроводжується впливом значних динамічних навантажень від шасі повітряних суден, а також дії кліматичних факторів, таких як температурні коливання, атмосферні опади та процеси замерзання і відтавання. Сукупність цих факторів призводить до поступового зниження експлуатаційних характеристик покриттів, появи тріщин, вибоїн, деформацій та інших дефектів, що можуть негативно впливати на безпеку польотів. Аналіз

сучасних підходів до експлуатації аеродромів свідчить про необхідність застосування комплексних методів контролю технічного стану покриттів. Одним із перспективних напрямів є використання сучасних методів діагностики, зокрема неруйнівного контролю, що дозволяє своєчасно виявляти початкові стадії руйнування конструкцій та запобігати їх подальшому розвитку. Крім того, важливим є впровадження систем моніторингу стану аеродромних покриттів, які дають змогу отримувати об'єктивну інформацію про їх експлуатаційні параметри. Застосування сучасних технологій обстеження та прогнозування технічного стану покриттів дозволяє оптимізувати планування ремонтно-відновлювальних робіт, підвищити ефективність використання матеріальних ресурсів та зменшити експлуатаційні витрати. У результаті забезпечується підвищення надійності функціонування аеродромної інфраструктури та безпеки польотів. Таким чином, удосконалення системи експлуатації аеродромних покриттів на основі сучасних методів діагностики та моніторингу є важливим напрямом підвищення ефективності функціонування аеродромів та забезпечення безпечної експлуатації повітряного транспорту.

УДК 625.7/.8

Сучасні технології влаштування аеродромних покриттів

ст. викл. Герасименко А.В., студенти Сидоренко Н.М., Рак А.В., Пелехань М.Р.

Будівництво аеродромів є складним інженерним процесом, який вимагає високого рівня технічної підготовки, точного планування та застосування сучасних технологій. Аеродромні покриття повинні забезпечувати не тільки високі показники міцності та довговічності, але й здатність витримувати значні динамічні навантаження від зльотів і посадок повітряних суден різних класів. Процес влаштування аеродромних покриттів включає декілька ключових етапів: геодезичну розвідку і планування території, підготовку основи та земляного полотна, влаштування дренажної системи, укладання несучого покриття та його ущільнення. Підготовка основи є фундаментально важливою, оскільки від її якості залежить довговічність покриття та експлуатаційна безпека. Для стабілізації ґрунтів сучасні технології передбачають використання цементу, вапна, хімічних стабілізаторів та геосинтетичних матеріалів, які підвищують несучу здатність основи та зменшують осідання при експлуатаційних навантаженнях. У сучасному аеродромному будівництві застосовуються два основних типи покриттів: цементобетонні та асфальтобетонні. Цементобетонні смуги відзначаються високою міцністю, тривалим терміном експлуатації та стійкістю до різких коливань температури. Вони ідеально підходять для аеродромів з високим інтенсивним рухом повітряних суден. Асфальтобетонні покриття, у свою чергу, забезпечують гнучкість у конструкції смуги, можливість швидкого ремонту та адаптацію до кліматичних умов. Застосування модифікованих бітумів, армуючих матеріалів і геосинтетичних вставок дозволяє збільшити стійкість до деформацій, продовжити термін служби та знизити експлуатаційні витрати.Одним із напрямів сучасних технологій є механізація та автоматизація процесів будівництва. Використання високопродуктивної дорожньо-будівельної техніки,

систем автоматичного контролю ущільнення ґрунтів і покриттів, цифрових моделей території та геодезичних приладів дозволяє забезпечити високу точність робіт, скоротити терміни будівництва та оптимізувати витрати. Значну роль відіграє також контроль якості матеріалів і технологічних процесів на всіх етапах будівництва. Сучасні тенденції в аеродромному будівництві передбачають інтеграцію інноваційних матеріалів та технологій, що забезпечують підвищену стійкість до кліматичних факторів, навантажень та зносу.

УДК 528.3; 625.70

Криза геодезії як виклик сучасному геопросторовому розвитку

проф. Гамеляк І.П., аспірант Крибовок О.В.

Сучасний етап розвитку науки і техніки характеризується стрімким зростанням ролі геопросторових технологій, які лежать в основі навігації, будівництва, транспорту, точного землеробства, моніторингу довкілля та функціонування «розумних» міст. Фундаментом усіх цих напрямів є геодезія — наука про визначення форми, розмірів Землі та координатного забезпечення простору. Однак, незважаючи на зростаюче значення, у світі формується явище, яке все частіше визначають як «криза геодезії».

Сутність цієї кризи полягає у парадоксальному поєднанні зростання попиту на високоточні геопросторові дані та одночасного скорочення кількості висококваліфікованих геодезистів. Розвиток супутникових технологій (GNSS), автоматизованих систем збору даних та програмного забезпечення створив у широкого кола користувачів ілюзію простоти геодезичних вимірювань. Це призвело до знецінення ролі фундаментальних знань і формування хибного уявлення про те, що складні геодезичні задачі вирішуються «автоматично».

Однією з ключових причин кризи є демографічний фактор: значна частина досвідчених фахівців завершує професійну діяльність, тоді як приплив молодих кадрів є недостатнім. Університетські програми з геодезії скорочуються або трансформуються у ширші геоінформаційні спеціальності, що призводить до втрати глибокої фундаментальної підготовки. Освітня система часто не встигає адаптуватися до нових вимог ринку, де необхідні спеціалісти, здатні працювати на межі геодезії, ІТ, інженерії та наук про Землю.

Іншою важливою проблемою є низький рівень усвідомлення ролі геодезії у суспільстві та серед управлінців. Геодезія, будучи базовою інфраструктурною наукою, залишається «невидимою» для кінцевого користувача. Внаслідок цього інвестиції у розвиток геодезичних систем, досліджень та освіти часто є недостатніми або несистемними.

Наслідки кризи можуть мати суттєвий вплив на економіку та безпеку. Недостатня точність координатного забезпечення здатна призводити до помилок у будівництві, транспортній інфраструктурі, навігаційних системах та моніторингу природних процесів. В умовах розвитку автономного транспорту, безпілотних систем та цифрових двійників територій вимоги до точності і надійності геодезичних даних лише зростатимуть.

Подолання кризи потребує системного підходу. По-перше, необхідне відновлення та підтримка спеціалізованих освітніх програм з геодезії, орієнтованих на сучасні технології. По-друге, важливо підвищувати престиж професії та популяризувати її серед молоді як і інших інженерних професій. По-третє, слід забезпечити тісну взаємодію між університетами, державними установами та приватним сектором для формування актуальних компетенцій. По-четверте, необхідно вдосконалювати систему управління геодезичною інфраструктурою на національному та міжнародному рівнях. По – пяте необхідне оснащення кафедр геодехичного напрямку найбільш сучасним обладнанням передових фірм виробників в світі.

Таким чином, криза геодезії є не лише проблемою окремої галузі, а й викликом для всієї геопросторової економіки та інженерної діяльності загалом. Її подолання можливе лише за умови усвідомлення стратегічної ролі геодезії та консолідації зусиль науки, освіти, держави і бізнесу.

УДК 528.3; 625.70

Сучасні програмні комплекси для обробки результатів геодезичних вимірювань в дорожньому та аеродромному будівництві

проф. Гамеляк І.П., проф. Оксень Є.І., студент Реков А.О.

Сучасний розвиток дорожнього та аеродромного будівництва нерозривно пов’язаний із цифровізацією геодезичних процесів, що супроводжується стрімким зростанням обсягів даних, отриманих за допомогою GNSS-технологій, електронних тахеометрів, лазерного сканування та безпілотних літальних апаратів. Ефективна обробка таких даних можлива лише за умови використання спеціалізованих програмних комплексів, які забезпечують автоматизацію обчислень, підвищення точності та інтеграцію результатів у єдине інформаційне середовище проєктування і будівництва .

Програмне забезпечення відіграє ключову роль на всіх етапах життєвого циклу транспортних об’єктів. На стадії проєктування воно використовується для створення цифрових моделей місцевості та рельєфу, формування топографічної основи і передачі даних у CAD/BIM-системи. Під час будівництва програмні комплекси забезпечують геодезичну розбивку, контроль точності виконання робіт і ведення виконавчої документації. На етапі експлуатації вони застосовуються для моніторингу стану покриття, аналізу деформацій та порівняння фактичних параметрів із проєктними .

Сучасні програмні комплекси доцільно класифікувати за функціональним призначенням. Польові програми (Trimble Access, Leica Captivate, Topcon Magnet Field) забезпечують збір і первинну обробку вимірювань безпосередньо на об’єкті. Офісні програмні продукти (Trimble Business Center, Leica Infinity, Topcon Magnet Office, CREDO, Digitals) виконують математичну обробку, вирівнювання геодезичних мереж, створення планів і профілів. Важливу роль відіграють фотограмметричні комплекси (Agisoft Metashape, Pix4D, DJI Terra), що дозволяють формувати ортофотоплани, хмари точок і тривимірні моделі з високою точністю. CAD/BIM-системи (AutoCAD Civil 3D, Bentley OpenRoads)

забезпечують проєктування інфраструктури, тоді як GIS-платформи (ArcGIS, QGIS) — просторовий аналіз і управління даними .
Важливою характеристикою сучасних програмних рішень є їхня інтегрованість і сумісність. Використання стандартних форматів даних (CSV, DXF, LandXML, LAS, GeoTIFF, IFC) забезпечує безперервний цифровий потік інформації між різними етапами — від польових вимірювань до проєктування і реалізації. Це створює передумови для впровадження концепцій BIM та Digital Twin у дорожньому й аеродромному будівництві .
Особливого значення набувають функції контролю якості, реалізовані в програмних комплексах. Вони включають статистичний аналіз похибок, перевірку геометричної узгодженості мереж, автоматичне формування звітів і відповідність міжнародним стандартам. Це дозволяє забезпечити надійність геодезичного забезпечення та мінімізувати ризики при будівництві складних інфраструктурних об’єктів.
Перспективи розвитку програмного забезпечення пов’язані з впровадженням хмарних технологій, штучного інтелекту, автоматизованого аналізу хмар точок, а також інтеграцією з системами машинного керування будівельною технікою. Це дозволяє підвищити продуктивність робіт, зменшити вплив людського фактору та досягти високої точності (до ±2 см) при влаштуванні дорожніх і аеродромних покриттів .
Отже, сучасні програмні комплекси є невід’ємною складовою геодезичного забезпечення дорожнього та аеродромного будівництва, забезпечуючи комплексну обробку даних, інтеграцію інформації та підтримку прийняття інженерних рішень на всіх етапах життєвого циклу об’єктів.

УДК 528.3; 625.70

Використання 3d лазерного сканера у навчанні фахівців для дорожнього та аеродромного будівництва

проф. Гамеляк І.П., доц. Островерхий О.Г., студент Казіміров Д.В.

Сучасний розвиток дорожнього та аеродромного будівництва вимагає підготовки висококваліфікованих фахівців, здатних працювати з цифровими технологіями збору та обробки геопросторових даних. Однією з найбільш перспективних технологій у цій сфері є 3D лазерне сканування, яке забезпечує отримання високоточних просторових даних і створення детальних цифрових моделей об’єктів інфраструктури. Інтеграція 3D лазерних сканерів у навчальний процес є важливим кроком до модернізації інженерної освіти.
3D лазерне сканування є сучасною геодезичною технологією, що дозволяє отримувати хмари точок з мільйонів координат, які відображають реальну геометрію об’єктів із міліметровою точністю . Особливо ефективним є застосування цієї технології для лінійно-протяжних об’єктів, таких як автомобільні дороги, злітно-посадкові смуги, інженерні комунікації та транспортні споруди. Це дозволяє студентам працювати з реальними даними та формувати практичні навички сучасних геодезичних досліджень.
Використання 3D лазерних сканерів у навчанні забезпечує формування комплексних компетенцій. Студенти отримують навички польових робіт

(сканування об’єктів), обробки результатів у спеціалізованому програмному забезпеченні, створення цифрових моделей місцевості та інженерних споруд, а також аналізу технічного стану покриттів . Це сприяє інтеграції знань з геодезії, будівництва, інформаційних технологій і цифрового моделювання.

Важливою перевагою є можливість використання отриманих 3D-моделей у подальшому навчальному процесі. Створені цифрові моделі можуть застосовуватися при вивченні дисциплін з проєктування доріг, аеродромів, організації будівництва, а також для аналізу деформацій, рівності та дефектів покриттів . Це забезпечує міждисциплінарний підхід і підвищує ефективність засвоєння матеріалу.

Інтеграція 3D сканування також сприяє оптимізації навчального процесу. Скорочується час на виконання польових робіт, з’являється можливість дистанційного навчання за рахунок використання цифрових моделей, автоматизуються процеси обробки даних . Крім того, безконтактний характер вимірювань підвищує безпеку виконання робіт, що є особливо актуальним для об’єктів транспортної інфраструктури.

Застосування 3D лазерних сканерів у науково-дослідній діяльності студентів і аспірантів дозволяє підвищити точність і достовірність результатів досліджень, зокрема при оцінці рівності, ухилів, деформацій та пошкоджень дорожніх і аеродромних покриттів . Це створює передумови для виконання сучасних наукових робіт і участі у міжнародних проєктах.

Важливим результатом впровадження цієї технології є підвищення конкурентоспроможності випускників. Набуття практичних навичок роботи з 3D-сканерами, а також досвіду використання сучасного програмного забезпечення (CAD, BIM, GIS) відповідає вимогам ринку праці та потребам галузі . Крім того, це відкриває можливості для участі у стажуваннях, грантових програмах та міжнародній співпраці.

Отже, використання 3D лазерного сканера у навчанні фахівців для дорожнього та аеродромного будівництва є важливим напрямом цифрової трансформації освіти. Воно забезпечує поєднання теоретичної підготовки з практичними навичками, підвищує якість освітнього процесу та сприяє підготовці конкурентоспроможних інженерів нового покоління.

УДК 528.3; 625.70

Вимоги до тахеометрів у дорожньому та аеродромному будівництві

проф. Оксень Є.І., доц. Островерхий О.Г., студент Оніщенко О.О.

Фахівцями кафедри СПОТіГ НТУ виконано аналіз ринку, проведеного для закупівлі сучасного геодезичного обладнання, зокрема електронних тахеометрів із різною кутовою точністю. У тексті детально порівнюються технічні характеристики моделей від провідних світових виробників, таких як Leica, GeoMax та Trimble, на відповідність встановленим критеріям. Окрему увагу приділено комерційним пропозиціям чотирьох українських постачальників, що включають актуальні ціни, терміни доставки та умови оплати. Окрім вартості, оцінюються додаткові послуги, як-от підготовка приладів до експлуатації та

професійне навчання персоналу. Документ також фіксує вимоги щодо нового стану обладнання та його сертифікації згідно з державними стандартами України:
1. Висока кутова та лінійна точність вимірювань Для будівництва об'єктів транспортної інфраструктури (доріг та злітних смуг), де допуски на відхилення є мінімальними, висуваються суворі вимоги до точності приладів: Кутова точність: залежно від типу робіт, необхідно використовувати тахеометри з точністю 1" (для створення опорних мереж та моніторингу) або 5" (для загальнобудівельних розбивочних робіт). Точність вимірювання відстаней: сучасні стандарти вимагають точності не гірше 1 мм + 1.5 ppm при роботі на призму та 2 мм + 2 ppm у безвідбивному режимі.
2. Ефективність дальномірних систем З огляду на великі площі об'єктів будівництва (аеродроми, автомагістралі), тахеометри повинні мати потужні дальноміри:
Безвідбивний режим: можливість вимірювання відстаней до 500–800 метрів без використання відбивача. Робота з призмою: стабільні вимірювання на відстані від 3 500 до 5 000 метрів. Метод визначення кута: використання абсолютного неперервного діаметрального зчитування для забезпечення стабільності результатів.
3. Захищеність та експлуатаційна надійність Будівельні майданчики характеризуються складними умовами (пил, волога, вібрації), що обумовлює наступні вимоги:
Стандарт захисту: обладнання повинно відповідати класу не нижче IP66 (повний захист від пилу та потужних струменів води). Температурний режим: стабільна робота в діапазоні від -20°C до +50°C. Компенсація: наявність високоточного компенсатора (точність 0.5"–1.5") для автоматичного виправлення відхилень рівня приладу.
4. Технологічність та обробка даних Для інтеграції з сучасними BIM-технологіями та системами керування технікою тахеометри мають бути оснащені: Операційною системою: наявність Windows EC7 або аналогічних систем для роботи зі складним інженерним ПЗ.
Інтерфейсом: кольоровий сенсорний екран з високою роздільною здатністю (наприклад, 5 дюймів, 800 x 480) для візуалізації креслень. Пам'яттю: об'єм вбудованої пам'яті не менше 2-4 Гб з можливістю розширення через SD-карти.
5. Юридична відповідність та сервісна підтримка Придбання обладнання для державних та наукових установ України передбачає дотримання нормативних вимог:
Стандартизація: відповідність вимогам ДСТУ 8955:2019 та наявність Декларації про відповідність (модулі B+F). Актуальність: прилад має бути новим, з роком випуску не раніше 2024 року. Супровід: обов'язкове проведення пусконалагоджувальних робіт та навчання персоналу (не менше 10 годин для групи фахівців) силами постачальника.
6. Комплектація Для повноцінної роботи в польових умовах тахеометр має постачатися в комплекті з дерев'яним штативом, телескопічною віхою (не менше 2.0 м) та однопризмовим відбивачем.
Цей комплексний огляд слугує обґрунтуванням для вибору оптимальних інвестицій у науково-навчальну базу кафедри СПОТіГ.

УДК 656.13:004.9:656.078

Критерії ефективності управління інформаційним забезпеченням логістики міжнародних перевезень та удосконалення мережі автомобільних доріг

проф. Прокудін Г.С., проф. Гамеляк І.П., доц. Дмитриченко А.М., доц. Чупайленко О.А.

Сучасний розвиток транспортно-логістичних систем характеризується активним впровадженням цифрових технологій та інтеграцією інформаційних систем управління транспортними процесами. Інформаційне забезпечення логістики охоплює системи GPS-моніторингу, інтелектуальні транспортні системи (ITS), цифрові платформи управління перевезеннями, електронний документообіг, системи аналізу ризиків і митні інформаційні системи. Їх інтеграція дозволяє забезпечити прозорість транспортних операцій, підвищити швидкість прийняття управлінських рішень та оптимізувати використання дорожньої мережі. Розроблену систему критеріїв ефективності управління інформаційним забезпеченням логістики міжнародних перевезень наведено у таблиці.

Група критеріїв	Основні показники	Практичний ефект
Технічні	пропускна здатність доріг; технічний стан інфраструктури; надійність інформаційних систем; рівень автоматизації	підвищення безпеки руху; зниження аварійності; оптимізація навантаження на дороги
Економічні	транспортні витрати; час доставки; витрати на експлуатацію інфраструктури; продуктивність перевезень	зменшення логістичних витрат; підвищення конкурентоспроможності українських перевізників
Логістичні	стабільність маршрутів; швидкість обробки інформації; рівень синхронізації учасників ланцюга постачання; гнучкість маршрутів	скорочення затримок; оптимізація транспортних потоків; підвищення надійності перевезень
Цифрові	рівень інтеграції IT-систем; використання GPS, NCTS, ITS; доступність даних у реальному часі; кібербезпека	цифровізація управління; прозорість процесів; підтримка прийняття рішень на основі даних

Застосування матричного підходу дозволяє системно оцінювати вплив інформаційного забезпечення на розвиток дорожньої мережі та ефективність логістичних процесів. Цифрові інструменти забезпечують можливість аналізу інтенсивності руху, прогнозування навантаження на транспортну інфраструктуру та визначення пріоритетних напрямів модернізації доріг.

Особливої актуальності використання інформаційних систем набуває в умовах переорієнтації міжнародних транспортних потоків, пов'язаної з військовими викликами та підвищеного навантаження на дорожню мережу. Таким чином, визначення критеріїв ефективності управління інформаційним забезпеченням логістики на основі матричного підходу дозволяє комплексно оцінювати технічні, економічні, логістичні та цифрові аспекти розвитку транспортної інфраструктури України.

УДК 656.13:656.025:341.24

Аналіз нормативно-правової бази та стану розвитку мережі автомобільних доріг загального користування на маршрутах міжнародних вантажних перевезень

проф. Гамеляк І.П., проф. Прокудін Г.С., доц. Дмитриченко А.М., доц. Чупайленко О.А.

Розвиток міжнародних вантажних перевезень є важливим чинником інтеграції України до світової економіки та європейського транспортного простору. Нормативна-правова база функціонування автомобільних перевезень в Україні формується на основі національного законодавства та міжнародних угод. Ключову роль відіграють Закони України, державні будівельні норми, технічні регламенти, а також міжнародні договори і стандарти, зокрема Європейська угода про міжнародні автомагістралі (AGR), вимоги Європейської конференції міністрів транспорту (ECMT) та положення мережі TEN-T (Trans-European Transport Network). Стан розвитку мережі автомобільних доріг загального користування на маршрутах міжнародних вантажних перевезень характеризується як наявністю значного потенціалу, так і низкою системних проблем. До основних викликів належать нерівномірний рівень технічного стану доріг, обмежена пропускна здатність окремих ділянок, зношеність мостових споруд, недостатній розвиток логістичної інфраструктури та пунктів сервісу. Водночас реалізація державних програм модернізації дорожньої мережі, розвиток прикордонної інфраструктури та інтеграція до європейської мережі TEN-T створюють передумови для підвищення ефективності міжнародних транспортних перевезень. Особливого значення розвиток автомобільних доріг набуває в умовах змін логістичних маршрутів, пов'язаних із військовими викликами та переорієнтацією вантажопотоків на західний напрямок. Ініціатива Європейського Союзу Solidarity Lanes сприяла розвитку альтернативних сухопутних маршрутів експорту, що підвищило навантаження на автомобільну інфраструктуру та потребу у швидкій модернізації прикордонних переходів і під'їзних шляхів. Це зумовлює необхідність удосконалення нормативної бази, зокрема у сфері цифровізації митних процедур, впровадження інтелектуальних транспортних систем (ITS) та інтеграції електронних сервісів управління транспортними потоками. Пропонується впровадження цифрових технологій управління транспортною інфраструктурою, використання GPS-моніторингу, електронного документообігу та систем аналізу ризиків, що дозволяє підвищити ефективність використання дорожньої мережі та оптимізувати міжнародні перевезення.

Узгодженість нормативно-правових вимог із сучасними цифровими інструментами сприяє зменшенню часу простою автомобільного транспорту на кордоні, підвищенню прозорості логістичних процесів та розвитку конкурентоспроможності транспортної галузі. Таким чином, аналіз нормативно-правової бази та стану розвитку мережі автомобільних доріг загального користування свідчить про необхідність комплексного підходу до модернізації транспортної інфраструктури України та гармонізації законодавства з європейськими стандартами, розвиток міжнародних транспортних коридорів та впровадження цифрових технологій.

Підсекція хімії

УДК 504:621.1

Захист навколишнього середовища при роботі теплових електростанцій

доц. Березіна Н.О., проф. Мудрак К.В., студент Шевчук В.О.

Узагальнено літературні дані та результати досліджень, що стосуються роботи теплових електростанцій (ТЕС) і їх негативного впливу на всі компоненти біосфери: атмосферу, гідросферу та літосферу. Вплив ТЕС на навколишнє середовище є складним і включає як забруднення атмосферного повітря газовими й аерозольними викидами, так і викиди теплової енергії назовні, забруднення ґрунтових вод тощо. Природоохоронні технології на ТЕС передбачають енергозбереження. використання відходів виробництва, запровадження безвідходних технологій, модернізацію та вдосконалення виробничих процесів, екологічний моніторинг.

Розглянуто напрямок підвищення енергетичної ефективності і екологічної безпеки об’єктів теплоенергетики: розвиток і практичне використання новітніх наукових досягнень і науково-технічних розробок у галузі технології переробки і спалювання палива, удосконалення та розробка нових технологій перетворення хімічної енергії палива на інші види енергії, зниження втрат теплової та електричної енергії під час передачі її споживачеві, поліпшення умов експлуатації та підвищення надійності роботи енергетичних установок.

УДК 504

Захист навколишнього середовища від впливу воєнних дій

доц. Березіна Н.О., проф. Мудрак К.В., студент Березін В.В.

Війна завдає великої шкоди довкіллю, спричиняючи масове забруднення повітря, ґрунтів і води, нищення екосистем, зниження біорізноманіття, а також сприяючи виникненню техногенних катастроф. Руйнування промислових об’єктів, нафтобаз, хімічних заводів і електростанцій призводить до масштабних витоків небезпечних речовин у навколишнє середовище. Міни, снаряди та інші вибухонебезпечні предмети стають джерелами довготривалої загрози.

Розглянуто комплексні заходи ефективної охорони довкілля та відновлення природних об'єктів, які постраждали від воєнних дій, зокрема, проведення

наукових досліджень, координацію зусиль різних сторін, впровадження законодавчих та регуляторних актів. Тільки таким чином можна забезпечити належний захист та відновлення природних багатств для майбутніх поколінь.

УДК 504.5:620.626

Методи екоконтролю стану довкілля

проф. Мудрак К.В., доц. Березіна Н.О., студент Хахалєв Е.О.

У результаті техногенного розвитку людства у навколишнє природне середовище потрапляють токсичні речовини у все зростаючій кількості. Моніторинг екологічного стану довкілля наразі життєва необхідність. Надано аналіз хімічних і фізичних методів контролю.

Увагу приділено визначенню вмісту забруднювачів у атмосферному повітрі зони впливу автозаправних комплексів. На наш час розроблені вимоги до засобів вимірювання, технології газоаналітичних вимірювань, системи пробопідготовки, газоаналізатори. Підвищення екологічної та аварійної безпеки експлуатації автозаправних комплексів потребує автоматичних газоаналізаторів з широким діапазоном вимірювань. Мають місце різні вимоги до швидкодії і надійності газоаналізаторів.

Подальше вдосконалення методів вимірювання викидів АЗК сприятиме ефективності екологічного моніторингу.

СЕКЦІЯ 4
ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ
(НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ)

УДК 656.078.1, 656.078.12, 656.078.111/117

Дослідження логістичної стійкості мультимодальних перевезень в сучасних умовах

проф. Ширяєва С.В.

Мультимодальні перевезення є не лише відповіддю на сучасні логістичні виклики, а й інструментом підвищення ефективності, стійкості та екологічності глобальної та регіональної транспортної системи.

Логістична стійкість мультимодальних перевезень є ключовим фактором забезпечення економічної безпеки країни та конкурентоспроможності на міжнародному ринку. Стійкість логістики дозволяє забезпечити безперервність економічних процесів під час кризових ситуацій (війни, природних катаклізмів тощо). Мультимодальні перевезення виступають ключовим елементом сучасної логістики, що забезпечує інтеграцію різних видів транспорту для підвищення ефективності, гнучкості та надійності доставки вантажів.

Для досягнення логістичної стійкості та сталого розвитку перевезень необхідно зосередитися на цифровізації та інтеграції в мультимодальних перевезеннях, диверсифікації маршрутів, інфраструктурній стабільності та екологічності в мультимодальних перевезеннях.

Інтеграція сучасних технологій, таких як IoT, блокчейн і автоматизація, дозволяє підвищити прозорість і ефективність мультимодальних перевезень.

Диверсифікація маршрутів - це адаптивність до непередбачуваних ситуацій, оскільки вона дає змогу оперативно перенаправляти вантажі, якщо виникають непередбачені обставини, наприклад, блокування портів, страйки або військові дії та забезпечує гнучкість, що особливо важливе в кризових умовах, коли швидкість ухвалення рішень критична. Досягнення диверсифікації маршрутів для забезпечення логістичної стійкості потребує системного підходу, що включає інфраструктурні, технологічні, економічні та політичні заходи.

Досягнення інфраструктурної стійкості в мультимодальних перевезеннях передбачає створення транспортної системи, здатної адаптуватися до змін, витримувати вплив кризових ситуацій і забезпечувати безперебійну роботу.

Досягнення екологічності в логістизації мультимодальних перевезень вимагає впровадження рішень, які знижують викиди парникових газів, підвищують енергоефективність та мінімізують вплив на довкілля. Екологічність мультимодальних перевезень досягається завдяки поєднанню технологічних інновацій, оптимізації маршрутів, модернізації інфраструктури та активній співпраці між державою, бізнесом і суспільством. Це дозволить не лише знизити негативний вплив на довкілля, але й підвищити ефективність логістичних процесів. В доповіді будуть висвітлені основні результати дослідження.

УДК 656.1

Дослідження процесу автомобільних перевезень деревини

проф. Ширяєва С.В., студентка Хоміцька А.С.

Деревина є важливим природним ресурсом, перевезення якого відіграє ключову роль у ланцюзі постачання від лісу до підприємств переробки. Досліджені транспортні характеристики деревини. Лісовози забезпечують транспортування деревини, зберігаючи її якість і безпеку перевезень. Проаналізовані основні характеристики процесу автомобільного перевезення деревини: підготовка вантажу, навантаження, закріплення, перевезення та розвантаження. У виробничих умовах визначені ключові фактори, які впливають на ефективність автомобільних перевезень деревини, а саме на: організацію процесів, контроль стану деревини та дотримання стандартів безпеки тощо. Запропоновані заходи щодо підвищення ефективності автомобільних перевезень деревини. У доповіді будуть висвітлені основні результати дослідження.

УДК 656.073, 656.078.12, 656.078.111

Актуальність підвищення ефективності контейнерних перевезень у мультимодальному автомобільно-морському сполученні

проф. Ширяєва С.В., проф. Мельник О.В., аспірант Лютий С.В.

Підвищення ефективності контейнерних перевезень у мультимодальному автомобільно-морському сполученні є важливим завданням сучасної транспортної системи, оскільки такі перевезення забезпечують інтегровану доставку вантажів у глобальних логістичних ланцюгах. Аналіз вітчизняного та зарубіжного досвіду свідчить, що результативність мультимодального сполучення визначається узгодженістю технологічних операцій між автомобільним і морським транспортом, рівнем організації контейнерних потоків та використанням сучасних цифрових рішень. У провідних транспортних вузлах світу застосовуються автоматизовані системи планування підходів автотранспорту, електронне бронювання часових слотів і засоби прогнозування навантаження, що сприяє зменшенню простоїв та підвищує стабільність логістичного циклу. В українських умовах наявність перевантажених припортових зон, неритмічність підходів автотранспорту та недостатня інтегрованість інформаційних платформ підкреслюють потребу у впровадженні технологічних рішень, які забезпечують узгодження роботи видів транспорту та підвищують ефективність контейнерних перевезень.
У доповіді буде представлено результати комплексного аналізу технологічних процесів контейнерних перевезень у мультимодальному автомобільно-морському сполученні та обґрунтовано підходи до підвищення їх ефективності. Особливу увагу приділено удосконаленню організації контейнерних потоків і узгодженню взаємодії автомобільного і морського видів транспорту в єдиному логістичному середовищі.

УДК 656.07:658.8

Вибір раціональної схеми транспортно-експедиторського обслуговування клієнтів

проф. Ширяєва С.В., аспірантка Дяченко І.О.

Внаслідок недосконалої технології транспортно-експедиторського обслуговування (ТЕО) клієнтів при організації міжнародних вантажних перевезень, експедитор не має повної необхідної інформації про потреби клієнта на перспективу або не враховує її в повному обсязі. Все це, в першу чергу, впливає на якість ТЕО клієнтів та в цілому на прибуток транспортно-експедиторських підприємств (ТЕП). Саме тому питання вибору раціональної схеми ТЕО клієнтів з урахуванням прибутку є актуальним для ТЕП, що працюють на сучасному ринку надання транспортно-експедиторських послуг. Проаналізовано перелік транспортно-експедиторських послуг та досліджено існуючі схеми ТЕО клієнтів. На основі цього запропоновано методичний підхід до вибору раціональної схеми ТЕО для підвищення якості надання транспортно-експедиторських послуг клієнтам та прибутку ТЕП. В доповіді будуть висвітлені основні результати дослідження.

УДК 656.13/ 159.94

Перспективи використання автомобільного безпілотного транспорту в Україні

доц. Процик О.П.

Сучасний розвиток транспортної галузі характеризується активним впровадженням цифрових технологій та інтелектуальних систем управління, серед яких важливе місце займає автомобільний безпілотний транспорт. Використання безпілотних транспортних засобів сприяє підвищенню безпеки дорожнього руху, зменшенню впливу людського фактора та оптимізації логістичних процесів. Для України впровадження таких технологій є перспективним напрямом модернізації транспортної системи та підвищення ефективності вантажних перевезень. Разом із тим розвиток безпілотного транспорту потребує удосконалення нормативно-правової бази, розвитку транспортної інфраструктури та впровадження інтелектуальних транспортних систем. Перспективним є використання автономних транспортних засобів у магістральних перевезеннях, міській логістиці та транспортно-термінальних комплексах. Реалізація цих напрямів сприятиме підвищенню конкурентоспроможності транспортно-логістичної системи України.

УДК 352.075

Бренд транспортних послуг як чинник конкурентоспроможності території

проф. Ігнатенко О.С., ст. викл. Бутенко Г.М., студентка Величко В.О.

Соціально-економічний розвиток України, як і інших країн Європи, пов'язаний з розбудовою конкурентних відносин, що в значній мірі визначається рівнем діяльності транспорту в територіальному аспекті. Тобто, на перший план

виходять питання всебічного вивчення та наукового аналізу проблеми створення і просування бренду транспортних послуг.
На конкурентоспроможність території суттєво впливає результативність функціонування транспортних підприємств, розташованих на цій території, а їхній успіх у конкурентній боротьбі створює соціально-економічні умови, що характеризують загальний стан конкурентного середовища. Розвиток конкурентних відносин на території міст, регіонів і країни в цілому - один з основних пріоритетів діяльності як місцевих, так і центральних органів влади, найважливіша функція державного регулювання економіки.
Формування бренду транспортних послуг пов´язане із позитивним образом транспортного сервісу у свідомості споживачів через певні асоціації під час обслуговування, а також з розробкою та реалізацією ефективних стратегій замовниками транспортних послуг - місцевими органами виконавчої влади. При формуванні бренду транспортних послуг необхідно враховувати особливості конкурентного потенціалу території, можливість використання наявних ресурсів, механізми управління інвестиціями й інноваціями для більш повного задоволення потреб економіки і людини.

УДК 656.13.072

Аналіз математичних моделей показників енергетичної ефективності автомобіля в транспортній операції

доц. Хмельов І.В., студент Коломієць В.Є.

Автомобільний транспорт функціонує як сфера складної людино-машинної праці і матеріального, але парадоксального і ресурсоємного створення специфічного продукту – автотранспортної послуги. Ця послуга є особливо енерговитратним матеріальним благом, яке створюється за результатами технологічних процедур і процесів використання ресурсів автотранспорту. У зв'язку з тим, що технології систем автоперевезень складаються із процесів перетворення ресурсів транспорту в продукт, то в основу математичної моделі енерго- і ресурсоспоживання є опис функціонування автомобіля як динамічного засобу праці в операції руху. При визначенні енергоресурсної ефективності автомобіля необхідно враховувати фактори інтенсивності перехідних процесів, у яких відбувається підвищення енерговитрат внаслідок порушення робочих процесів двигуна.

УДК 656.13.072

Аналіз автомобільних перевезень негабаритних важковагових вантажів

доц. Хмельов І. В., аспірант Опанасюк О.М.

Автомобільні перевезення негабаритних важковагових вантажів є складною транспортно-технологічною системою, у якій одночасно реалізуються конструктивні можливості автотранспортного засобу, параметри вантажу та умови дорожньої інфраструктури. Особливістю таких перевезень є необхідність урахування масових і габаритних характеристик, що суттєво впливають на вибір рухомого складу та організацію транспортного процесу. Існуючі методики аналізу перевізного процесу здебільшого орієнтовані на стандартні

вантажі та не повною мірою враховують конструктивні й експлуатаційні особливості спеціалізованих транспортних засобів. У зв'язку з цим доцільним є застосування підходу, що передбачає структурно-параметричний аналіз взаємодії транспортного засобу, вантажу та зовнішнього середовища. Такий підхід дозволяє оцінювати ефективність перевезень з урахуванням технологічних і конструктивних характеристик у проектах організації доставки негабаритних важковагових вантажів.

УДК 656.078

Логістичні хаби як інструмент підвищення ефективності транспортно-технологічного процесу міжнародної доставки вантажів

доц. Процик О.П., аспірантка Данілейко Є.Ю.

У сучасних умовах інтенсифікації міжнародної торгівлі та зростання обсягів транскордонних вантажопотоків підвищення ефективності транспортно-технологічного процесу доставки вантажів набуває особливої актуальності. Одним із перспективних напрямів удосконалення організації міжнародних перевезень є використання мережевої логістичної моделі, заснованої на функціонуванні логістичних хабів, які забезпечують консолідацію, обробку та перерозподіл вантажних потоків. Застосування хабової структури дозволяє оптимізувати використання транспортних ресурсів, підвищити рівень завантаження транспортних засобів та скоротити непродуктивні логістичні операції. Формування мережі логістичних хабів сприяє підвищенню пропускної здатності транспортної інфраструктури, раціоналізації структури міжнародних вантажопотоків і забезпечує більш ефективне функціонування міжнародних транспортних коридорів. Таким чином, розвиток хабової організації транспортно-технологічного процесу виступає важливим напрямом підвищення ефективності міжнародних вантажних перевезень.

УДК 656.13/ 159.94

Урахування психофізіологічного стану водія як чинника підвищення безпеки та ефективності функціонування транспортних систем

доц. Процик О.П., аспірант Мнишенко Р.

Психофізіологічний фактор відіграє важливу роль у забезпеченні стабільності та ефективності функціонування транспортних систем, оскільки стан водія безпосередньо впливає на якість керування транспортним засобом і прийняття рішень у дорожніх умовах. Погіршення психофізіологічного стану, зокрема втома, стрес або зниження концентрації уваги, може призводити до підвищення ризику дорожньо-транспортних пригод та порушення безперервності транспортних процесів. Застосування сучасних моніторингових систем дозволяє своєчасно виявляти небезпечні зміни стану водія та запобігати негативним наслідкам для транспортної інфраструктури. Таким чином, урахування психофізіологічного фактору є важливою умовою підвищення надійності, безпеки та ефективності транспортних систем.

УДК 656.13

Аналіз організації та технології перевезень наливних вантажів у міжнародному сполучені

доц. Процик О.П., студент Мельник І.М.

У межах даної теми доцільно розглянути організацію та технологію міжнародних перевезень харчових наливних вантажів, зокрема солодких напоїв, сиропів і концентратів. Особливу увагу слід приділити вибору спеціалізованого рухомого складу, технології підготовки та очищення цистерн, процесам наливу й зливу, а також дотриманню санітарно-гігієнічних і температурних вимог під час транспортування. Важливим аспектом є митне та санітарне оформлення вантажів при перетині державних кордонів.

Основною проблемою при міжнародних перевезеннях харчових наливних вантажів залишається ризик забруднення продукції через неналежну очистку ємностей або залишки попередніх вантажів, а також затримки доставки, пов'язані з перевіркою супровідної документації. Додаткові труднощі виникають через відмінності в санітарних вимогах різних країн.

Вирішення зазначених проблем можливе шляхом використання спеціалізованих харчових цистерн, впровадження стандартизованих процедур санітарної обробки, застосування систем контролю температури та процесу перевезень, а також гармонізації міжнародних вимог до перевезення харчових наливних вантажів.

УДК 656.13

Аналіз організації процесу доставки обчислювальної техніки у внутрішньому сполучення

доц. Процик О. П., студент Данєвський М.О.

У роботі розглянуто особливості організації доставки електронної обчислювальної техніки у внутрішньому транспортному сполученні на прикладі приватного підприємства ВІЗИТ. Проаналізовано технологічну послідовність переміщення вантажів, включно з підготовкою, маркуванням, пакуванням та етапами транспортування. Особливу увагу приділено вимогам до збереження чутливого обладнання та дотриманню стандартів безпеки. Визначено основні проблеми, що виникають під час доставки, та окреслено шляхи їх мінімізації. За результатами дослідження запропоновано практичні рекомендації щодо підвищення ефективності логістичного процесу.

УДК 002.8

Методологія транспортних технологій та автомобільних перевезень

канд.техн.наук, канд.юрид.наук Гальона І.І.

Предмет дисципліни «Методологія транспортних технологій та автомобільних перевезень» включає застосування системних підходів до аналізу, моделювання, планування та управління транспортними процесами. Головна мета дисципліни полягає у формуванні системного розуміння транспортних систем як комплексних соціотехнічних систем, здатних забезпечити ефективність, безпеку та стійкість перевезень. Ключовою є роль методології —

сукупності принципів, теорій, методів та інструментів, що дозволяють переходити від проблеми до рішення через конструктивні моделі, експерименти, оцінку ризиків та прийняття управлінських рішень. Методологія транспортних технологій та автомобільних перевезень включає широку гаму методів: від моделювання й оптимізації до збору даних, тестування та управління ризиками. Важливий аспект — адаптація абстрактних моделей до реальних умов, враховуючи правові, економічні та етичні вимоги.

УДК 339.9, 656.1, 65.011.2, 658.6
Особливості, види та форми аутсорсингу
доц. Гальона І.І., студент Фесенко О.М.

Аутсорсинг (англ. outsourcing: out – зовнішній, той, що перебуває за межами, source – джерело) – поняття, яке міцно ввійшло в наш побут, означає комплекс заходів, спрямованих на передачу підприємством певних процесів і функцій іншій організації, яка професійно спеціалізується у сфері поставлених завдань. Визначено основні завдання аутсорсингу: удосконалення продукції і послуг при встановлених витратах виробництва, зниження вартості на послуги і продукцію, яка реалізується підприємцями при одночасному збереженні якості за допомогою зниження рівня виробничих витрат, підвищення фінансової стабільності організації.

Аутсорсинг доцільно поділяти за такими критеріями: видом ресурсів, охопленням, рівнем, сферою, видами діяльності, видом комунікації, за екстериторіальністю, за рівнем формалізації, за способом взаємодії між організацією та аутсорсером, за тривалістю співпраці між суб'єктами ринку.

УДК 65.011.2, 658.6
Ліцензування транспортних послуг в Україні
доц. Гальона І.І., студентка Сита Д.Р.

Визначено, що метою ліцензування є державне регулювання здійснення господарськими суб'єктами їх діяльності для захисту прав громадян, їх законних інтересів, здоров'я і моральності, забезпечення оборони країни і безпеки держави, а також встановлення правових основ єдиного ринку. Завдання ліцензування полягає в недопущенні на ринок тих господарюючих суб'єктів, які або не відповідають комплексу критеріїв, встановлених законодавчими та нормативно-правовими актами, або здійснюють свою діяльність на не цілком законній основі, а також видаленні з ринку тих суб'єктів, які з яких-небудь причин перестали відповідати цим критеріям.

Основними принципами ліцензування є: забезпечення єдності економічного простору на території держави; застосування єдиних вимог до заявників; використання єдиного переліку ліцензованих видів діяльності та єдиного порядку ліцензування на території держави; дотримання законності при веденні ліцензування; відкритість і гласність ліцензування. Ліцензування на транспорті загального користування спрямоване на визначення початкових і поточних умов надання послуг з перевезень, а також найважливіших параметрів обслуговування споживачів.

УДК 656.1/.5

Експлуатаційний аналіз структурно-параметричної організації конструкції автомобіля

доц. Гальона І.І., студент Козир Б.П.

Згідно з концепцією транспозиційної організації в економіці та організації автомобільних перевезень матеріальне транспортування замінюється умовним рухом віртуального рухомого кузова автомобіля, який характеризується вантажопідйомністю q та емпіричною швидкістю Vт (умовно-технічною). Це модель рухомого складу. У реальних транспортних операціях залучається автомобільний транспортувальний засіб (АТЗ) як носій технічних ресурсів автотранспорту (АТ) і як засіб виробництва продукту АТ. АТЗ має дві групи властивостей: конструктивно-технічні — як складна транспортна машина; ресурсно-технічні — як засіб виробництва. Ці властивості АТЗ визначають формування машинних процедур КТТ2 та енергетичних процесів ETRW (перетворення технологічних ресурсів у продукт АТ). Проте в теоріях економіки та організації автомобільних перевезень ці властивості часто не враховуються. У технологічних розрахункових схемах ТТО та ЕТО ці властивості повинні обов'язково враховуватися. Тому розроблена схема структурно-параметричної організації базису конструкції АТЗ (СПОКА) для забезпечення формування математичних моделей ТТО і ЕТО.

УДК 65.011.2, 658.6

Державне регулювання та контроль у сфері автомобільного транспорту

доц. Гальона І.І., студент Порцев Б.В.

Основним завданням державного регулювання та контролю у сфері автомобільного транспорту є створення умов безпечного, якісного й ефективного перевезення пасажирів та вантажів, надання додаткових транспортних послуг.

Державне регулювання та контроль у сфері автомобільного транспорту спрямовані на: забезпечення балансу інтересів держави, органів місцевого самоврядування, користувачів транспортних послуг та підприємств, установ, організацій, інших юридичних та фізичних осіб – суб'єктів господарювання на автомобільному транспорті незалежно від форм власності; забезпечення якісного та безпечного функціонування автомобільного транспорту; розвиток та удосконалення нормативної бази діяльності автомобільного транспорту; визначення загальних засад стратегічного розвитку, системи управління, реформування та регулювання автомобільного транспорту; визначення пріоритетних напрямів розвитку та шляхів оптимізації діяльності автомобільного транспорту; захист прав споживачів під час їх транспортного обслуговування; захист національного ринку транспортних послуг та суб'єктів господарювання, що здійснюють свою діяльність у сфері автомобільного транспорту; створення рівних умов для роботи всіх суб'єктів господарювання, що здійснюють свою діяльність у сфері автомобільного транспорту, обмеження монополізму та розвиток конкуренції; забезпечення зайнятості населення, підготовки спеціалістів і робочих кадрів, охорони праці; раціональне

використання енергетичних та матеріальних ресурсів; охорону довкілля від шкідливого впливу автомобільного транспорту, проведення науково-технічної роботи, досліджень та розвиток системи статистики.

УДК 656.1/.5

Особливості використання засобів автомобільного транспорту в транспортно-технологічних системах

доц. Гальона І.І., студент Шеремет Д.В.

Перевезення вантажів змінними напівпричепами і кузовами використовуються у разі неможливості застосування контейнерних технологій, враховуючи характеристики вантажу або умови перевезення [1].

В цьому випадку для виконання навантажувально-розвантажувальних робіт від автомобіля відчіплюється напівпричіп або від'єднується знімний кузов. Якщо на маршруті працює один автомобіль з перечіплюванням в пунктах завантаження і розвантаження, то число напівпричепів має бути не менше трьох: перший - під завантаженням, другий - під розвантаженням і третій - в дорозі разом з тягачем.

Впродовж одного обороту виконуються такі операції: відчеплення порожнього напівпричепа і причіплювання завантаженого до цього моменту напівпричепа в пункті завантаження; рух автотягача з навантаженим напівпричепом; відчеплення навантаженого напівпричепа і причіплювання розвантаженого до цього моменту напівпричепа в пункті розвантаження; рух автотягача з порожнім напівпричепом від пункту розвантаження до пункту завантаження.

УДК 656.072

Розвиток приміського пасажирського транспорту на засадах сталої мобільності та інтегрованого планування

ст. викл. Коп`як Н.В.

У роботі досліджено теоретичні та прикладні аспекти розвитку приміського пасажирського транспорту в умовах трансформації просторової структури міських агломерацій. Обґрунтовано необхідність переходу до моделі сталої мобільності та інтегрованого транспортного планування як основи формування ефективної приміської транспортної мережі. Визначено ключові чинники формування пасажиропотоків, проаналізовано рівень транспортного обслуговування населення та окреслено напрями модернізації приміських перевезень з урахуванням екологічних, соціальних та економічних критеріїв.

Приміський пасажирський транспорт відіграє ключову роль у забезпеченні територіальної мобільності населення та підтриманні соціально-економічної інтеграції регіонів.

Водночас функціонування приміських перевезень характеризується низкою проблем: нерівномірністю розвитку маршрутної мережі, перевантаженням дорожньої інфраструктури, недостатньою узгодженістю різних видів транспорту, низьким рівнем інтеграції тарифної політики та інформаційних систем. Зростання частки індивідуального автотранспорту посилює негативний вплив на довкілля та погіршує транспортну ситуацію в межах агломерацій. У

зв’язку з цим особливої актуальності набуває впровадження концепції сталої мобільності та інтегрованого транспортного планування як основи розвитку приміського пасажирського транспорту.
Розвиток приміського пасажирського транспорту потребує системного підходу, що передбачає узгодження транспортної політики з просторовим плануванням територій, демографічними тенденціями та економічною структурою регіону.
Концепція сталої мобільності передбачає пріоритетний розвиток громадського транспорту, інтеграцію різних видів перевезень, скорочення використання приватних автомобілів та зниження екологічного навантаження. У цьому контексті ключовими напрямами розвитку приміського пасажирського транспорту є: інтеграція видів транспорту — координація роботи автобусного, залізничного та міського електротранспорту, створення зручних пересадкових вузлів; оптимізація маршрутної мережі — перегляд існуючих схем руху з урахуванням фактичних пасажиропотоків та перспектив розвитку агломерації; єдина тарифна та інформаційна система — впровадження електронного квитка, цифрових сервісів моніторингу руху транспорту та інтегрованого розкладу; підвищення рівня транспортної доступності; екологізація перевезень — оновлення рухомого складу, впровадження низькоемісійного транспорту, розвиток мультимодальних перевезень. Інтегроване планування передбачає поєднання транспортного моделювання з прогнозуванням соціально-економічного розвитку території. Такий підхід дозволяє визначити оптимальну структуру транспортної мережі з урахуванням перспективного зростання пасажиропотоків та мінімізації експлуатаційних витрат.

УДК 656.13

Удосконалення транспортно-технологічних схем доставки вантажів автомобільним транспортом

ст. викл. Коп`як Н.В., студенти Матвєєва Н.В., Шматова Т.В.

У роботі представлено результати дослідження щодо удосконалення транспортно-технологічних схем доставки вантажів автомобільним транспортом в умовах трансформації логістичних ланцюгів та цифровізації транспортних процесів. Проведено аналіз сучасного стану автотранспортної галузі, визначено ключові фактори, що впливають на ефективність доставки вантажів у внутрішньому сполученні. Запропоновано напрями оптимізації маршрутних схем, використання рухомого складу та інтеграції інформаційних технологій у процес управління перевезеннями. Розроблено рекомендації щодо підвищення техніко-експлуатаційних показників автомобілів на розвізних маршрутах.
Особливої актуальності набуває проблема удосконалення транспортно-технологічних схем доставки вантажів, зокрема на етапах «розподільчий центр – торговельна мережа» та «виробник – кінцевий споживач». Наявні схеми організації перевезень часто не враховують повною мірою нерівномірність попиту, особливості міської інфраструктури, обмеження щодо руху великовантажного транспорту та можливості сучасних цифрових інструментів управління.

Детально розглянуто питання організації та технології перевезень вантажів у ланцюгах постачання, зокрема між розподільчими центрами та кінцевими споживачами. Встановлено, що ефективність транспортно-технологічної схеми визначається комплексом взаємопов'язаних факторів, серед яких: коефіцієнт використання вантажопідйомності; коефіцієнт пробігу з вантажем; тривалість простоїв під навантаженням і розвантаженням; середня технічна швидкість руху на маршруті; рівень інформаційного забезпечення процесу перевезення.
Проведена оцінка техніко-експлуатаційних показників автомобілів, що функціонують на розвізних маршрутах, показала, що основними резервами підвищення ефективності є: скорочення порожніх пробігів шляхом раціонального планування маршрутів; узгодження графіків доставки з режимом роботи вантажоодержувачів; застосування планування маршрутів із урахуванням щільності замовлень; використання транспортних засобів оптимальної вантажопідйомності залежно від обсягу партій вантажу.
За результатами моделювання встановлено, що впровадження автоматизованих систем маршрутизації дозволяє зменшити загальний пробіг на 8–12 %, скоротити час доставки на 10–15 % та підвищити коефіцієнт використання пробігу з вантажем до 0,75–0,85. Додатковий ефект досягається за рахунок інтеграції інформаційних систем управління перевезеннями з обліковими системами складів та підприємств-замовників, що забезпечує прозорість процесів і зменшення часу на обробку замовлень.

УДК 37.014.5-048.22(4+477)

Європейська інтеграція в освіті та науці України

ст. викл. Бутенко Г.М.

Однією із складових загального процесу входження України до європейського політичного, економічного та культурного простору є Європейська інтеграція в освітній та науковій сферах. Яка передбачає гармонізацію національної системи освіти і науки з європейськими стандартами, нормами та цінностями. До основних інтеграційних процесів у сфері вищої освіти відносяться: Болонський процес, впровадження принципів академічної мобільності та автономії університетів, створення Європейського простору вищої освіти (EHEA), формування Європейського дослідницького простору (ERA). Болонський процес спрямований на створення єдиного освітнього простору, щоб забезпечувати академічну мобільність студентів і викладачів, взаємне визнання кваліфікацій, порівнянність дипломів та підвищення якості освіти. Основними елементами реалізації є трирівнева система освіти (бакалавр, магістр, доктор філософії (PhD)) та кредитно-трансферна система (ECTS) ECTS (European Credit Transfer and Accumulation System) яка передбачає оцінювання навчального навантаження у кредитах, накопичення результатів навчання, можливість перезарахування дисциплін при навчанні за кордоном. Така структура забезпечує сумісність із європейськими програмами та прозорість освітніх траєкторій. Освітні програми формуються на основі компетентностей, результатів навчання, професійних стандартів. Компетентності поділяються на загальні (soft skills) та фахові (hard skills). Це дозволяє проводити підготовку

конкурентоспроможних фахівців, здатних працювати на європейському ринку праці. Діяльність закладів освіти повинна відповідати Стандартам і рекомендаціям щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти (ESG). Система внутрішнього та зовнішнього забезпечення якості включає: акредитацію освітніх програм, моніторинг результатів навчання, опитування здобувачів освіти, участь роботодавців у формуванні програм. Європейська інтеграція передбачає: академічну мобільність, цифровізація освітнього процесу, інтеграція до Європейського дослідницького простору (ERA), участь у міжнародних наукових програмах (Horizon Europe, Erasmus+, COST), академічну доброчесність, інтернаціоналізацію науки. Реалізація освітнього та наукового процесу в умовах європейської інтеграції спрямована на формування сучасної, конкурентоспроможної системи освіти і науки, що відповідає європейським стандартам якості. Інтеграція до європейського освітнього та наукового простору забезпечує: підвищення якості підготовки фахівців, міжнародне визнання дипломів, розвиток наукових досліджень, посилення ролі України у світовому академічному середовищі. Таким чином, європейська інтеграція є стратегічним напрямом розвитку національної освіти і науки.

УДК 656.(477)

Транспортна інфраструктура України її перспективні напрямки відновлення та розбудови

ст. викл. Бутенко Г.М., студентка Хондучка А.В.

Транспортна інфраструктура України включає залізничну, автодорожню, портову та авіаційну інфраструктуру і є основою розвитку економіки. Яка в сучасних реаліях при військових діях зазнала значних руйнувань. Тому актуальними постають питання відновлення та розбудови країни. Зокрема фокусуватись на євроінтеграції, цифровізації та безпеці. На залізничному транспорті першочергово ремонтувати пошкоджені шляхи та вузли, будувати єврколії для з'єднання української мережі з європейською, розбудовувати залізничні переходи, прикордонну інфраструктури. На морському та річковому транспорті звернути увагу на Дунайській кластер, відновлюючи та модернізуючи порти, для експорту агропродукції через "шляхи солідарності", розвивати контейнерні перевезення. На автомобільному транспорті, приведення автомобільних доріг до європейських стандартів, впроваджувати незалежний контроль якості та створювати мережі швидкісних магістралей, впроваджувати автоматичні системи зважування в русі (WIM) та покращувати безпеку дорожнього руху, знижувати вуглецевий вплив розвиваючи «зелену» логістику. У кожному із напрямків при відновленні акцентувати увагу на інженерну безпеку використовуючи сучасні вибухотехнічні оцінки для підвищення міцності споруд. Відновлювати за принципом «build back better» (відбудувати краще, ніж було) з підвищенням безпеки та стійкості. Для фінансування залучати проекти міжнародного механізму, такі як Фонд підтримки транспорту України (UTSF).

УДК 656.078.1

Сучасні тенденції розвитку транспортно-експедиторського обслуговування клієнтів в Україні

ст. викл. Селіванова Н.Ю., студент Шульженко Д.О.

Транспортно-експедиторська діяльність є важливою складовою логістичної системи, що забезпечує інтеграцію України до міжнародного транспортного простору. Сучасні тенденції визначаються цифровізацією, автоматизацією управління та підвищенням якості клієнтського сервісу.

Найактивніше розвиваються напрями, пов'язані з мультимодальними перевезеннями, електронним документообігом (e-CMR), транспортними біржами (Lardi-Trans, Della, Trans.eu) та системами управління транспортом (TMS). Поширюється використання GPS-моніторингу, CRM і блокчейну.

В умовах воєнного стану актуальними є безпека маршрутів, адаптація логістики до ризиків та впровадження принципів «зеленої логістики». Основними тенденціями залишаються цифровізація, міжнародна інтеграція та екологізація галузі. У доповіді буде наведено результати аналізу основних тенденцій розвитку експедиторських послуг в Україні.

УДК 656.073

Управління ризиками у міжнародних транспортно-експедиторських операціях

ст. викл. Селіванова Н.Ю.

Міжнародна транспортно-експедиторська діяльність пов'язана з численними ризиками — правовими, фінансовими, технічними та організаційними. Їх вплив зростає через воєнні дії та нестабільність зовнішнього середовища.

Ефективне управління ризиками передбачає страхування, моніторинг контрагентів, диверсифікацію маршрутів і використання цифрових систем (GPS, IoT, TMS). Використання ISO 31000 та INCOTERMS 2020 підвищує контроль і прозорість операцій.

Інтеграція аналітичних і цифрових інструментів знижує втрати та підвищує надійність міжнародних перевезень навіть у кризових умовах. У доповіді буде подано результати дослідження методів ризик-менеджменту у міжнародних експедиторських операціях.

УДК 656.078

Розвиток цифрових платформ у сфері експедиторських послуг

ст. викл. Селіванова Н.Ю., студент Шевченко Р.В.

Цифровізація транспортної галузі сприяє автоматизації управління перевезеннями та взаємодії між учасниками логістичних процесів. Цифрові платформи інтегрують експедиторів, клієнтів і перевізників в єдиний інформаційний простір.

В Україні поширені Lardi-Trans, Della, Trans.eu, Cargopedia. Вони скорочують час узгодження заявок, підвищують прозорість і знижують витрати. Розвиваються інтелектуальні TMS та блокчейн-технології. Такі платформи формують цифровий транспортний простір України, що відповідає

європейським вимогам та забезпечує стійкий розвиток експедиторських компаній. У доповіді буде подано результати аналізу ефективності цифрових платформ у сучасних логістичних системах.

УДК 656.078.12

Механізми взаємодії транспортно-експедиторських компаній зі стейкхолдерами

ст. викл. Селіванова Н.Ю.

Ефективність транспортно-експедиторських компаній визначається якістю взаємодії з клієнтами, перевізниками, страховими, митними органами та державними структурами. Важливою є побудова партнерських і довірчих відносин.

Основні механізми — контрактна система, CRM і TMS-рішення, електронний документообіг, а також ESG-підхід до корпоративної відповідальності.

Цифрові платформи забезпечують прозору комунікацію, знижують транзакційні витрати та формують конкурентну перевагу на ринку. У доповіді буде розглянуто результати дослідження комунікаційних механізмів між експедиторами та стейкхолдерами.

УДК 656.078.1

Вплив євроінтеграційних процесів на розвиток експедиторського бізнесу України

ст. викл. Селіванова Н.Ю., студент Маланічев В.В.

Євроінтеграція стимулює модернізацію транспортно-експедиторської сфери, гармонізацію законодавства та цифровізацію бізнес-процесів. Україна поступово адаптує свої стандарти до норм ЄС.

Основними чинниками розвитку є впровадження TEN-T, NCTS, e-CMR, eTIR і Угоди про Спільний транспортний простір з ЄС. Вони розширюють доступ до європейського ринку.

Реалізація цих реформ підвищує конкурентоспроможність українських експедиторів та інтегрує їх у європейську логістичну систему. У доповіді буде наведено результати аналізу впливу євроінтеграції на український експедиторський ринок.

УДК 656.073.4

Розвиток міжнародної співпраці у сфері автомобільних перевезень небезпечних вантажів

ст. викл. Селіванова Н.Ю.

Перевезення небезпечних вантажів вимагає дотримання міжнародних стандартів ADR і співпраці між країнами для уніфікації вимог і контролю безпеки.

Україна бере участь у програмах UNECE, IRU, OTIF, спрямованих на цифровізацію перевезень (eTIR, eADR) і розвиток транскордонної інфраструктури.

Спільні ініціативи підвищують рівень безпеки, гармонізують вимоги та сприяють інтеграції України у світову транспортну систему. У доповіді буде висвітлено результати аналізу міжнародних ініціатив у сфері ADR-перевезень.

УДК 656.073.7

Використання штучного інтелекту у моніторингу та управлінні перевезеннями небезпечних вантажів

ст. викл. Селіванова Н.Ю., студент Козир О.Ю.

Системи штучного інтелекту дають змогу аналізувати ризики, прогнозувати аварійні ситуації та оптимізувати маршрути перевезення небезпечних вантажів. Застосування IoT, GPS і Big Data підвищує точність моніторингу та швидкість реагування на відхилення.

Інтеграція ШІ у системи прийняття рішень зменшує вплив людського фактору та підвищує безпеку транспортування. У доповіді буде представлено результати оцінки ефективності використання ШІ у моніторингу ADR-перевезень.

УДК 656.073.8

Оцінка ризиків при перевезенні небезпечних вантажів в умовах воєнного стану

ст. викл. Селіванова Н.Ю.

Воєнний стан створює додаткові загрози для перевезення небезпечних вантажів, зокрема пошкодження інфраструктури, обмеження руху та ризик обстрілів.

Оцінка ризиків базується на експертному аналізі, моделюванні надзвичайних ситуацій і використанні геоінформаційних систем для вибору безпечних маршрутів.

Комплексний підхід до управління ризиками дозволяє зменшити наслідки надзвичайних подій і забезпечити безперервність логістики. У доповіді буде наведено результати аналізу ризиків перевезень небезпечних вантажів у період воєнного стану.

УДК 656.078.1

Цифрова прозорість транспортно-експедиторського обслуговування клієнтів: вимоги до даних та інтероперабельності

ст. викл. Селіванова Н.Ю., студент Московчук Є.М.

Цифровізація транспортно-експедиторського обслуговування клієнтів (ТЕО) переводить планування, виконання та контроль перевезень у режим керованих даними подій і цифрових доказів виконання. Ключовою умовою цифрової прозорості є стандартизація обміну подіями перевезення (ETA, POD, exception events) і уніфікована семантика даних між учасниками ланцюга постачань та державними органами. Регламент (ЄС) 2020/1056 (eFTI) закріплює підхід прийняття компетентними органами регуляторно значущої інформації в електронному вигляді через eFTI-сумісні платформи, що робить інтероперабельність центральною вимогою для транспортних систем.

Юридична значущість цифрових подій і документів у міжнародному автосполученні забезпечується вимогами e-CMR щодо виявлення змін та забезпечення цілісності реквізитів, що формує вимоги до технологій зберігання, аудиту та трасування у ТЕО. Методично інтероперабельність доцільно проєктувати на основі семантичних стандартів UN/CEFACT, які ґрунтуються на

узгодженості значень компонентів даних для коректного обміну між сторонами.
Запропоновано цільову архітектуру «експедиторська платформа–TMS–eFTI шлюз», де платформа агрегує замовлення і статуси, TMS забезпечує планування/виконання та збір подій, а eFTI шлюз реалізує нормативно узгоджений обмін регуляторними наборами даних і контроль доступу. Результат доцільно оформити як дорожню карту впровадження інтероперабельності: інвентаризація подій і даних ТЕО та їх семантичне узгодження; політики цілісності і зберігання відповідно до e-CMR; інтеграційний шар платформи і TMS; підготовка eFTI-обміну з органами влади; оцінювання ефекту за показниками швидкості оброблення запитів, зниження помилок даних та відтворюваності доказів виконання. У доповіді буде наведено результати.

УДК 656.11

Організація вантажних автомобільних перевезень у великих містах в умовах зростання транспортних потоків

ст. викл. Даниленко І.В., студентка Бігун В.В.

Організація доставки вантажів автомобільним транспортом у великих містах стає дедалі складнішою з огляду на інтенсивне зростання транспортних потоків. Сучасні мегаполіси стикаються з багатьма викликами: стрімке зростання електронної комерції та сервісів оперативної доставки приводить до необхідності збільшення кількості вантажних перевезень, тоді як пропускна здатність дорожньої інфраструктури вже досягла межі. Неконтрольований рух вантажного транспорту сприяє утворенню заторів, погіршенню стану довкілля та зростанню витрат на логістику. Вирішення цього питання стало ключовим фактором для забезпечення стабільності міської економіки. Успішна організація вантажоперевезень у великих містах вимагає тісної співпраці між органами місцевого самоврядування та приватними логістичними компаніями. Головним напрямом розвитку має стати перехід від традиційної моделі «прямої доставки» до концепції «розподілених центрів», які працюють на основі екологічно чистого транспорту та впровадження цифрових платформ управління процесами.

УДК 656.11

Стратегії адаптації міських логістичних систем до умов воєнного стану: безпекова стійкість та мобільність вантажопотоків

ст. викл. Даниленко І.В., студентка Кириченко С.Ю.

Сучасна теорія організації перевезень у великих містах традиційно базується на принципах "Just-in-Time" та концентрації потужностей у великих логістичних хабах для мінімізації витрат. Однак умови воєнного стану виявили критичну вразливість таких моделей: централізовані склади стають пріоритетними цілями, а жорсткі графіки постачання нівелюються повітряними тривогами, комендантською годиною та пошкодженнями критичної інфраструктури.

Зростання транспортних потоків у сучасних українських містах сьогодні зумовлене не лише внутрішньою економічною активністю, а й радикальною зміною глобальних логістичних шляхів (блокування морських портів, переорієнтація на західні автомобільні хаби). Це спричиняє надмірне навантаження на дорожню мережу, яка не була розрахована на таку інтенсивність вантажного руху в умовах обмеженої маневреності.

***УДК* 656.1/.5**

Транспортно-термінальні системи та їх роль у післявоєнній відбудові України

асист. Чепіль О.О., студент Пустовіт Г.М.

Оцінка стану транспортно-термінальної інфраструктури в регіонах України. Розвиток терміналів, як ключовий напрямок відновлення транспортної системи. Відновлення чи доцільність відновлення пошкоджених об’єктів. Модернізація існуючих терміналів і впровадження сучасного обладнання. Доцільність інтегрування терміналів в національну та європейську транспортну мережу. Впровадження цифрових технологій.

***УДК 656.13/* 004.45**

Використання штучного інтелекту у контролі, автоматизації та стандартизації етапів транспортного процесу. Підвищення ефективності перевезень вантажів

асист. Чепіль О.О.

Застосування ШІ для автоматизованого контролю вантажопотоків і моніторингу стану перевезень. Оптимізація маршрутів та планування перевезень за допомогою алгоритмів штучного інтелекту. Прогнозування ризиків і виявлення потенційних проблем у транспортно-технологічних операціях. Стандартизація транспортних процесів та автоматизація документообігу з використанням цифрових рішень. Підвищення ефективності, безпеки та надійності перевезень шляхом інтеграції ШІ у транспортні системи.

УДК 656.62:656.07(4+477)

Інтеграція внутрішнього водного транспорту в мультимодальні транспортні системи: європейський досвід та українські перспективи

доц. Кириллова В.Ю., проф. Кириллова О.В., аспірант Гнідой Р.І., аспірант Бєлєй Є.А. (Одеський національний морський університет)

Внутрішній водний транспорт у країнах Європейського Союзу розглядається як стратегічний елемент мультимодальних транспортних систем, що забезпечує підвищення пропускної спроможності коридорів, зменшення навантаження на автомобільні шляхи та зниження екологічного впливу перевезень. Інтеграція річкових перевезень у мультимодальні ланцюги доставки здійснюється через узгоджений розвиток портової інфраструктури, інтермодальних терміналів, залізничних та автомобільних вузлів і цифрових платформ управління перевізним процесом. Європейський досвід свідчить, що така інтеграція базується на стандартизації технологій, гармонізації нормативного середовища

та інвестиціях у модернізацію флоту й гідротехнічної інфраструктури в межах мережі TEN-T.
Для України інтеграція внутрішнього водного транспорту набуває особливої актуальності в умовах трансформації експортних маршрутів і необхідності підвищення стійкості національної транспортної системи. Повномасштабна війна спричинила обмеження роботи частини морських портів, пошкодження інфраструктури та зростання безпекових ризиків, що актуалізує диверсифікацію перевезень і розвиток альтернативних напрямків. Потенціал річкових шляхів, зокрема Дніпровського басейну, створює передумови для використання внутрішнього водного транспорту в мультимодальних системах доставки масових і контейнерних вантажів, однак воєнні ризики, руйнування гідротехнічних споруд та нестабільність глибин обмежують повну реалізацію цього потенціалу.
Додатковими стримуючими чинниками залишаються зношеність інфраструктури, сезонність судноплавства, потреба оновлення флоту та недостатня інтеграція інформаційних систем. Подолання зазначених бар'єрів потребує комплексної державної політики, спрямованої на модернізацію річкових портів, впровадження сучасних перевантажувальних технологій, підвищення безпеки судноплавства та економічне стимулювання використання водного транспорту.
Інтеграція внутрішнього водного транспорту в мультимодальні системи України має здійснюватися на основі інфраструктурної модернізації, нормативної гармонізації з європейськими вимогами та цифрової координації перевізного процесу. У воєнний і післявоєнний період ключовим завданням є формування стійких транспортних ланцюгів із урахуванням факторів безпеки та резервування маршрутів, що сприятиме підвищенню конкурентоспроможності національної транспортної системи в довгостроковій перспективі.

УДК 656.615:005.5

Стратегічне управління портом як багатофункціональною виробничою системою: баланс між державним регулюванням та комерційною автономією

проф. Кириллова О.В., проф. Магамадов О.Р., доц. Кириллова В.Ю. (Одеський національний морський університет)

Сучасний морський порт функціонує як складна багаторівнева виробнича система, що поєднує інфраструктурні, технологічні, управлінські та інституційні підсистеми. Його діяльність формується під впливом двох взаємопов'язаних векторів: державного регулювання, спрямованого на забезпечення стратегічних інтересів країни, безпеки та інтеграції до міжнародних транспортних мереж, та комерційної автономії, що визначає ефективність операційної діяльності, інвестиційну привабливість і конкурентоспроможність.
В умовах геополітичної нестабільності, структурної трансформації вантажопотоків та цифровізації виробничих процесів стратегічне управління

портом повинно базуватися на системному підході. Порт доцільно розглядати як багатофункціональну виробничу систему з розподіленими центрами відповідальності, у межах якої узгоджуються інтереси держави, приватних операторів терміналів, судноплавних компаній та інших учасників транспортного процесу.

Надмірна регуляторна централізація може стримувати інноваційний розвиток і знижувати оперативність управлінських рішень, тоді як повна комерціалізація без належного державного контролю створює ризики втрати стратегічного впливу на критичну інфраструктуру. Отже, ключовим завданням є формування адаптивної моделі стратегічного управління, що поєднує державні механізми стратегічного планування, тарифного та інвестиційного регулювання із забезпеченням операційної та фінансової автономії портових операторів.

Обґрунтовано, що баланс між регулюванням і автономією досягається через: розмежування функцій власника інфраструктури та оператора; впровадження довгострокових концесійних механізмів; застосування системи показників ефективності (KPI) для оцінювання результативності діяльності; цифровізацію управлінських процесів і прозорість прийняття рішень.

Запропонований підхід дозволяє розглядати стратегічне управління портом не як адміністративну функцію, а як інструмент узгодження економічної ефективності, технологічної модернізації та державних інтересів у межах національної транспортної системи.

UDK 656.615:004:332.1

Technologische Integration als Faktor zur Stärkung der Regionalisierung von Hafenterminals

Doktorandin, Dozentin, Valentyna Romakh (Nationale Maritime Universität Odessa)

Die Analyse einer Vielzahl wissenschaftlicher Quellen zeigt aktuelle Trends in der Umgestaltung der Aktivitäten globaler Hafenterminalbetreiber im Hinblick auf veränderte Raumstrategien und die zunehmenden Bedeutung der Regionalisierung. Die Regionalisierung des Hafens ist durch die gemeinsame und abgestimmte Entwicklung eines bestimmten Umschlagzentrums und multimodaler Logistikplattformen im Landesinneren gekennzeichnet. Das regionale Netzwerk von Umschlagzentren wird insbesondere durch die interne Infrastruktur unterstützt, wobei sowohl die Vorteile des intermodalen Transports genutzt als auch der Umschlagprozess durch die Hafenbetreiber verbessert werden. Die Verbesserung des Betriebs der Hafenterminals wird durch die Umsetzung einer Vielzahl von Forschungsergebnissen zur Optimierung einzelner Komponenten der Infrastruktur der Hafenterminals, der organisatorischen und technologischen Prozesse der innerhäfenbezogenen Produktion, der Optimierung der Arbeit einzelner Betriebsbereiche des Hafenterminals, Anbindung der Terminals an Landverkehrsträger und andere Bereiche im Zusammenhang mit der Abfertigung von Schiffen, der Verteilung und Zuweisung von Liegeplätzen, der Optimierung der Arbeit des „Hofes", der Optimierung des Prozesses der Interaktion mit Landverkehrsträgern, dem System der Zuweisung von „Toren" usw. Allerdings

erfordert eine solche Diskretion bei der Optimierung der Arbeit des Hafenterminals angesichts der zunehmenden Bedeutung der Regionalisierung auf dem Markt für Hafendienstleistungen eine Intensivierung der Arbeiten mit einem integrierten Ansatz, sowohl nach den Prinzipien der Intermodalität und funktionalen Fülle als auch nach dem Prinzip der räumlichen Kohärenz der technologischen Integration.

УДК 656.076:349.6

Niespójność prawna w definiowaniu i stosowaniu terminu „terminal multimodalny" w integracji sektorowej obiektu „suchego portu"

Doktorantka, adiunktka, Valentyna Romakh (Narodowy Uniwersytet Morski w Odessie)

Przy obecnej różnorodności terminologii i funkcji obiektu „dry port" (suchego portu), jedną z opcji jest przedstawienie tego typu obiektów jako terminalu „multimodalnego" (węzła, platformy itp.). Wykorzystanie terminu „terminal multimodalny" reguluje ustawa Ukrainy „O transporcie multimodalnym" i stanowi: „terminal multimodalny – kompleks produkcyjno-przeładunkowy dowolnej formy własności, wykorzystywany podczas przewozów multimodalnych do zmiany rodzajów transportu, wykonywania operacji ładowania, rozładowywania, przechowywania ładunków itp., a podczas przewozów międzynarodowych może również pełnić funkcję punktu przejazdu (punktu kontroli) przez państwową granicę Ukrainy". Jednak podana definicja, wraz z ustalonym przypadkiem nieprawidłowej identyfikacji rodzaju przewozu „multimodalny" „intermodalny", „kombinowany", stwierdzonego w badaniach naukowców, ogranicza wykorzystanie pojęcia „terminal multimodalny", gdy nie jest spełniony przynajmniej „…jeden z podstawowych warunków przewozu kombinowanego". Czyli w takim przypadku terminal można wykorzystać wyłącznie jako obiekt zabezpieczenia celnego? Oprócz tego w Kodeksie celnym Ukrainy zdefiniowano pojęcie autoryzowanego podmiotu gospodarczego (APG), uregulowano kwestie zezwoleń i ułatwień dla poszczególnych rodzajów procedur celnych itp. Jednak pomimo połączenia obowiązkowej bazy infrastrukturalnej i nadania przedsiębiorstwu statusu, który powinien zapewnić ulgi w pracy terminali, to jednak ze względu na niespójność definicji terminów „intermodalny", „kombinowany", „multimodalny" w prawie krajowym i międzynarodowym uniemożliwia pełną integrację takich obiektów jak „dry port" do produkcji branżowej.

УДК 656.614.3:656.073

Аналіз впливу кризи в Червоному морі на систему мультимодальних перевезень

аспірант Бєлєй Є.А. (Одеський національний морський університет)

Судноплавний шлях Червоного моря є надзвичайно важливим для міжнародної торгівлі між Європою, Близьким Сходом, Африкою та Азією. Збройні напади на судна в Баб-Ель-Мандебській протоці викликали гостру необхідність пошуку ефективних практичних рішень доставки вантажу морським транспортом за маршрутом Азія – Європа – Азія. З початком кризи перед судновласниками постало питання: уникати небезпечний регіон обираючи

довші, але безпечні маршрути через Мис Доброї Надії або проходити через Червоне море, враховуючи ризики пошкодження або втрати судна, вантажу та небезпеку для екіпажів суден.

Судноплавні лінії відіграють важливу роль у забезпеченні світової торгівлі. Практична більшість лінійних сервісів пов'язана з контейнерними перевезеннями та роботою суден-контейнеровозів, і лише невелика їхня частка – до 5% – припадає на перевезення з використанням багатоцільових (універсальних суден). Контейнерні лінії можна порівняти з артеріями для сучасної економіки, які утворюють основу для реалізації мультимодальних та інтермодальних перевезень. Контейнерні лінії (або лінійні сервіси) є динамічними структурами, які виникають, трансформуються і ліквідуються залежно від ринкових чинників. В залежності від наявних у світі вантажопотоків, операторами ринку контейнерних перевезень сформовані ефективні маршрути для задоволення потреб зацікавлених сторін у перевезенні вантажів. Будь-які коливання на ринку контейнерних перевезень призводять до періоду невизначеності. Трансформуються усталені взаємовідносини між учасниками ринку, з’являються нові маршрути, виникає необхідність оптимізації витрат, пошуку ідей та рішень для подолання кризи.

Геополітичне становище на Близькому сході та в регіоні Червоного моря загострилось наприкінці 2023 року. Враховуючи ризики, що виникли в результаті бойових дій в регіоні, більшість контейнерних ліній перенаправили свої судна з Червоного моря до Мису Доброї Надії. Наслідком даного рішення стало збільшення відстані перевезення та транзитного часу, що в свою чергу зумовлює використання більшої кількості суден та контейнерного обладнання.

Початок 2026 року ознаменувався заявами контейнерних ліній про відновлення транзиту через Суецький канал. Йдеться про прохід спочатку окремими вантажними суднами під міжнародним військово-морським захистом із поступовим збільшенням кількості суден, якщо військово-політична обстановка дозволить це.

УДК 656

Дослідження транспортного забезпечення імпорту сонячних панелей з Китаю в Україну

проф. Кічкіна О.І., студентка Романова О.А. (Одеський національний морський університет)

Наразі сонячні панелі в умовах повномасштабної війни в Україні набули не лише економічного, але й стратегічного значення. Руйнівні удари по енергетичній інфраструктурі призвели до серйозних перебоїв у виробництві електроенергії. В результаті чого українські споживачі зіткнулися з масштабними відключеннями світла, нестачею потужностей і критичною залежністю від імпорту. Таким чином, збройна агресія проти України стала каталізатором розвитку ринку «зеленої» енергетики, а сонячні панелі перетворилися з інвестиційного товару на критично важливий елемент енергетичної безпеки, що безпосередньо впливає на обсяги їх імпорту та потребує ефективного транспортного забезпечення.

Аналіз внутрішнього ринку України показав, що він майже повністю залежить від імпорту сонячних панелей, частка якого перевищує 90% від загального обсягу встановлених потужностей. Крім того, з 2022 року структура попиту кардинально змінилася. Пріоритет отримали малі та середні сонячні установки для домогосподарств, бізнесу та об'єктів критичної інфраструктури. В дослідженні здійснено аналіз світового ринку сонячних панелей та обрано в якості країни постачальника Китай, як безперечного лідера за динамікою обсягів постачання.

В роботі розглянуті фізико-хімічні та технічні властивості вантажу, вимоги до пакування, маркування та транспортування сонячних панелей. Здійснено розрахунки щодо оптимального вибору типу та кількості контейнерів, а також схеми розміщення вантажу з урахуванням вимог та особливостей до правил перевезення.

Здійснено порівняння портів відправлення на підстави рангово-рейтингової оцінки з використанням п'яти критеріїв. Оцінки присвоєно на основі актуальних даних 2024–2025 років (звітів Міністерства транспорту КНР, Container Port Performance Index (CPPI) Світового банку, статистики портових операторів та аналітичних оглядів).

За аналогічною методикою здійснено порівняння та вибір Європейських портів призначення для варіанту маршруту постачання через порти Європи.

Для постачання сонячних панелей з Китаю в Україну запропоновано альтернативні маршрути: через порти Європи з подальшим транспортуванням наземною ділянкою та безпосередньо морським транспортом до портів Великої Одеси. Порівняння та обґрунтування кращого маршруту постачання здійснювалося за двома критеріями: вартість та час. Було застосовано інтегральний критерій з ваговими коефіцієнтами та приведення різнорозмірних критеріїв до безрозмірних величин.

УДК 656

Дослідження та удосконалення постачання української металевої катанки на експорт

проф. Кічкіна О.І., студент Супринович В.П. (Одеський національний морський університет)

Металева катанка є стратегічно важливим продуктом металургійної галузі України. Сучасний етап зовнішньоекономічної діяльності України характеризується суттєвими трансформаціями логістичних ланцюгів, зумовленими воєнними ризиками, обмеженням доступу до традиційних морських маршрутів, зміною географії збуту та зростанням конкуренції на світовому ринку металопродукції. У цих умовах особливу актуальність набуває проблема забезпечення безперебійного експорту української катанки на експорт.

Метою дослідження є розробка методичних рішень щодо оперативного планування та коригування технологічних схем безперебійного постачання катанки на експорт з використанням методів моделювання в умовах актуальних

воєнних ризиків і підвищеної невизначеності функціонування транспортної інфраструктури.
Основна частина дослідження спрямована на вдосконалення логістичного ланцюга експорту катанки шляхом упровадження механізмів диверсифікації та використання методів математичного та імітаційного моделювання. На першому етапі здійснюється системний аналіз процесу формування експортних партій і їх переміщення від металургійного підприємства до морських терміналів. Особлива увага приділяється дискретному характеру відвантажень, де критичним фактором ефективності є синхронізація надходження залізничних вагонів із графіками підходу суден під завантаження. Встановлено, що традиційна схема накопичення вантажу на портових складах у сучасних умовах потребує перегляду, оскільки зростання інфраструктурних обмежень та невизначеність строків прибуття флоту суттєво підвищують ризики простою і зниження керованості логістичного процесу.
Наступне завдання – розробка імітаційної моделі побудови міжнародних маршрутів постачання вантажу з використанням морського транспорту в умовах війни з урахуванням часових обмежень, вартості, надійності, доступності портів.
Обрана гібридна імітаційна модель, що поєднує дискретно-подієве моделювання та агентно-орієнтоване моделювання. В рамках дискретно-подієвої парадигми здійснюється моделювання операцій портової обробки, морських переходів, процесів перевантаження, митних та прикордонних процедур. В рамках агентно-орієнтованої парадигми моделюється поведінка суб'єктів процесу, а саме судноплавної лінії, порту, експедитора, митних органів, а також ризиковий агент – військово-політичний вплив.
Враховуючи реалії сьогодення такий адаптивний підхід до організації процесу постачання української металевої катанки на експорт має явну перевагу над статичними схемами планування.

УДК 629.3

Статистичний аналіз тривалості простою міських автобусів на зупинках при перевезеннях осіб з інвалідністю в залежності від конструктивних особливостей рухомого складу

проф. Кузькін О.Ф. (Національний університет «Запорізька політехніка»), аспірант Кудієвський А.А. (Національний університет «Запорізька політехніка»)

Доступність громадського транспорту для осіб з інвалідністю забезпечується наявністю на міських маршрутах рухомого складу, пристосованого для перевезення таких категорій пасажирів. Зважаючи на різні технічні рішення щодо створення умов для посадки та висадки з транспорту таких пасажирів, тривалість простою рухомого складу на зупинках може суттєво коливатись та впливати на дотримання водіями розкладу руху. На підставі натурних спостережень виконано статистичний аналіз тривалості простою міських автобусів, пристосованих для перевезення осіб з інвалідністю, на зупинках в залежності від їх конструктивних параметрів.

УДК 625.1/.5. 629.4

Аналіз технології та організації роботи сортувальних станцій підприємств

ст. викл. Красулін О.С., студентка Алаєва А.М. (ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»)

Сортувальні станції є основними виробничими підприємствами залізничного транспорту. На них зосереджена майже вся технічна робота з вантажними поїздами, значна частина вантажної роботи. На станціях вагони знаходяться більше 70% часу обороту, тому головним резервом в його скороченні є подальше вдосконалення технології роботи станцій, максимальне прискорення всіх операцій з вагонами і поїздами. За час обороту вагон в середньому проходить більше 10 технічних станцій і піддається переробці до чотирьох разів. Скорочення простою на цих станціях в середньому на 0,5 годин прискорює оборот вагона на 6 годин. При цьому зменшується потреба у вагонному парку і скорочується термін доставки вантажів.

До складу експлуатаційних витрат транспорту входять значні витрати на маневрову роботу на сортувальних станціях. Скорочення цих витрат - також дуже важливе завдання для працівників станцій. Крім того, скорочення простою вагонів, поїздів і локомотивів, прискорення маневрової роботи тягнуть за собою зменшення капітальних вкладень: потрібно менше вагонів, локомотивів, колій. Чим краще використовується техніка, тим вище продуктивність праці, переробна здатність, надійність всіх елементів станцій, нижче собівартість перевезень. Подальше вдосконалення технології роботи сортувальних станцій – найбільших виробничих підприємств залізниць має важливе економічне значення.

УДК 629

До питання ефективності транспортного обслуговування промислових підприємств

ст. викл. Красулін О.С., студент Мільяченко С.В. (ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»)

Висока ефективність виробництва здійснюється за рахунок сучасного обладнання, новітніх технологічних процесів, обґрунтованих рішень з транспортного обслуговування виробництва, яке повинно чітко забезпечувати технологічний ритм і заданий обсяг виробництва.

Транспорт металургійного заводу, будучи елементом єдиної транспортної системи країни, безпосередньо бере участь у виробничому процесі підприємства. У зв'язку з цим, потужність транспортної системи повинна відповідати обсягу виробництва підприємства, а технологія роботи і технічне оснащення - рівню розвитку і технічному прогресу на магістральному транспорті.

Зовнішня функція промислового транспорту полягає в здійсненні доставки на підприємство сировини і напівфабрикатів з магістрального транспорту і вивезення з підприємств готової продукції. Внутрішній транспорт здійснює переміщення вантажів між цехами і складами.

УДК 625.1

До питання про геометричні параметри рейкової колії на перехідних ділянках промислових підприємств

ст. викл. Красулін О.С. (ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»)

На ділянках залізничної колії промислових підприємств по довжині є зони з різною інтенсивністю накопичення залишкових деформацій, зокрема це перехідні ділянки в зоні зрівняльних стиків, сполучення конструкцій з різною жорсткістю, стрілочних переводів, переїздів, малих штучних споруд і т.п. Особливістю цих ділянок є їх нестабільний стан відразу після укладання колії на всьому протязі життєвого циклу.

До основних причин, що впливає на зниження стабільності геометрії рейкової колії і збільшення інтенсивності накопичення залишкових деформацій на перехідних ділянках, можна віднести:

1. Виникнення динамічної нерівності як наслідок нерівнопружності подрейкового підстави в поздовжньому напрямку. Проведений аналіз накопичення залишкових деформацій показує систематичне утворення геометричних нерівностей на прилеглих ділянках в зоні стрілочних переводів, збільшений темп інтенсивності утворення відступів 2, 3 і 4-го ступенів в порівнянні зі звичайними прилеглими ділянками.

2. Якість і неоднорідність ущільнення баласту в поздовжньому і поперечному (уздовж шпали) напрямках (має місце в тому числі і на звичайних ділянках). Оцінка стану залізничної колії після проведення виправно-підбивних робіт показує, що баласт недостатньо ущільнений в шпальних ящиках і під кінцями шпал, особливо залізобетонних. Нерівномірність ущільнення баластної призми призводить до розладу колії внаслідок впливу поїзних динамічних навантажень. Скорочуються міжремонтні терміни проведення ремонту колії, що призводить до збільшення витрат на технічне обслуговування залізничної колії.

Нестабільний стан перехідних ділянок відразу після укладання залізничної колії вимагає особливих підходів до проектування і розробки заходів, спрямованих на підвищення стабільності геометрії рейкової колії і недопущення інтенсифікації зростання кількості розладів залізничної колії.

Конструктивно-технологічні рішення перехідних ділянок повинні враховувати такі характерні особливості, як виникнення динамічної нерівності внаслідок нерівнопружності підрейкового підстави, зниження або недостатність міцнісних і деформативних характеристик грунтів баластного шару з урахуванням динамічних (ударно - динамічних) впливів, якість і неоднорідність ущільнення баласту. І повинні бути спрямовані на скорочення періоду стабілізації баластного шару перехідних ділянок; збільшення терміну нормальної експлуатації з урахуванням діючих динамічних навантажень, що виникають внаслідок наявності стиків, динамічних нерівностей, нерівнопружності залізничної колії, неоднорідності ущільнення баластної призми перехідних ділянок; забезпечення рівнопружності баластного шару перехідних ділянок.

УДК 656.073

Клієнтоорієнтованість як стратегія підвищення ефективності транспортно-експедиторського обслуговування замовників

доц. Орда О.О., студент Дмитрієнко В.Г. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

У сучасних умовах розвитку ринку транспортно-експедиторських послуг застосування критерію клієнтоорієнтованості є одним із ключових інструментів підвищення ефективності діяльності компаній. Клієнтоорієнтованість розглядається як параметр управління, спрямований на задоволення потреб та очікувань споживачів, забезпечення високої якості послуг і продуктів, а також формування довгострокових взаємовигідних відносин з клієнтами. В основі цього підходу лежать цілеспрямовані та структуровані бізнес-процеси, фокусовані на клієнта.

До основних переваг клієнтоорієнтованого підходу належать підвищення рівня задоволеності та лояльності клієнтів, формування позитивної репутації бренду, здобуття конкурентних переваг і зменшення ризиків діяльності. Сукупність елементів, що формують клієнтоорієнтованість компанії, та їх взаємозв'язок утворюють єдиний механізм системного впливу на результати діяльності підприємства.

Формування клієнтоорієнтованої стратегії передбачає комплексний підхід, центральним елементом якого є глибоке вивчення потреб клієнтів. Процес налагодження позитивних відносин з новими клієнтами та підтримання взаємодії з наявними є тривалим, проте саме він визначає здатність компанії ефективно конкурувати на ринку. Клієнтоорієнтований підхід базується на трьох ключових позиціях: чіткому розумінні потреб клієнта, ефективному їх задоволенні та отриманні додаткового прибутку як результату перших двох складових.

Результатами впровадження клієнтоорієнтованості є формування позитивного іміджу підприємства та високої оцінки його діяльності з боку споживачів, як наслідок – зростання конкурентних переваг і прибутковості. Клієнтоорієнтований підхід забезпечує вигоди не лише для компанії, але й для клієнтів. Для споживачів це проявляється у психологічних (тісні комунікації), соціальних (довірчі та дружні відносини з персоналом) і економічних перевагах (знижки, бонуси, індивідуальний сервіс). Особливої актуальності клієнтоорієнтованість набуває на ринку міжнародних транспортно-експедиторських послуг, який характеризується зростанням вимог клієнтів до якості. Споживачі оцінюють послуги за такими критеріями, як швидкість доставки, безпека та мінімізація витрат. На практиці вибору способу доставки можливе використання як окремих критеріїв, так і інтегрованого показника транспортно-експедиторського обслуговування, що враховує кілька параметрів одночасно, зокрема час доставки та приведені витрати на організацію доставки.

Таким чином, клієнтоорієнтований підхід у поєднанні з використанням інтегрованих показників оцінки якості транспортно-експедиторських послуг є ефективним інструментом підвищення конкурентоспроможності компаній на сучасному ринку.

УДК 656.072

Визначення проблемних питань з організації перевезень пасажирів у приміському сполученні з використанням велосипедного руху

асист. Кушнір Д.Е. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Інтеграція велосипедного руху в систему приміських пасажирських перевезень є важливим напрямом розвитку сталої мобільності. Для України ця проблема набула особливої актуальності в умовах зростання маятникової міграції, перевантаження громадського транспорту, обмежених фінансових ресурсів та необхідності підвищення екологічності транспортних систем. Основними бар'єрами є недостатній розвиток велосипедної інфраструктури у приміських зонах, відсутність безперервних і безпечних веломаршрутів, нестача велопарковок і пунктів прокату поблизу зупинок громадського транспорту та залізничних станцій. Низький рівень інтеграції велосипедних маршрутів із транспортно-пересадковими вузлами обмежує потенціал комбінованих поїздок. Недостатня адаптація рухомого складу приміського транспорту до перевезення велосипедів, відсутність чітких регламентів і стандартів, а також слабка координація між різними перевізниками ускладнюють реалізацію мультимодальних схем «велосипед – громадський транспорт». Обмеженість цифрових сервісів планування поїздок знижує зручність користування такими системами. Низький рівень транспортної культури, недостатня поінформованість населення про переваги велосипедної мобільності, а також відсутність економічних стимулів стримують попит на комбіновані перевезення. Водночас зростає суспільний запит на екологічні та доступні способи пересування. Впровадження європейських стандартів, розвиток велосипедної інфраструктури, створення транспортно-пересадкових вузлів, цифровізація сервісів мобільності та державна підтримка проєктів сталої мобільності відкривають значні можливості для інтеграції велосипедного руху в приміські перевезення. Системне подолання проблемних питань організації приміських перевезень із використанням велосипедного руху сприятиме підвищенню мобільності населення, зменшенню транспортного навантаження та формуванню екологічно сталих транспортних систем в Україні.

УДК 656.073.7

Удосконалення технологічного процесу доставки хліба в Салтівському районі міста Харків ТОВ «КОМПАНІЯ КАРАВАЙ»

доц. Калініченко О.П., студент Золочевська Н.О. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Ефективне забезпечення продовольчої стабільності в межах Салтівського району міста Харкова вимагає від ТОВ «КОМПАНІЯ КАРАВАЙ» розробки специфічних технологічних регламентів, що враховують морфологію щільної житлової забудови. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю оптимізації «останньої милі» в умовах обмеженого маневрування транспортних засобів та критично короткого життєвого циклу продукції. Теоретичне вдосконалення технологічного процесу в даному контексті базується на відмові

від пріоритету цифрового контролю на користь глибокої організаційно-технічної раціоналізації, що включає адаптацію транспортної топології, модернізацію внутрішньокузовного обладнання та впровадження жорстких операційних стандартів фізичного переміщення вантажу.

Центральним напрямом модернізації є перехід до територіально-кластерної моделі дистрибуції, яка враховує геометричну специфіку мікрорайонів Салтівки. Теоретично обґрунтовано доцільність диференціації транспортного парку за типом точок збуту: магістральні поставки до великих ритейлерів здійснюються середньотоннажним транспортом, тоді як обслуговування внутрішньоквартальної мережі передається малотоннажним маневреним фургонам. Така організаційна трансформація дозволяє мінімізувати простої в заторах та знизити ризик блокування проїздів у дворах. Технічне вдосконалення процесу також передбачає перегляд ергономіки вантажного простору рефрижераторів. Впровадження посилених стелажних систем із механічною фіксацією лотків та реалізація принципу завантаження за послідовністю вивантаження (LIFO) дозволяє суттєво прискорити обіг транспортного засобу без залучення складних інтелектуальних систем управління.

Важливою складовою теоретичної моделі є впровадження технології «нічного вікна» та безконтактних шлюзів приймання продукції. Це дозволяє перенести основне логістичне навантаження на години мінімального трафіку, забезпечуючи наявність свіжого хліба на полицях до моменту відкриття торговельних точок.

У підсумку, теоретичне вдосконалення технологічного процесу доставки для ТОВ «КОМПАНІЯ КАРАВАЙ» має ґрунтуватися на синергії технічної адаптації рухомого складу та суворої організаційної дисципліни логістичних ланок. Запропоновані підходи створюють надійний теоретичний фундамент для підвищення ефективності постачання хлібобулочних виробів у складних умовах мегаполісу. Реалізація цих принципів дозволяє створити стійку логістичну систему, яка є автономною, менше залежить від енергозабезпечення чи цифрової інфраструктури та гарантує стабільний доступ населення Салтівського району до продуктів першої необхідності.

УДК 656.073.7

Удосконалення технологічного процесу доставки хліба в Салтівському районі міста Харків ТОВ Хлібозавод «Ново-Баварський»

доц. Калініченко О.П., студент Івахненко В. В. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Ефективна організація доставки хліба в межах Салтівського району Харкова вимагає від ТОВ Хлібозавод «Ново-Баварський» розробки особливих технологічних рішень, що враховують специфіку найбільшого «спального» масиву України. Актуальність дослідження зумовлена коротким терміном реалізації продукції (24–36 годин) та необхідністю забезпечення продовольчої стабільності в умовах високої концентрації споживачів. Теоретичне вдосконалення процесу доставки базується на відмові від жорстких статичних

графіків на користь моделі «чутливого ланцюга постачання», де технологічний цикл підлаштовується під динамічні коливання попиту в межах конкретних мікрорайонів Салтівки.

Ключовим напрямом удосконалення технологічного процесу є впровадження системи предиктивного поповнення запасів на основі «соціальних теплових карт». Теоретично обґрунтовано, що для Салтівського району, з його розгалуженою мережею малих торговельних точок та великих супермаркетів, критичним є часове вікно доставки у ранкові та вечірні пікові години. Замість традиційного послідовного об'їзду точок пропонується модель територіально-кластерної дистрибуції. В межах цієї моделі технологічний процес поділяється на магістральне підвезення до ключових вузлів району з подальшим використанням малотоннажних маневрених автомобілів для доставки всередину житлових кварталів, що часто мають обмежений проїзд через щільне паркування або пошкодження інфраструктури.

Наукова новизна дослідження також полягає в розробці теоретичних засад «резервної логістики» для забезпечення безперебійності постачання хліба. Удосконалення технологічного процесу передбачає створення автономних логістичних протоколів на випадок енергетичних криз або збоїв у роботі зв'язку, що є надзвичайно актуальним для Харкова. Це включає використання геоінформаційних систем для формування маршрутів-дублерів, які оминають потенційно небезпечні або перевантажені ділянки Салтівського району.

У підсумку, теоретичне вдосконалення технологічного процесу доставки хліба ТОВ Хлібозавод «Ново-Баварський» має базуватися на поєднанні операційної гнучкості, кластерної організації маршрутів та соціальної відповідальності. Запропоновані підходи створюють науковий фундамент для трансформації логістики підприємства в адаптивну систему, що здатна миттєво реагувати на зміни в життєдіяльності мегаполісу. Реалізація цих принципів дозволяє не лише скоротити логістичні витрати, а й гарантувати жителям Салтівки стабільний доступ до свіжої продукції, що є важливим чинником підтримки соціальної стійкості міста в складних сучасних умовах.

УДК 656.073.7

Удосконалення технологічного процесу доставки овочів ТОВ «KOZYRTRANS» в місті Харків

доц. Калініченко О.П., студент Крючков А.О. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Ефективність доставки свіжих овочів у межах міської агломерації Харкова вимагає від логістичних компаній, таких як ТОВ «KOZYRTRANS», пошуку нових підходів, що виходять за межі традиційного транспортування. На відміну від заморожених продуктів, овочева продукція характеризується високою інтенсивністю «дихання» та чутливістю до етилену, що потребує специфічної організації технологічного процесу. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю скорочення логістичного циклу та мінімізації вуглецевого сліду в умовах щільної міської забудови. Теоретичне вдосконалення процесу доставки базується на впровадженні концепції «коротких ланцюгів постачання» та

використанні інноваційних методів управління товарними потоками, що поєднують екологічну відповідальність із економічною доцільністю.
Важливим напрямом модернізації є перехід до моделі дворівневої дистрибуції з використанням міських мікро-хабів (micro-fulfillment centers). Теоретично обґрунтовано, що створення мережі малих перевантажувальних пунктів у різних районах Харкова дозволяє ТОВ «KOZYRTRANS» здійснювати магістральну доставку великотоннажним транспортом до межі міста з подальшим перевантаженням у легкий комерційний транспорт, зокрема електричний. Такий підхід не лише вирішує проблему «останньої милі» та обмежень на рух вантажівок у центрі міста, а й суттєво зменшує час перебування продукції в дорозі.
Наукова новизна запропонованих рішень також полягає в інтеграції принципів «циркулярної логістики» у процес пакування та тарування овочів. Удосконалення технологічного процесу передбачає використання багаторазової інтелектуальної тари (Smart Crates) з вбудованими датчиками газового середовища та вологості. На відміну від стандартного охолодження, теоретична модель фокусується на управлінні вентиляцією та сортуванні вантажу за рівнем біологічної сумісності. Цифровізація цього процесу через використання спеціалізованих платформ для моніторингу якості дозволяє компанії здійснювати динамічне перенаправлення вантажів: продукція з найкоротшим терміном реалізації автоматично спрямовується до найближчих точок збуту, що мінімізує логістичні втрати та списання товару.
Підсумовуючи, теоретичне вдосконалення технологічного процесу доставки овочів ТОВ «KOZYRTRANS» має базуватися на синергії екологічних стандартів, децентралізації складської мережі та інтелектуальному управлінні параметрами середовища. Впровадження мікро-хабів та «зелених» транспортних технологій дозволяє створити високоефективну модель міської логістики, яка є адаптивною до викликів мегаполісу. Реалізація цих підходів забезпечує не лише збереження поживної цінності овочевої продукції, а й сприяє сталому розвитку міського середовища Харкова, підвищуючи конкурентоспроможність логістичного оператора на ринку сучасних транспортних послуг.

УДК 656.073.7

Удосконалення технологічного процесу доставки продукції підприємства ТОВ «ФМ ХЛАДОПРОМ» в місті Харків

доц. Калініченко О.П., студент Перепелиця Є.А. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Ефективність функціонування підприємств харчової промисловості, зокрема провідних виробників замороженої продукції, як ТОВ «ФМ ХЛАДОПРОМ», у сучасних умовах критично залежить від якості організації транспортно-технологічних систем. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю адаптації логістичних процесів до специфічних умов міста Харкова, де стабільність «холодового ланцюга» та мінімізація логістичних витрат на етапі «останньої милі» стикаються з викликами пошкодженої інфраструктури та

безпекових ризиків. Теоретичне підґрунтя вдосконалення процесу доставки базується на системному підході, де транспортування розглядається не як механічне переміщення, а як інтегрована технологічна система, що поєднує етапи консолідації замовлень, підготовки рефрижераторного парку та динамічної маршрутизації.

Центральне місце в теоретичному дослідженні посідає концепція Cold Chain Management, яка передбачає впровадження інтелектуальних систем моніторингу температурного режиму в реальному часі. Удосконалення технологічного процесу для ТОВ «ФМ ХЛАДОПРОМ» пропонується здійснювати шляхом переходу від статичного планування до адаптивних моделей, що враховують пропускну здатність дорожньої мережі мегаполісу. Важливим аспектом модернізації є застосування принципів блочно-модульної організації вантажного простору транспортних засобів. Такий підхід дозволяє теоретично обґрунтувати скорочення часу на вантажно-розвантажувальні роботи в умовах дрібногуртової міської торгівлі, що, своєю чергою, зменшує ризик розгерметизації холодильних камер та зберігає якісні характеристики продукції.

Теоретична модель передбачає використання спеціалізованих TMS-платформ для автоматичного розрахунку альтернативних маршрутів у разі виникнення надзвичайних ситуацій, що є критично важливим для забезпечення безперебійності постачання в межах Харкова. Окрім технологічного оновлення, значна увага приділяється логістичній стійкості та управлінню ризиками. Це передбачає розробку теоретичних сценаріїв гнучкого графіку доставок, які дозволяють уникати пікових навантажень на транспортну мережу та синхронізувати логістичні цикли з актуальним режимом роботи міської інфраструктури.

У підсумку, теоретичне вдосконалення технологічного процесу доставки продукції ТОВ «ФМ ХЛАДОПРОМ» має базуватися на синергії технологічних інновацій, суворого терморегулювання та впровадження модульних рішень. Запропоновані підходи створюють наукову базу для підвищення адаптивності підприємства до динамічних змін міського середовища. Реалізація цих принципів дозволяє не лише оптимізувати операційну діяльність, а й гарантувати високий рівень сервісу та збереження споживчих властивостей продукції на всіх етапах її переміщення до кінцевого споживача.

УДК 656.073.7

Удосконалення технологічного процесу доставки плитки підприємством ПРАТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПЛИТКОВИЙ ЗАВОД»

доц. Калініченко О.П., студент Саєнко Д.Г. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Ефективність функціонування потужних промислових підприємств, таких як ПрАТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПЛИТКОВИЙ ЗАВОД», у сучасних умовах значною мірою визначається досконалістю технологічних процесів збутової логістики. Специфіка продукції – значна вага, крихкість та пакетування на піддонах – вимагає особливого підходу до організації транспортного процесу в межах

мегаполісу. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю мінімізації втрат від пошкодження товару під час транспортування та оптимізації маршрутів доставки в умовах нестабільного стану дорожньої інфраструктури міста Харкова. Теоретичне вдосконалення процесу доставки базується на впровадженні концепції інтегрованого управління ланцюгами поставок, де кожен етап – від автоматизованого складського комплексу до об'єкта будівництва чи торгової точки – розглядається як єдина технологічна система.
Одним із ключових напрямів удосконалення є застосування блочно-модульного підходу до формування вантажних одиниць та організації простору транспортних засобів. Теоретично обґрунтовано, що використання уніфікованих модульних контейнерів або спеціалізованих касет для керамічної плитки дозволяє не лише пришвидшити процеси механізованого навантаження, а й суттєво підвищити стійкість вантажу до динамічних коливань під час руху. Це особливо важливо для міської логістики Харкова, де стан дорожнього покриття може призводити до значних вібраційних навантажень на крихку кераміку. Модульна організація доставки дозволяє гнучко адаптувати завантаження автомобіля під специфіку роздрібних замовлень, забезпечуючи максимальне використання вантажопідйомності при збереженні цілісності продукції.
Важливою складовою модернізації технологічного процесу є цифровізація транспортних операцій через впровадження інтелектуальних систем моніторингу стану вантажу. Це дозволяє в реальному часі коригувати швидкісний режим та обирати оптимальні траєкторії руху, оминаючи ділянки з високим ризиком пошкодження продукції.
Перспективним напрямом розвитку логістики підприємства є посилення стійкості транспортної системи. В умовах сучасних викликів теоретичне дослідження акцентує увагу на створенні багатоваріантних схем доставки, що включають використання проміжних логістичних хабів. Це дозволяє розділяти великі партії товару на дрібніші модульні сегменти для доставки малотоннажним транспортом, що підвищує маневреність та швидкість обслуговування кінцевих споживачів. Синергія технічних інновацій у пакуванні, модульності вантажних одиниць та інтелектуального управління маршрутами створює надійний теоретичний фундамент для підвищення конкурентоспроможності ПрАТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПЛИТКОВИЙ ЗАВОД» та забезпечення якісної логістики у складних умовах міського середовища.

УДК 656.073.7

Удосконалення технологічного процесу доставки навалочних вантажів підприємством ТОВ «УКРТРАНСБУД-7» в місті Харків

доц. Калініченко О.П., студент Смольняков М.І. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Ефективна організація доставки навалочних будівельних вантажів є критичним чинником забезпечення темпів відновлення міської інфраструктури Харкова. Для підприємств, що спеціалізуються на важкій транспортній логістиці, таких як ТОВ «УКРТРАНСБУД-7», ключовим викликом є висока інтенсивність

перевезень при обмежених ресурсах дорожньої мережі мегаполісу. Актуальність дослідження полягає у необхідності переходу від традиційних методів оперативного управління до моделей інтелектуальної синхронізації, що дозволяють мінімізувати простої спеціалізованої техніки та оптимізувати питомі витрати на переміщення одиниці вантажу. Теоретичне вдосконалення технологічного процесу базується на впровадженні концепції «синхрологістики», де графіки відвантаження на кар'єрах та терміналах жорстко корелюються з темпами споживання матеріалів на будівельних майданчиках.

Важливим напрямом удосконалення технологічного процесу є впровадження систем інтелектуальної маршрутизації на основі предиктивного аналізу міського трафіку. Теоретично обґрунтовано, що для ТОВ «УКРТРАНСБУД-7» критичним є врахування не лише відстані, а й динамічних параметрів пропускної здатності магістралей та несучої спроможності штучних споруд у різних районах Харкова. Модернізація технології передбачає використання алгоритмів динамічного перерозподілу транспортних засобів у реальному часі залежно від черги на розвантаження та виникнення заторів. Це дозволяє теоретично змоделювати систему «безперервного ланцюга», де самоскидний парк працює як єдиний технологічний конвеєр, що виключає накопичення техніки на об’єктах з обмеженим простором, що є характерним для щільної забудови мегаполісу.

Наукова новизна запропонованих рішень також охоплює впровадження засобів цифрового моніторингу маси та стану вантажу на кожному етапі транспортування. Теоретична модель удосконалення включає інтеграцію бортових систем зважування з загальною інформаційною мережею підприємства, що забезпечує автоматизацію обліку та запобігає перевантаженню осей, захищаючи дорожнє покриття міста. Окрім технічного аспекту, значна увага приділяється екологізації процесу доставки навалочних вантажів. Це передбачає розробку теоретичних регламентів пилоподавлення та використання спеціалізованих систем укриття вантажу, що інтегровані в технологічний цикл завантаження. Такий комплексний підхід дозволяє гармонізувати роботу важкого транспорту з вимогами міської екологічної безпеки.

У підсумку, теоретичне вдосконалення технологічного процесу доставки навалочних вантажів ТОВ «УКРТРАНСБУД-7» має ґрунтуватися на синергії логістичної синхронізації, цифрового контролю вагових параметрів та адаптивної маршрутизації. Запропоновані підходи створюють наукову базу для підвищення продуктивності транспортного парку без збільшення кількості одиниць техніки, що є особливо актуальним в умовах дефіциту ресурсів.

УДК 656.073.7

Удосконалення технологічного процесу доставки продуктів харчування в Салтівському районі міста Харків ТОВ «БАЯДЕРА ЛОГІСТИК»

доц. Калініченко О.П., студент Старець В.О. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Ефективність функціонування логістичних систем великих дистриб'юторських компаній, таких як ТОВ «БАЯДЕРА ЛОГІСТИК», безпосередньо залежить від адаптивності технологічних процесів доставки до морфології міського середовища. Салтівський район Харкова, як найбільш густонаселений житловий масив, формує специфічні виклики для транспортної логістики, що пов'язані з нерівномірністю споживчого попиту, високою щільністю забудови та ускладненою дорожньо-транспортною інфраструктурою. Актуальність дослідження полягає у необхідності модернізації класичних схем розвезення товарів шляхом впровадження методів просторового кластерування та оптимізації взаємодії між складськими та транспортними ланками в умовах мегаполісу.

Теоретичне вдосконалення технологічного процесу доставки базується на впровадженні концепції динамічної диспозиції вантажопотоків. Замість фіксованих маршрутів пропонується модель територіального поділу Салтівського району на мікро-кластери, що дозволяє групувати замовлення за принципом географічної близькості точок розвантаження всередині житлових кварталів. Удосконалення технології полягає у переході до двофазної системи розподілу, де магістральні потоки спрямовуються до умовних «точок розриву» на межі району, після чого відбувається фінальна доставка малотоннажними транспортними засобами. Це дозволяє нівелювати ризики простою великогабаритного транспорту у вузьких міжбудинкових проїздах та суттєво підвищує коефіцієнт оборотності автомобілів.

Важливим аспектом теоретичного дослідження є раціоналізація технологічного циклу завантаження на основі аналізу структури замовлень. Для ТОВ «БАЯДЕРА ЛОГІСТИК» критичним є поєднання різних категорій продуктів харчування та супутніх товарів в одному рейсі. Удосконалення процесу передбачає застосування принципів крос-докінгу та інтегрованого комплектування партій, що дозволяє мінімізувати час перебування товару на складі та максимально синхронізувати готовність замовлення з моментом подачі транспортного засобу. Окрему увагу приділено теоретичному обґрунтуванню використання гнучких часових вікон (Time Windows), що дозволяє зміщувати графіки доставки для різних категорій торговельних точок у межах Салтівського району, уникаючи періодів пікового завантаження доріг та підвищуючи рівень сервісу для кінцевих споживачів.

Наукова новизна запропонованих підходів полягає у формуванні інтегрованої моделі логістичної стійкості, яка враховує специфіку прифронтового міста. Це передбачає розробку теоретичних регламентів автономного функціонування транспортних ланок у разі часткового блокування магістральних шляхів району.

УДК 656.073.7

Удосконалення технологічного процесу доставки м'ясопродуктів ТОВ «ЕЛАЙ ЛОГІСТИК» в місті Харків

доц. Калініченко О.П., студент Шадура В.С. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Ефективна організація доставки м’ясної продукції в межах великого промислового центру, яким є Харків, вимагає від логістичних операторів, зокрема ТОВ «ЕЛАЙ ЛОГІСТИК», високого ступеня адаптивності та суворого дотримання технологічних стандартів. Актуальність дослідження обумовлена специфікою вантажу, що швидко псується, та необхідністю безперервного функціонування «холодового ланцюга» в умовах ускладненої міської логістики. Теоретичне вдосконалення процесу доставки базується на інтеграції принципів системного аналізу, де транспортування м’ясопродуктів розглядається як динамічний технологічний цикл, що охоплює підготовку рухомого складу, дотримання санітарно-гігієнічних норм та оптимізацію маршрутів «останньої милі».

Ключовим напрямом удосконалення технологічного процесу є впровадження блочно-модульних рішень при формуванні партій доставки. Теоретично обґрунтовано, що використання уніфікованих ізотермічних модулів усередині вантажного простору рефрижераторів дозволяє розділяти продукцію за температурними режимами (охолоджена, заморожена) та категоріями товарного сусідства. Це мінімізує час відчинення дверцят камери при багатоточковому розвантаженні в межах міста, що є критичним для збереження мікробіологічних показників м’ясопродуктів. Такий підхід дозволяє перетворити процес доставки на гнучку систему, здатну швидко адаптуватися до змін обсягів замовлень роздрібних мереж Харкова без втрати якості логістичного сервісу.

Наукова складова модернізації також полягає в цифровізації контролю технологічних параметрів у реальному часі. Теоретична модель передбачає використання інтелектуальних транспортних систем (ITS), що інтегрують дані від датчиків відкриття дверей, вологості та температури безпосередньо в систему управління транспортом (TMS). Для ТОВ «ЕЛАЙ ЛОГІСТИК» це означає перехід до предиктивного управління, де алгоритми дозволяють коригувати маршрут у разі виникнення заторів чи критичних ситуацій у прифронтовому місті, забезпечуючи доставку Just-in-Time. Окремий акцент ставиться на розробці стратегій логістичної стійкості, що передбачають моделювання альтернативних ланцюгів постачання у разі пошкодження ключових вузлів транспортної інфраструктури мегаполісу.

У підсумку, теоретичне вдосконалення технологічного процесу доставки м’ясопродуктів має базуватися на синергії температурного моніторингу, модульної організації вантажу та інтелектуальної маршрутизації. Запропоновані підходи створюють наукове підґрунтя для підвищення операційної ефективності підприємства та забезпечення стабільного постачання критично важливих продуктів харчування населенню. Реалізація цих принципів дозволяє не лише знизити логістичні ризики, а й гарантувати безпеку та свіжість продукції для кінцевого споживача в умовах динамічного міського середовища.

УДК 656.07

Перспективи визначення ефективного варіанту технології доставки меблевої продукції в міжнародному сполученні

доц. Павленко О.В., аспірант Бойко А.Г. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Міжнародна доставка меблевої продукції характеризується високими вимогами до збереження якості, безпеки та строків транспортування. Для України ця проблема є особливо актуальною у зв'язку з поступовим відновленням експорту, пошуком нових логістичних маршрутів та інтеграцією до європейського транспортного простору. До ключових проблем належать пошкодження транспортної інфраструктури, дефіцит контейнерних потужностей, перевантаження прикордонних переходів, а також нестача досвіду у сфері міжнародної логістики серед українських виробників меблів. Найбільш ефективними вважаються мультимодальні схеми з поєднанням автомобільного, залізничного та морського транспорту, використання контейнеризації, цифрових платформ управління перевезеннями, електронного документообігу та систем відстеження вантажів у режимі реального часу. Перспективним є застосування математичних моделей вибору раціональних маршрутів і видів транспорту з урахуванням критеріїв вартості, часу доставки, надійності, екологічності та ризиків. Це дозволяє знизити логістичні витрати, мінімізувати пошкодження продукції та підвищити конкурентоспроможність українських меблів на зовнішніх ринках. До перспективних заходів належать: створення логістичних хабів, розширення контейнерних терміналів, впровадження «зелених» технологій транспортування, розвиток партнерств із міжнародними логістичними операторами та підвищення кваліфікації персоналу. Комплексний підхід до визначення ефективної технології доставки меблевої продукції здатний забезпечити зростання експорту, зниження логістичних витрат і зміцнення позицій України на міжнародному ринку.

УДК 656.072

Чинники ефективної варіативності маршрутів міського громадського пасажирського транспорту

доц. Павленко О.В., аспірант Орда О.М. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Ефективне функціонування міського громадського пасажирського транспорту (МГПТ) є ключовою умовою сталого розвитку міста, підвищення мобільності населення та зниження транспортного навантаження на вулично-дорожню мережу (ВДМ). В умовах зростання урбанізації, нерівномірного розселення та динамічних змін попиту на перевезення особливого значення набуває варіативність маршрутів громадського транспорту, що дає змогу адаптувати транспортну систему до реальних потреб пасажирів.

Варіативність маршрутів слід розглядати як можливість гнучкої зміни трасування, кількості маршрутів, інтервалів руху та режимів обслуговування залежно від просторово-часових характеристик пасажиропотоків. Ефективна варіативність сприяє підвищенню якості транспортного обслуговування, скороченню часу поїздок і зменшенню експлуатаційних витрат перевізників.

Одним із основних чинників ефективної варіативності маршрутів є структура та інтенсивність пасажиропотоків. Чітке врахування напрямків тяжіння поїздок, пікових навантажень і сезонних коливань дозволяє формувати альтернативні або укорочені маршрути, а також тимчасові маршрутні відгалуження. Важливим є використання даних автоматизованих систем обліку пасажирів та GPS-моніторингу рухомого складу. Другим суттєвим чинником є транспортно-планувальна структура міста. Щільність забудови, функціональне зонування територій, розміщення місць масового тяжіння (ділових, освітніх, торговельних центрів) безпосередньо впливають на доцільність запровадження маршрутної варіативності. У містах із поліцентричною структурою гнучкі маршрутні схеми є більш ефективними, ніж жорстко фіксовані. Не менш важливим чинником є організаційно-економічне забезпечення. Механізми фінансування, тарифна політика, система контрактів із перевізниками та рівень субсидування визначають можливість оперативної зміни маршрутної мережі. Відсутність економічних стимулів часто обмежує впровадження варіативних рішень, навіть за наявності обґрунтованого попиту. Окрему роль відіграє інформаційне забезпечення пасажирів. Ефективна варіативність маршрутів можлива лише за умови своєчасного та зрозумілого інформування користувачів про зміни у схемах руху, інтервалах та зупинках. Використання цифрових платформ і мобільних застосунків підвищує сприйняття гнучких маршрутів пасажирами.

Отже, ефективна варіативність маршрутів МГПТ формується під впливом сукупності транспортних, містобудівних, економічних та інформаційних чинників. Її впровадження потребує системного підходу та використання сучасних інструментів аналізу й управління, що в перспективі забезпечує підвищення конкурентоспроможності МГПТ та його привабливості через оптимальне використання рухомого складу, зменшення часу поїздки пасажиру та підвищення якості обслуговування.

УДК 658.7

Удосконалення математичної моделі оптимізації витрат на доставку продукції в ланцюгу постачань

доц. Потаман Н.В., студент Ломоносов Є.В. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Для вирішення поставленого завдання пропонується удосконалити математичну модель визначення загальних приведених витрат на доставку продукції автомобільним транспортом у ланцюгу постачань з урахуванням зовнішніх зв’язків проміжних ланок. Узагальнена модель дозволяє оцінити сукупні витрати системи доставки з урахуванням параметрів матеріального потоку та структури ланцюга постачань. Деталізована модель передбачає введення показника ступеня концентрації (декомпозиції) матеріального потоку, який характеризує глибину ешелонування, кількість кінцевих споживачів та обсяги замовлень. Ланцюг постачань розглядається як багаторівнева система взаємопов’язаних елементів, де зміна структури потоків впливає на величину приведених витрат. Оптимізація значення показника концентрації дозволяє мінімізувати витрати на доставку та підвищити економічну ефективність функціонування системи постачання.

УДК 658.7

Економічне обґрунтування вибору форми складування паперових виробів: традиційний склад чи cross-docking

доц. Потаман Н.В., студент Комаров Б.М. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Для вирішення поставленого завдання пропонується розробити порівняльну економіко-математичну модель оцінювання ефективності традиційної форми складування та технології cross-docking при доставці паперових виробів. Узагальнена модель дозволяє визначити загальні приведені витрати системи розподілу з урахуванням витрат на зберігання, вантажопереробку, транспортування та утримання складських площ. Деталізована модель передбачає формалізацію параметрів вантажопотоку, тривалості зберігання, оборотності запасів, продуктивності навантажувально-розвантажувальних машин та коефіцієнта використання складської площі. Складська система розглядається як логістична підсистема ланцюга постачань, у якій зміна організації вантажопереробки впливає на рівень сукупних витрат та швидкість обігу матеріального потоку. Оптимізація параметрів функціонування складу та вибір раціональної форми організації процесів дозволяють мінімізувати витрати й підвищити ефективність доставки паперової продукції.

УДК 656.07

Перспективи визначення ефективної технології доставки запасних частин транспортно-логістичним центром у контейнерах у міжнародному сполученні

доц. Черепаха О.С. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Доставка запасних частин у міжнародному сполученні є критично важливою для забезпечення безперебійної роботи промисловості, транспорту та інфраструктури. Для України це має особливе значення в умовах післявоєнного відновлення, зростання імпорту високотехнологічних комплектуючих та активної інтеграції в європейські ланцюги постачання. Світовий банк рекомендує Україні розвивати контейнерні та інтермодальні перевезення для транспортування товарів з високою доданою вартістю. Транспортно-логістичні центри забезпечують консолідацію вантажів, оптимізацію маршрутів, скорочення термінів доставки та зниження логістичних витрат. Використання контейнерних технологій дозволяє підвищити безпеку перевезень, уніфікувати операції та спростити митні процедури, що є особливо актуальним для доставки запасних частин. Найбільш ефективними є мультимодальні схеми, що поєднують автомобільний, залізничний і морський транспорт, із застосуванням стандартних контейнерів, цифрових систем управління перевезеннями, електронного документообігу та технологій моніторингу вантажів у режимі реального часу. Зростання обсягів контейнерних перевезень через морські порти України свідчить про позитивні тенденції розвитку цієї сфери. Подальший розвиток контейнерної інфраструктури, інтермодальних терміналів, цифровізація логістичних сервісів, а також дія «транспортного безвізу» з ЄС створюють сприятливі умови для формування ефективних технологій міжнародної доставки запасних частин.

УДК 656.07

Визначення проблемних питань з визначення раціональної технології доставки продукції рослинного походження в контейнерах у міжнародному сполученні

доц. Черепаха О.С., студент Колісник О.В. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Продукція рослинного походження (зернові, олійні культури, фрукти, овочі, перероблена агропродукція) є ключовою складовою експорту України. Контейнерні перевезення забезпечують гнучкість логістичних схем, підвищення збереженості вантажів і розширення географії поставок. Водночас визначення раціональної технології доставки у міжнародному сполученні супроводжується значною кількістю проблемних питань. Основними проблемами є нестача спеціалізованих контейнерів (рефрижераторних, із контрольованою атмосферою, вентильованих), обмежені можливості їх оперативного повернення, недостатній рівень розвитку контейнерних терміналів, а також дефіцит сучасного обладнання для обробки аграрних вантажів. Пошкодження транспортної інфраструктури, перевантаженість прикордонних переходів, обмежена пропускна спроможність портів і залізничних вузлів призводять до зростання термінів доставки та логістичних витрат. Для України актуальною є проблема нестабільності маршрутів та необхідності оперативної переорієнтації експортних потоків. Складність митних процедур, відмінності у фітосанітарних вимогах різних країн, високі витрати на страхування та ризики псування продукції істотно ускладнюють вибір оптимальної технології доставки. Недостатній рівень цифровізації процесів знижує прозорість і керованість логістичних ланцюгів. Розвиток контейнерної інфраструктури, інтермодальних терміналів, цифрових платформ управління перевезеннями та гармонізація стандартів з ЄС створюють умови для подолання наявних проблем і формування стійких експортних логістичних систем.

УДК 656.073

Аналіз чинників підвищення конкурентоспроможності автотранспортного підприємства

проф. Бекетов Ю.О., студентка Степаненко О.В. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

У сучасних умовах посилення конкуренції на ринку транспортних послуг та зростання вимог споживачів підвищення конкурентоспроможності підприємств є одним із ключових завдань їх стратегічного розвитку. Традиційні чинники конкурентної боротьби, зокрема ціна та якість продукції, дедалі частіше доповнюються нематеріальними факторами, серед яких особливе місце займає рівень обслуговування замовників як елемент формування довгострокових конкурентних переваг.

Процес обслуговування замовників охоплює сукупність управлінських, організаційних та комунікаційних дій підприємства, спрямованих на приймання, обробку та виконання замовлень, а також підтримку

взаємовідносин із клієнтами на всіх етапах взаємодії. Ефективність організації даного процесу безпосередньо впливає на рівень задоволеності споживачів, їх лояльність та готовність до повторних покупок, що позитивно відображається на ринкових позиціях підприємства. Удосконалення процесу обслуговування замовників передбачає впровадження сучасних інформаційних технологій, автоматизацію обробки замовлень, оптимізацію бізнес-процесів, а також підвищення професійної компетентності персоналу та формування клієнтоорієнтованої корпоративної культури. Використання систем управління взаємовідносинами з клієнтами дозволяє скоротити час виконання операцій, мінімізувати кількість помилок і забезпечити персоналізований підхід до кожного замовника.

В умовах динамічного ринкового середовища особливого значення набуває системний підхід до управління процесом обслуговування замовників як складової загальної стратегії розвитку підприємства. Раціональна організація цього процесу дозволяє не лише підвищити оперативність виконання замовлень, а й забезпечити узгодженість дій між структурними підрозділами підприємства, що сприяє зниженню витрат та підвищенню ефективності господарської діяльності.

При впровадженні заходів з підвищення якості обслуговування доцільним є використання кількісних та якісних показників оцінювання ефективності процесу обслуговування замовників, зокрема рівня своєчасності виконання замовлень, кількості рекламацій, індексу задоволеності клієнтів та рівня повторних звернень. Аналіз зазначених показників дозволяє своєчасно виявляти проблемні аспекти сервісу та приймати обґрунтовані управлінські рішення щодо його вдосконалення.

Отже, комплексне управління процесом обслуговування замовників сприяє формуванню стійких конкурентних переваг підприємства, підвищенню його адаптивності до змін ринкового середовища та забезпеченню довгострокової конкурентоспроможності.

УДК 656.073.7

Удосконалення технологічного процесу перевезення меблевої продукції

асист. Севідова В.В., студент Гусак Є.В. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Трансформація логістичної інфраструктури та зростання вимог до якості сервісу в меблевій індустрії зумовлюють необхідність впровадження інноваційних підходів до організації транспортування готової продукції. Специфіка меблевих виробів, що характеризується значними габаритними розмірами, різноманітністю конструкційних матеріалів та високою вразливістю до механічних пошкоджень і кліматичних чинників, вимагає розробки спеціалізованих технологічних карт перевезення. Ефективність функціонування ланцюга постачання в цьому сегменті безпосередньо залежить від точності синхронізації етапів пакування, завантаження та безпосереднього переміщення товарів до кінцевого споживача.

Важливим вектором модернізації процесу є вдосконалення методики кріплення та розміщення вантажу всередині транспортного засобу. Традиційні методи фіксації часто виявляються недостатніми для запобігання деформаціям корпусних меблів або пошкодженню оббивки м'яких виробів під час динамічних навантажень. Впровадження систем модульного зонування вантажного відсіку та використання пневматичних оболонок дозволяє мінімізувати амплітуду коливань вантажу. Науково обґрунтований підхід до формування вантажних одиниць, що враховує центр ваги та крихкість окремих елементів, забезпечує цілісність конструкцій навіть при тривалих міжрегіональних перевезеннях.

Цифровізація логістичного управління виступає критичним фактором підвищення рентабельності процесу. Застосування спеціалізованого програмного забезпечення для 3D-моделювання схеми завантаження дозволяє максимально ефективно використовувати корисний об'єм транспортного засобу, що сприяє зниженню питомих витрат на одиницю продукції. Інтеграція систем моніторингу в режимі реального часу з використанням датчиків ударів та вібрації надає можливість здійснювати безперервний контроль над станом вантажу, що є особливо актуальним для антикварних виробів або меблів преміум-сегмента.

Особливу увагу в контексті вдосконалення технології слід приділити етапу «останньої милі», який є найбільш витратним та ризикованим у меблевій логістиці. Оптимізація цього етапу передбачає використання спеціалізованого підйомного обладнання та мобільних сервісних бригад, оснащених інструментарієм для оперативного складання виробів на місці. Розробка оптимальних маршрутів з урахуванням міської забудови та параметрів під’їзних шляхів дозволяє скоротити часові інтервали доставки, що є ключовим показником конкурентоспроможності підприємства.

Екологічна складова технологічного процесу також підлягає перегляду через впровадження оборотної багатофункціональної тари. Заміна одноразових полімерних матеріалів на багаторазові захисні чохли з високими амортизаційними властивостями не лише знижує антропогенне навантаження на довкілля, а й забезпечує вищий рівень захисту від вологи та пилу.

УДК 656.073.7

Удосконалення технологічного процесу доставки тарно-штучних вантажів

асист. Севідова В.В., студент Старусьов Б.В. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Сучасний етап розвитку транспортних систем характеризується постійною інтенсифікацією товарообміну, що висуває підвищені вимоги до організації доставки тарно-штучних вантажів. Дана категорія товарів є найбільш складною з погляду логістичного управління через високу дискретність, різноманітність фізико-хімічних властивостей та параметрів упаковки. Ефективність функціонування логістичних ланцюгів безпосередньо залежить від технологічної досконалості процесів переміщення вантажів від відправника до кінцевого споживача.

Традиційні підходи до організації доставки тарно-штучних вантажів часто базуються на екстенсивному використанні ресурсів, що призводить до значних часових та фінансових витрат. Основними дестабілізуючими факторами є нераціональне використання вантажного об'єму транспортних засобів, значна тривалість простоїв під навантажувально-розвантажувальними операціями та висока частка пошкоджень тари під час перевалки. Науковці пов’язують подолання зазначених проблем із впровадженням системної інтеграції транспортних і складських операцій, що ґрунтується на принципах юнітизації матеріальних потоків.

Фундаментальним напрямком модернізації процесу доставки є впровадження технології формування укрупнених вантажних одиниць. Перехід від обробки одиничної тари до пакетування на стандартних піддонах дозволяє трансформувати дрібнопартіонні відправлення у стандартизовані модулі. Це забезпечує можливість широкого застосування засобів комплексної механізації та автоматизації, що суттєво скорочує час перебування рухомого складу на терміналах. Застосування сучасних матеріалів для пакетування, зокрема стретч-плівок з високим коефіцієнтом розтягування, гарантує збереження цілісності вантажу та стійкість штабелів при транспортуванні.

Важливим складником технологічного оновлення є оптимізація розміщення вантажу в кузові транспортного засобу. Використання алгоритмів просторового моделювання дозволяє максимізувати коефіцієнт використання вантажопідйомності та місткості автомобіля. Це досягається шляхом попереднього розрахунку оптимальних схем укладання з урахуванням масо-габаритних характеристик кожної вантажної одиниці та її пріоритетності при вивантаженні за маршрутом слідування. Застосування таких алгоритмів дозволяє автоматизувати процес формування вантажного плану, що нівелює ризики перевантаження окремих осей транспортного засобу та забезпечує його динамічну стійкість під час руху.

Реалізація запропонованих заходів з удосконалення технологічного процесу доставки тарно-штучних вантажів дозволяє досягти синергетичного ефекту. З одного боку, забезпечується зниження собівартості транспортування за рахунок ущільнення завантаження та прискорення оборотності транспорту. З іншого боку, підвищується якість сервісу та надійність поставок.

УДК 656.073.7

Удосконалення технологічного процесу доставки продовольчих товарів

асист. Севідова В.В., студент Чередниченко С.О. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)

Сучасний стан ринку роздрібної торгівлі та логістичних послуг характеризується стрімкою трансформацією споживчих запитів, що зумовлює необхідність радикального перегляду підходів до організації доставки продовольчої групи товарів. Актуальність дослідження зумовлена специфікою продукції, яка потребує суворого дотримання температурних режимів, санітарно-гігієнічних норм та мінімізації часових витрат на транспортування. Основною проблемою традиційних систем доставки залишається високий

рівень логістичних витрат та значна частка втрат товарної маси на етапі «останньої милі».
Ефективність технологічного процесу доставки базується на принципах системного підходу, де кожен етап від комплектування замовлення на складі до передачі товару кінцевому споживачу має бути синхронізованим. Першочерговим напрямом удосконалення є впровадження інтелектуальних систем управління транспортом, які дозволяють здійснювати маршрутизацію в режимі реального часу. Це мінімізує пробіги порожнього транспорту та оптимізує графіки руху з урахуванням заторів і пріоритетності часових вікон доставки.
Важливим аспектом модернізації є цифровізація контролю якості за допомогою технологій Інтернету речей. Встановлення датчиків моніторингу температури та вологості всередині транспортних засобів із можливістю віддаленого доступу дозволяє запобігти псуванню швидкопсувної продукції. Використання технології блокчейн у логістичному ланцюгу забезпечує прозорість походження товару та верифікацію умов його зберігання на всіх етапах переміщення, що підвищує рівень довіри споживачів та спрощує процедури сертифікації.
Оптимізація складської переробки товарів перед відправленням також відіграє критичну роль у загальному технологічному циклі. Застосування автоматизованих систем відбору скорочує час формування партій і нівелює вплив людського фактора. В контексті доставки продовольчих товарів доцільним є перехід до використання оборотної тари з інтегрованими RFID-мітками, що дозволяє пришвидшити процеси приймання-передачі та покращити облік логістичних одиниць. Впровадження таких ідентифікаторів у поєднанні з хмарними сервісами управління складом забезпечує повну відстежуваність кожної одиниці продукції, що є критично важливим для товарів із обмеженим терміном придатності.
Економічна доцільність удосконалення процесу доставки підтверджується зниженням операційних витрат на одиницю продукції та зростанням лояльності клієнтів. Екологізація логістики, зокрема перехід на електромобілі для міської доставки та використання біорозкладної упаковки, стає додатковим фактором конкурентоспроможності. Таким чином, комплексне поєднання програмних рішень, сучасного обладнання та нових методів управління потоковими процесами створює підґрунтя для формування стійкої та високоефективної системи розподілу продовольчих товарів у сучасних економічних умовах.

УДК 656.135

Оптимізація адаптивності вантажних автомобільних маршрутів

доц. Гайкова Т.В., студентка Пєєва К.А. (Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського)

Автомобільний транспорт має низку переваг, завдяки яким його широко використовують для перевезення вантажів як у межах районів, так і в міжміському та міжнародному сполученнях. На коротких відстанях автомобільний транспорт є фактичним монополістом, а на середніх і далеких

відстанях – головним конкурентом залізничного транспорту. Автотранспортні підприємства, інтегровані в систему товароруху, постійно вдосконалюють організаційні підходи та розвивають господарські відносини, конкуруючи між собою в галузі підвищення якості доставки при мінімізації витрат. Через зростання конкуренції на ринку прибутки часто знижуються, що інколи призводить до падіння якості послуг, тому доступ до ринку автомобільних перевезень повинен ґрунтуватися на більш жорстких якісних критеріях. Це необхідно для того, щоб кожен транспортний оператор був професіоналом, спроможним забезпечити якісне обслуговування, одночасно підвищуючи безпеку дорожнього руху та досягаючи мети стабільного розвитку галузі. Переваги автомобільних перевезень полягають у мобільності, високій швидкості, відносній доступності та гнучкості графіків руху. У доповіді будуть висвітлені питання використання методів підтримки безперебійності руху на вантажних автомобільних маршрутах, зокрема: застосування інтелектуальних транспортних систем для адаптивної маршрутизації залежно від дорожніх умов, а також впровадження човникового методу перевезень, що дозволяє мінімізувати простої тягачів під час навантажувально-розвантажувальних операцій.

УДК 656.13.073.43

Організація перевізного процесу замороженої продукції

доц. Гайкова Т.В., студентка Гетьман-Лазаренко А.О. (Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського)

Доставка вантажів від виробника до центрального розподільного та проміжного складів здійснюється за технологією міжміських, обласних або міських перевезень із застосуванням рухомого складу великої вантажопідйомності. На розподільному складі виконується розвантаження та приймання продукції з контролем термінів придатності, цілісності упаковки та обсягу заморожених і охолоджених продуктів харчування. У разі виявлення невідповідності якості продукції заявленим вимогам складається акт повернення виробнику. За результатами приймання вантаж розміщується на складі для подальшого формування та сортування за заявками вантажоодержувачів. Замовлення комплектується згідно з накладною, упаковується в короби, які виставляються на дерев’яні піддони та обгортаються стрейч-плівкою. Доставка продукції з проміжного складу до кінцевого споживача здійснюється за технологією розвезення дрібними партіями автомобілями вантажопідйомністю 3–5 тонн. Внаслідок вивчення практики перевезень було розроблено типовий пакувальний аркуш. Встановлено, що до переліку вантажів, які потребують дотримання температурного режиму, належать не тільки м’ясо та риба, як зазначено у типовій транспортній класифікації, а й широкий асортимент готових до вживання заморожених та охолоджених продуктів. Особливість такого вантажу полягає в тому, що кожна одиниця є продуктом, готовим до споживання відразу після розморожування. Завдяки індивідуальній упаковці продукт не поглинає вологу та сторонні запахи, що дозволяє формувати збірні відправки. Це забезпечує значну економію на логістиці, виключаючи необхідність

використання напівпорожнього транспорту для окремих видів товарів. У доповіді буде висвітлено результати аналізу логістичних процесів, що дозволило виділити окрему категорію вантажу – «заморожені та охолоджені продукти харчування, готові до вживання. Дане дослідження є актуальним у розрізі вирішення сучасних проблем планування перевезень продуктів швидкого приготування, оскільки вони потребують особливого підходу до сумісності та температурного контролю. Результати дослідження спрямовані на підвищення швидкості руху вантажів, прогнозованість термінів доставки та надійність транспортних зв'язків. Це сприятиме підвищенню конкурентоспроможності української продукції на внутрішніх і зовнішніх ринках, гарантуючи безпеку перевезення та збереження вантажу з урахуванням температурних режимів.

УДК 656.1:614.3

Забезпечення збереження якості та санітарних норм під час доставки хлібобулочних виробів

доц. Гайкова Т.В., студентка Феденко К.П. (Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського)

Хлібобулочні вироби належать до швидкопсувних вантажів. У разі порушення правил зберігання та транспортування хліб може черствіти, пліснявіти, у ньому можуть розвиватися бактерії. Тому при здійсненні перевезень повинні дотримуватися спеціальних вимог, які дозволяють запобігти псуванню вантажу та зберегти його якість. Перевезення хлібобулочних виробів може здійснюватися спеціалізованим транспортом – автомобіль-фургон. Це закриті фургони, в кузові яких передбачені спеціальні відсіки чи полиці для розміщення лотків. Хліб укладають на лотки нижньою чи бічною стороною з дотриманням встановлених вимог. Фургони для перевезення хліба – особливий вид спеціалізованих фургонів, які мають відповідати певним нормам перевезень. Для того, щоб під час перевезення хлібобулочних виробів зберігалася їх якість, спеціалізовані фургони повинні мати наступні характеристики: герметичність, міцність, вологостійкість, термоізоляція, зручність внутрішнього розташування стелажів. Герметичність є однією головною умовою перевезення хлібобулочних виробів, оскільки проникнення додаткового повітря у внутрішній простір фургона суттєво впливає на свіжість хліба і може призвести до його швидкого висихання та завітрювання. Щоб не допустити псування продуктів, фургони для перевезення хліба виготовляються із високоякісних матеріалів та проходять зборку під ретельним контролем. Зручність розташування полиць усередині фургона дозволяє не тільки перевозити хліб та хлібобулочні вироби у належному вигляді, але й допомагає витрачати на вантажно-розвантажувальні роботи мінімальну кількість часу. Автомобілі з ізотермічним кузовом дозволяють доставити свіжий хліб до магазинів та у торгові точки навіть у зимовий час. Фургон повинен бути обладнаний полицями або направляючими для лотків, щоб уникнути перекидання під час перевезення. При перевезенні хлібобулочних виробів повинні враховуватися такі основні вимоги: необхідно дотримуватись температурного режиму; транспорт із герметичним фургоном та

вентильованим вантажним відсіком; повинна проводитись регулярна дезінфекція та прибирання кузова, санітарна обробка; необхідна наявність санітарно-гігієнічної документації та санітарного паспорта у водія та вантажників; на транспорті, призначеному для перевезення хлібобулочних виробів, забороняється перевозити інші види вантажів; доставка хлібобулочних продуктів повинна проводитися коротким маршрутом, щоб перевезення займала якнайменше часу. У доповіді буде висвітлено особливості перевезення хлібобулочних виробів як специфічного виду харчової продукції, що потребує підвищеної уваги до умов транспортування. Основний акцент зроблено на забезпеченні збереження якості та дотриманні санітарних норм під час доставки, а також на виборі спеціалізованої техніки, яка дозволяє мінімізувати вплив зовнішніх факторів на готову продукцію.

УДК 656.1.08:656.073.43

Аналіз ризиків при перевезенні небезпечних вантажів автомобільним транспортом

доц. Гайкова Т.В., студент Григоренко К.С. (Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського)

Відповідно до нормативних документів до небезпечних вантажів належать будь-які речовини, матеріали, вироби, відходи виробничої та іншої діяльності, які в силу властивих їм властивостей та особливостей можуть при їх перевезенні створювати загрозу для життя та здоров’я людей, завдати шкоди навколишньому природному середовищу, призвести до пошкодження чи знищення матеріальних цінностей. Основна частка обсягів перевезень небезпечних вантажів – понад 70 % – припадає на автомобільний транспорт. Світова практика свідчить, що саме з автомобільним транспортом пов’язаний і найвищий відсоток аварій під час перевезення небезпечних вантажів. Так, згідно зі статистичними даними про перевезення небезпечних вантажів у Німеччині, автомобільний транспорт є при таких перевезеннях у 10 разів більше небезпечнішим, ніж залізничний. Проблеми забезпечення необхідного рівня захисту вантажів від транспортних ризиків вирішуються насамперед підприємствами-вантажовласниками та транспортно-експедиційними компаніями. У дорозі вантаж може постраждати внаслідок аварій або недотримання умов транспортування, отримати пошкодження під час вантажно-розвантажувальних робіт або бути викраденим. Багато несприятливих явищ, таких як стихійні лиха, ДТП та інші інциденти, мають абсолютно випадковий характер, не залежать від волі людей, і їх неможливо повністю виключити. До шляхів зниження ризику при перевезенні небезпечних вантажів автомобільним транспортом слід віднести: встановлення оптимального швидкісного режиму руху підрозділами Національної поліції України з урахуванням конкретних дорожніх умов під час погодження маршруту перевезення; застосування сучасних технічних засобів та прийомів логістики, які допоможуть убезпечити процес перевезення вантажів та звести ризики до мінімуму (одними з найпопулярніших є використання систем GPS та електронних реєстраторів подій, що дозволяють контролювати транспорт із вантажем у режимі реального часу); опломбування вантажу –

пломби повинні мати спеціальне маркування, навішуватись на двері фургонів, секції автомобіля, на контейнери, цистерни чи біля вантажного місця; посилення контролю за виконанням нормативних вимог експлуатації транспортних засобів і транспортної інфраструктури та обов’язкова умова обліку цих вимог під час сертифікації та ліцензування діяльності на транспортному ринку; підвищення захищеності об'єктів транспортної інфраструктури та транспортних засобів шляхом їх оснащення сучасними системами відеоспостереження й іншими системами контролю. У доповіді буде висвітлено комплекс організаційно-технологічних заходів, спрямованих на підвищення рівня безпеки та мінімізацію ризиків під час транспортування небезпечних речовин.

УДК 656.1.08:621.88

Підвищення безпеки перевізного процесу шляхом застосування методів фрикційного кріплення вантажів

доц. Гайкова Т.В., студентка Тесленко В.Р. (Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського)

При перевезенні вантажів автомобільним транспортом нині існує велика кількість варіантів пакування та фіксації, при цьому методи кріплення завжди залежать від виду та характеристик вантажу. Проте на сьогодні відсутній уніфікований метод контролю за якістю кріплення під час транспортування. Загальні вимоги полягають у тому, що всі об'єкти мають бути закріплені на транспортних засобах так, щоб гарантувалася безпека персоналу, залученого до вантажних операцій, водія, а також інших учасників дорожнього руху та пішоходів. Відповідальність за псування або пошкодження товарів часто покладається саме на водія. У зв’язку з цим він зобов’язаний знати основні вимоги до пакування та розміщення вантажу для перевірки правильності виконання навантажувальних робіт і зниження ризику пошкоджень під час руху. Чимало перевізників нехтують правилами кріплення, внаслідок чого виникають дорожньо-транспортні пригоди, причиною яких є не стільки помилка в керуванні, скільки неправильно обрана схема завантаження. Вантажно-розвантажувальні роботи повинні проводитися спеціально навченим персоналом. Водії також мають бути обізнані про динамічні навантаження (інерційні сили), що виникають при переміщенні вантажу під час руху. Це стосується всіх типів транспортних засобів та конфігурацій завантаження. Необхідно впроваджувати суворий контроль за виконанням цих операцій, метою якого є зниження кількості ДТП та зведення до мінімуму порушень, пов’язаних із неправильною фіксацією вантажів. У доповіді буде висвітлено аналіз поточної ситуації у сфері автомобільних вантажних перевезень та запропоновано застосування методу фрикційної фіксації вантажу. Цей метод ґрунтується на використанні засобів кріплення (ременів або тросів) для створення зусилля попереднього натягу, що збільшує силу тертя між вантажем та підлогою транспортного засобу для запобігання його ковзанню. Чим вищою є сила попереднього натягу або коефіцієнт тертя між вантажем та опорною поверхнею, тим менша кількість засобів кріплення необхідна для надійної

фіксації. Важливо правильно обрати кут нахилу засобу кріплення відносно поверхні вантажу, оскільки він безпосередньо впливає на вертикальну складову сили попереднього натягу. Крім того, транспортна організація зобов'язана гарантувати повну безпеку під час перевезення будь-яких видів вантажів, а рухомий склад має відповідати всім технічним нормам та вимогам.

УДК 656.135.073

Управління транспортними процесами при організації перевезення вантажів

доц. Гайкова Т.В., студентка Єрастова Т.С. (Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського)

На сучасному етапі розвитку економіки України виникла гостра необхідність у розробці методологічних засад управління та практичних механізмів розвитку транспортних коридорів для оптимізації імпортних та транзитних перевезень. Це, у свою чергу, зумовлює потребу на основі системного підходу проаналізувати різноманіття зв'язків і відносин, що виникають у транспортній системі при управлінні транзитними потоками, а також розкрити механізм їх формування на засадах організаційного розвитку та економіко-правового забезпечення. Накопичений досвід розвитку мультимодальних перевезень відіграє важливу роль у формуванні єдиного транспортного простору та загального ринку транспортних послуг. Створення міжнародної транспортної інфраструктури та формування транспортних коридорів дозволяють застосовувати єдині технології перевезень як основу інтеграції національних транспортних систем у світову мережу. Міжнародні транспортні коридори (МТК) необхідно формувати з метою вдосконалення як вантажного, так і пасажирського сполучення. При цьому принципи інтермодалізму, особливо в частині забезпечення вантажних перевезень, є основоположними. Така постановка проблеми відповідає міжнародним документам, оскільки розвиток МТК орієнтований на розширення світової торгівлі. Звідси випливає, що проєктування термінальних комплексів має бути розраховане як на збільшення обсягів і асортименту вантажів, так і на поступове розширення функціональних можливостей, зокрема в частині надання постачальницько-збутових та експедиторських послуг. У доповіді буде висвітлено основне завдання каналів вантажопотоків у сучасних умовах, яке вирішується на основі логістичного принципу доставки «точно в термін» (Just-in-Time) з мінімальними витратами ресурсів. При побудові логістичного каналу, крім системного підходу, обов'язково має бути реалізований принцип оптимальності технологічних і технічних параметрів системи.

УДК 656.1:631.1

Аналіз енергоємності транспортно-технологічних систем при доставці сільськогосподарської продукції

доц. Гайкова Т.В., студент Сіренко М.О. (Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського)

Підвищити ефективність перевезень сільськогосподарських вантажів можна не лише шляхом удосконалення рухомого складу, технологічних та вантажно-розвантажувальних машин, а й завдяки використанню прогресивних технологій перевезення. Одне з основних завдань технологічного процесу транспортування – зниження його енергомісткості та тривалості. Вирішити це завдання можна шляхом скорочення кількості операцій, етапів процесу перевезення та впровадження енергозберігаючих рішень. Раціональне використання рухомого складу в транспортно-технологічних циклах виробництва сільськогосподарської продукції потребує розробки системи показників, що характеризують його ефективність у конкретних умовах. За допомогою такої системи можна виявити операції, з якими пов’язані найбільші втрати продуктивності транспортного засобу, та визначити резерви для її підвищення. Основними критеріями ефективності використання техніки, зокрема автомобілів, є паливно-енергетичні показники, які оцінюються через сукупні енерговитрати. У доповіді буде висвітлено вплив вантажопідйомності транспортного засобу на окремі складові та сукупні енерговитрати при перевезенні вантажів сільськогосподарського призначення з метою їхньої подальшої оптимізації. Зниження енерговитрат при транспортно-технологічному забезпеченні виробництва сільськогосподарських культур значною мірою досягається завдяки мінімізації логістичних витрат і скороченню витрати палива під час виконання заданого обсягу робіт. Сукупні енерговитрати при транспортуванні сільськогосподарських культур є обернено пропорційними вантажопідйомності транспортного засобу.

УДК 656.073

Оцінка ефективності транспортних процесів та систем

доц. Гайкова Т.В., студент Головко А.Ю. (Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського)

При організації перевезень необхідно заздалегідь оцінити оперативну ефективність цифровізації управління транспортно-логістичними системами (ТЛС). Як основний критерій може бути обраний показник, що максимально відображає вплив цифрових технологій на результативність функціонування ТЛС. Доцільно використовувати такий загальний індикатор, як відношення логістичних витрат до загальних інвестицій у засоби цифровізації. Оцінка технічної ефективності цифрової системи управління полягає в аналізі її технічних рішень, визначенні функціональних можливостей та ступеня досконалості. Раціональність технічних засобів багато в чому залежить від ефективності системи в цілому, тому їхня технічна оцінка нерозривно пов'язана з виявленням оперативної ефективності. При аналізі технічних можливостей

першочергову увагу слід приділяти зручності роботи з цифровою апаратурою в різних умовах її експлуатації.
Водночас оцінка технічної ефективності в усіх випадках має узгоджуватися з економічною доцільністю. Досконалість та раціональність технічних рішень щодо створення цифрового інструментарію управління необхідно оцінювати з урахуванням витрат на їх впровадження. При аналізі особливо важливо враховувати перспективність та реалізованість новостворених засобів. У доповіді буде висвітлено акцентування рівня новизни технічних рішень, аналізування ступеня використання останніх досягнень науково-технічного прогресу, зокрема в цифровій техніці. Не менш важливо забезпечити експлуатаційну сумісність різних елементів системи, особливо програмного забезпечення. Крім того, при оцінці перспективності цифрових систем управління мають бути чітко визначені можливості щодо виробництва та впровадження всього обсягу необхідного обладнання.

УДК 656:339.138

Маркетингові стратегії як інструмент підвищення конкурентоспроможності транспортних організацій

доц. Гайкова Т.В., студентка Покотило Л.О. (Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського)

Ефективність діяльності транспортних організацій у ринкових умовах істотно залежить від ступеня використання у їхній роботі інструментів маркетингу. Успішна маркетингова діяльність забезпечує підприємству міцну конкурентну позицію. Особливого значення набуває маркетинг у розвитку інновацій. Інноваційна діяльність надзвичайно динамічна за своєю природою, відповідно, використовувані методи маркетингу швидко старіють, а нові проблеми вимагають пошуку нових підходів та інструментів. Нині активно просуваються інноваційні рішення та досягнення в галузі обслуговування й експлуатації транспорту, оригінальні інфраструктурні та технічні розробки, спрямовані на вдосконалення пасажирських перевезень. До інновацій, що реалізуються у сфері міського громадського пасажирського транспорту, можна зарахувати: підвищення рівня роботи системи управління; впровадження сучасної, ефективної, вдосконаленої транспортної техніки та технологічних процесів; впровадження нових маркетингових методів (формування нових тарифних стратегій, презентація та реклама послуг, дизайн рухомого складу, розробка вигідних пропозицій); реорганізацію соціуму (підвищення якості обслуговування та вдосконалення організаційних процесів). Ефективне управління маркетингом на транспортних підприємствах вимагає обґрунтованого та достовірного прогнозування ситуації на ринку, а також справлення впливу на користувачів на основі аналізу кон’юнктури ринку та розробки планів маркетингу в галузі. Ці плани називають комплексом або програмою маркетингу підприємств і фірм. Розробка комплексу маркетингу та організація його виконання є, по суті, головним завданням маркетингових структур на транспорті. У доповіді буде висвітлено, що комплекс маркетингу може розроблятися для кожного сегмента окремо або бути єдиним для всього

транспортного ринку. Він включає набір змінних факторів маркетингу, що піддаються контролю, сукупність яких транспортна компанія використовує у прагненні викликати бажану реакцію з боку цільового ринку. До комплексу маркетингу входить усе, що фірма може зробити для стимулювання попиту на свою послугу.

УДК 656.07

Вектори трансформації менеджменту транспортних послуг

доц. Гайкова Т.В., студентка Смерчинська Д.О. (Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського)

Важливим аспектом практичної логістики є управління ланцюгами постачань, що включає співпрацю між різними організаціями та постачальниками для забезпечення безперервності поставок і зниження ризиків. Прогнози та тренди у розвитку логістики й транспортної галузі вказують на кілька ключових напрямів і змін, які впливають на менеджмент транспортних послуг в умовах сьогодення.

Розвиток інформаційних технологій та цифрових платформ триває. Це охоплює використання Big Data аналітики, штучного інтелекту й машинного навчання для оптимізації логістичних процесів, управління запасами та прогнозування попиту. Широко впроваджуються автоматизовані системи керування складами, автономні транспортні засоби та системи моніторингу. Водночас зростатимуть вимоги щодо зменшення екологічного впливу логістики. Водневі та електричні транспортні засоби стануть більш поширеними; компанії активно прагнуть до зниження викидів вуглецю та оптимізації маршрутів для мінімізації впливу на довкілля. Більшість компаній використовуватиме комбінацію різних видів транспорту (залізничного, автомобільного) для оптимізації перевезень, що допоможе знизити витрати та підвищити ефективність. Важливого значення набуває управління ланцюгами постачань на рівні країн і регіонів. Держави активно втручаються в управління логістичними системами, особливо у кризових ситуаціях. Це включає регулювання вантажоперевезень, введення нових митних правил і стимулювання розвитку логістичної інфраструктури. Оскільки світова економіка продовжує зростати, це вимагає складніших глобальних логістичних рішень. Компанії шукають нові ринки та торгових партнерів, що створює додатковий попит на транспортні послуги. На основі розвитку нових бізнес-моделей та платформ для спільного використання ресурсів змінюються способи надання послуг. Це може передбачати спільне використання вантажівок, складів та навіть обмін транспортом між компаніями.

Зі зростанням цифровізації посилюється важливість захисту даних та запобігання кібератакам на логістичні системи, тому компанії активно інвестують у кібербезпеку. У доповіді буде висвітлено тренди та прогнози, які створюють як виклики, так і можливості для менеджменту транспортних послуг. Організації, які зможуть успішно адаптуватися до цих змін та інновацій, здобудуть конкурентні переваги. Удосконалення управління транспортними послугами потребує системного підходу та готовності до впровадження новацій, що значно підвищить конкурентоспроможність компанії на ринку логістики та перевезень.

СЕКЦІЯ 5
РОЗРОБКА РАЦІОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ МІЖНАРОДНИМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ

Підсекція організація міжнародних перевезень

УДК 656.13:656.073

Особливості визначення раціональних маршрутів доставки негабаритних та великовагових вантажів мережею автомобільних доріг загального користування державного значення

проф. Прокудін Г.С., доц. Чупайленко О.А., ст.викл. Прокудіна І.І.

Перевезення негабаритних і великовагових вантажів є важливою складовою транспортно-логістичної системи, оскільки забезпечує доставку промислового обладнання, будівельних конструкцій, енергетичних установок та інших стратегічно важливих вантажів. В умовах розвитку інфраструктури та відновлення економіки України зростає потреба у визначенні раціональних маршрутів руху транспортних засобів (ТЗ) з негабаритними та великоваговими вантажами з урахуванням технічних, нормативних і безпекових обмежень. Особливістю таких перевезень є необхідність врахування великої кількості факторів, що впливають на вибір маршруту. До основних критеріїв належать габаритно-вагові характеристики ТЗ і вантажу, технічний стан дорожнього покриття, несуча здатність мостів та штучних споруд, радіуси кривих, висотні обмеження, інтенсивність руху, наявність населених пунктів і потенційні ризики для безпеки дорожнього руху. Значну роль відіграє нормативно-правове регулювання, зокрема необхідність отримання спеціальних дозволів та погодження маршрутів з відповідними органами. Раціоналізація маршрутів руху передбачає оптимізацію логістичних витрат, мінімізацію часу доставки та зниження рівня транспортних ризиків. Для цього використовуються методи багатокритеріальної оптимізації, геоінформаційні системи (GIS), цифрові карти дорожньої мережі та системи GPS-моніторингу. Пропонується інтеграція цифрових технологій яка дозволяє оперативно аналізувати стан дорожньої інфраструктури, прогнозувати можливі обмеження та формувати оптимальні маршрути з урахуванням реальних умов руху. Важливим аспектом є забезпечення балансу між економічною ефективністю перевезень та збереженням дорожньої інфраструктури. Перевищення допустимих навантажень може призводити до прискореного руйнування доріг і мостів, тому визначення маршрутів повинно базуватися на даних про допустимі осьові навантаження та інженерно-технічні характеристики інженерних споруд. Використання сучасних цифрових платформ управління перевезеннями сприяє підвищенню прозорості процесу планування маршрутів і забезпечує можливість координації між перевізниками, дорожніми службами та органами контролю. В умовах інтеграції України до європейської транспортної системи актуальним є узгодження підходів до організації руху ТЗ з негабаритними та

великоваговими вантажами із вимогами мережі TEN-T, що передбачає підвищення стандартів безпеки, цифровізацію транспортних процесів і розвиток інтелектуальних транспортних систем. Таким чином, визначення раціональних маршрутів руху ТЗ з негабаритними та великоваговими вантажами є складним багатофакторним процесом, який потребує комплексного використання цифрових технологій, інженерного аналізу дорожньої мережі та сучасних логістичних підходів, що сприятиме підвищенню безпеки, економічної ефективності та конкурентоспроможності транспортної системи України.

УДК 656.073:005.334

Оцінка ризиків транспортно-експедиційної діяльності в умовах воєнного стану методом експертних оцінок

проф. Прокудін Г.С., аспіранти Поляк П.К., Мельников І.А.

Воєнний стан підвищує невизначеність у ланцюгах постачання: змінюється безпекова обстановка, зростають затримки у навантаженні/розвантаженні, транспортуванні, перетину кордону. Погіршується доступність інфраструктури та посилюються фінансово-регуляторні обмеження. Для ефективного управління ризиками потрібне швидке визначення чинників, що формують найбільший внесок у сукупний ризик транспортно-експедиційної діяльності.

Метою дослідження є проранжувати ключові чинники ризику транспортно-експедиційної діяльності в умовах воєнного стану та статистично перевірити узгодженість експертних суджень. В результаті дослідження було 0питано 10 експертів, які оцінили вплив семи чинників за 10-бальною шкалою: x_1 – безпекова ситуація на маршрутах; x_2 – стан транспортної інфраструктури; x_3 – логістичні затримки та нестабільність маршрутів; x_4 – фінансові та валютні ризики; x_5 – кадрові ризики; x_6 – митно-правові та регуляторні ризики; x_7 – репутаційні та комунікаційні ризики. Оцінки переведено у порядкові «місця» (1–7), а за наявності однакових оцінок застосовано усереднення позицій. Узгодженість оцінювали коефіцієнтом конкордації W; значущість W перевіряли критерієм Пірсона (χ^2) при $\alpha = 0{,}05$ і $\gamma = n-1$.

Інтегральне ранжування за підсумковими сумами (менше значення – вищий вплив) має вигляд: x_1 (13,5) > x_2 (25,5) > x_3 (31,5) > x_4 (39,0) > x_5 (47,0) > x_6 (57,5) > x_7 (66,0). Отже, «ядро» ризиків у воєнний період формують безпека маршрутів, стан інфраструктури та логістичні затримки/нестабільність маршрутів; вони визначають фізичну можливість, швидкість і регулярність перевезень.

Розраховано коефіцієнт конкордації W = 0,773, що відповідає високій узгодженості думок експертів. Статистична перевірка підтверджує невипадковість згоди: $\chi^2 = 46{,}37 > 12{,}6$ ($\gamma = 6$; P = 0,95), тому результати ранжування є надійними для практичного використання.

Ранжування виявило пріоритети управління ризиками: (1 – перше місце) першочергове управління безпекою перевезень і вибором маршрутів; (2) забезпечення доступності критичних інфраструктурних вузлів та резервування альтернатив; (3) організаційні заходи проти затримок (буферизація термінів,

дублювання маршрутів/партнерів); (4) фінансовий захист і комплєкснс (страхування, валютне планування, супровід регуляторних процедур).
Визначено пріоритетні чинники ризику транспортно-експедиційної діяльності в умовах воєнного стану, де домінує безпековий компонент. Узгодженість експертних оцінок є високою (W = 0,773), а статистичний критерій підтверджує невипадковість згоди, що дозволяє використовувати результати для побудови карти ризиків і пріоритизації заходів безперервності бізнесу. Подальша робота може передбачати розширення кількості експертів і поєднання експертних оцінок з фактичними операційними даними.

УДК 656.073

Обґрунтування організаційних резервів підвищення ефективності міжнародних автомобільних вантажних перевезень

проф. Прокудін Г.С., аспірант Пащенко Д.П.

Підвищення ефективності міжнародних автомобільних вантажних перевезень є важливим завданням розвитку транспортно-логістичних систем в умовах зростання обсягів зовнішньої торгівлі та ускладнення процедур міжнародного сполучення. Значна частина втрат ефективності зумовлена не технічними, а організаційними чинниками, зокрема неузгодженістю графіків руху транспортних засобів та обробки вантажів, тривалими простоями під час навантаження/розвантаження, проходження митного контролю у пунктах пропуску, недосконалістю документообігу та недостатньою координацією учасників процесу вантажних перевезень. Організаційні резерви підвищення ефективності вантажних перевезень полягають в удосконаленні планування маршрутів з урахуванням часових обмежень, синхронізації дій перевізників, експедиторів, митників і власників вантажів, підвищенні рівня інформаційної взаємодії та прозорості логістичних операцій. Реалізація зазначених заходів забезпечує скорочення термінів доставки вантажів, зменшення експлуатаційних витрат і підвищення надійності міжнародних автомобільних вантажних перевезень, що визначає доцільність подальших досліджень у цьому напрямі.

УДК 656.025:656.078:339.5

Важливість розвитку міжнародних транспортних коридорів для розбудови транспортної інфраструктури України

проф. Прокудін Г.С., доц. Чупайленко О.А., аспіранти Назарова А.П., Колесник Ю.О.

Розвиток міжнародних транспортних коридорів (МТК) є стратегічним напрямом модернізації транспортної інфраструктури України та її інтеграції до європейської транспортної системи. В умовах глобалізації, цифровізації логістичних процесів та військових викликів забезпечення ефективного функціонування МТК набуває критичного значення для підтримки економічної стабільності, розвитку міжнародної торгівлі та забезпечення логістичної стійкості держави. Географічне розташування України на перетині ключових транспортних шляхів створює значний потенціал для розвитку транзитних перевезень. Особливу роль відіграє інтеграція до мережі TEN-T (Trans-European

Transport Network), яка передбачає розвиток перспективних транспортних напрямків, модернізацію інфраструктури та адаптацію українських транспортних стандартів до європейських вимог. Розширення мережі TEN-T на територію України відкриває можливості для залучення інвестицій, оптимізації та формування нових мультимодальних коридорів. Важливим інструментом підтримки міжнародної логістики в умовах військових дій стали так звані Solidarity Lanes («шляхи солідарності»), ініційовані Європейським Союзом для забезпечення експорту української продукції та стабілізації ланцюгів постачання. Реалізація цього механізму сприяла переорієнтації транспортних потоків на сухопутні маршрути через країни ЄС, розвитку прикордонної інфраструктури, збільшенню пропускної здатності пунктів перетину кордону та впровадженню цифрових митних процедур. У цьому контексті МТК виконують не лише економічну, а й стратегічну функцію забезпечення безперервності логістичних процесів в умовах кризових ситуацій.

Військовий контекст суттєво змінив структуру транспортних потоків та підходи до управління логістикою. Зросла роль альтернативних маршрутів, мультимодальних перевезень та цифрових інструментів управління ризиками. Інтеграція GPS-моніторингу, нової комп'ютеризованої транзитної системи NCTS (New Computerized Transit System), електронного документообігу та автоматизованих систем аналізу ризиків дозволяє підвищити прозорість перевезень, скоротити час митного оформлення та забезпечити ефективне управління міжнародними транспортними потоками. Розвиток МТК сприяє модернізації дорожньої, залізничної та портової інфраструктури, формуванню логістичних хабів, розвитку інтермодальних терміналів і цифрових транспортних платформ. Це, у свою чергу, підвищує конкурентоспроможність української транспортної системи, сприяє інтеграції до європейського ринку перевезень і створює передумови для післявоєнного відновлення економіки України. Таким чином, МТК є ключовим фактором розвитку транспортної інфраструктури України, забезпечуючи інтеграцію до TEN-T, підвищення стійкості логістичних систем у військових умовах та формування сучасної цифровізованої транспортної екосистеми.

УДК 656.073.51

Прогнозування обсягів експорту та імпорту як фактору формування попиту на транспортно-експедиторські послуги

проф. Прокудін Г.С., аспірантка Назарова А.П.

Після початку повномасштабної війни Україна зазнала значних втрат у сфері логістики та транспорту. Блокування морських портів, руйнування шляхів сполучення та зміни в міжнародній торгівлі суттєво вплинули на економічну ситуацію. У таких умовах транспортно-експедиторська діяльність відіграє важливу роль у стабілізації господарських процесів, особливо під час післякризового відновлення. Вона сприяє безперебійному постачанню товарів, забезпеченню їх доступності на внутрішньому та зовнішньому ринках, а також стимулює залучення інвестицій у модернізацію транспортній інфраструктури.

Серйозним викликом для економіки залишається від'ємне сальдо зовнішньої торгівлі, що свідчить про перевищення імпорту над експортом обсягів вантажних перевезень автомобільним транспортом і тягне за собою валютні ризики, зростання боргового навантаження та девальвацію гривні. Війна значно ускладнила реалізацію української продукції на зовнішніх ринках через руйнування виробництва, скорочення експортних можливостей та логістичні обмеження. Водночас потреба в імпорті енергоресурсів, техніки та життєво необхідних товарів залишається високою. Крім того, значна частка сировинного експорту робить економіку вразливою до коливань світових цін, що лише посилює нестабільність фінансової системи.
Виконано прогнозування імпорту та експорту обсягів вантажних перевезень автомобільним транспортом на 2026, 2027 роки з використанням п'яті трендів (експоненціального, лінійного, логарифмічного, поліноміального та степеневого), використовуючи математичний апарат регресійного аналізу.

УДК 656.073.22:669

Обґрунтування параметрів кріплення рулонів металу та способи їх розміщення в напівпричепі

проф. Прокудін Г.С., студентки Салада А.Т., Даніва В.А.

Кожен вантаж, що перевозиться автомобільним транспортом, потребує відповідного підходу до розміщення та кріплення його в напівпричепі з урахуванням його маси, форми та умов транспортування. Недостатня фіксація або неправильний вибір способу перевезення вантажу можуть призвести до зміщення вантажу під час гальмування чи маневрування та створити небезпеку для учасників дорожнього руху. У цьому контексті особливу увагу привертають рулони металу, які характеризуються значною масою та циліндричною формою, що підвищує ризик перекочування.
Метою дослідження є визначення впливу способу розміщення рулону металу в напівпричепі на необхідну силу кріплення та кількість стяжних ременів. Розрахунки виконано з урахуванням інерційних навантажень при гальмуванні та бокових переміщеннях, сили тертя між вантажем і підлогою, а також відповідно до вимог міжнародному стандарту EN 12195-1 (розрахунок сил кріплення). Порівняльний аналіз трьох варіантів розрахунків дозволяє обґрунтувати вибір найбільш раціонального способу перевезення з позиції безпеки та ефективності кріплення вантажу в напівпричепі.

УДК 656.065.3

Перспективи використання біометану на вантажному транспорті України

проф. Прокудін Г.С., студентки Даніва В.А., Салада А.Т.

Визначено екологічні, економічні та логістичні параметри впровадження біометану на вантажному транспорті України з метою уточнення технологічних і фінансових можливостей заміщення традиційного палива. Проаналізовано показники викидів парникових газів для різних видів енергоносіїв та встановлено, що біометан характеризується найнижчими показниками. На основі техніко-економічних розрахунків доведено доцільність використання біометану

навіть з урахуванням витрат на переобладнання транспортних засобів. Отримані результати демонструють можливість суттєвої щорічної економії експлуатаційних витрат та відносно короткий термін окупності інвестицій, особливо за умови застосування палива власного виробництва. Обґрунтовано, що реалізація комплексної державної політики та стимулювання внутрішнього ринку дозволить у довгостроковій перспективі забезпечити енергетичну незалежність, підвищити конкурентоспроможність перевізників і прискорити інтеграцію України до європейського екологічного простору.

УДК 656.073:004.67:656.13

Перспективи використання GPS-моніторингу для митного контролю міжнародних перевезень

доц. Чупайленко О.А., аспірант Колесник Ю.О., студенти Іщук М.Ю., Маслова К.І.

Сучасні тенденції розвитку міжнародної логістики характеризуються цифровізацією транспортних процесів і впровадженням інтелектуальних систем управління ризиками. У контексті модернізації митних процедур особливу роль відіграє використання GPS-моніторингу транспортних засобів, що дозволяє забезпечити прозорість переміщення вантажів, підвищити ефективність контролю та зменшити ризики порушень митного законодавства. GPS-моніторинг забезпечує безперервне відстеження місцезнаходження транспортних засобів у режимі реального часу, що дозволяє митним органам контролювати дотримання заявлених маршрутів перевезення, строків доставки та умов транзиту. Це особливо важливо для перевезення чутливих вантажів, зокрема медичних препаратів, небезпечних або швидкопсувних товарів, де порушення логістичних параметрів може призвести до значних ризиків. Використання GPS дозволяє оперативно виявляти відхилення від маршруту, несанкціоновані зупинки або затримки, що можуть свідчити про потенційні митні правопорушення. Однією з ключових перспектив розвитку GPS-моніторингу є його інтеграція з цифровими митними системами, такими як NCTS (New Computerised Transit System) та автоматизованими системами аналізу ризиків (АСАУР). Поєднання даних про фактичний рух транспортного засобу з електронними митними деклараціями дозволяє формувати динамічні профілі ризику та здійснювати селективний контроль на основі реальної поведінки перевезення. Перспективним напрямом є також застосування аналітики великих даних (Big Data) та алгоритмів штучного інтелекту для обробки інформації, отриманої через GPS-системи. Аналіз історичних даних про маршрути, часові параметри перевезень і типи вантажів дозволяє прогнозувати ризикові ситуації та формувати автоматизовані рекомендації для митних інспекторів. Це створює передумови для переходу від реактивної моделі контролю до проактивної системи управління митними ризиками. Важливим аспектом розвитку GPS-моніторингу є впровадження IoT-рішень, що дозволяють контролювати додаткові параметри перевезення, зокрема температуру, вологість або стан вантажу. Для перевезення фармацевтичної продукції це забезпечує контроль холодового ланцюга та підвищує рівень безпеки логістичних операцій. Крім того, інтеграція GPS-даних із електронними платформами митного оформлення сприяє створенню єдиного цифрового інформаційного середовища.

УДК 339.543:004.67:656.073

Інтеграція GPS-моніторингу, NCTS та АСАУР як сучасна модель управління логістичними ризиками

доц. Чупайленко О.А., аспірант Колесник Ю.О., студенти Радаєва Д.Є., Кукін К.С.

Сучасні умови розвитку міжнародних перевезень та митних процедур характеризуються високим рівнем невизначеності, необхідністю забезпечення швидкості логістичних операцій і підвищенням вимог до прозорості та безпеки переміщення вантажів. Особливо актуальним це є для перевезення медичних препаратів та вакцин, де затримки або порушення умов транспортування можуть призвести до значних економічних втрат і ризиків. У зв'язку з цим важливим напрямом удосконалення логістичних процесів є цифровізація митного оформлення через інтеграцію сучасних інформаційних технологій. Інтеграція GPS-моніторингу транспортних засобів, системи NCTS (New Computerised Transit System) та автоматизованої системи аналізу та управління ризиками (АСАУР) формує комплексну цифрову модель управління логістичними ризиками. Використання GPS-технологій забезпечує безперервний контроль руху транспортних засобів, дозволяє відстежувати маршрути, час доставки, температурні режими перевезення та оперативно реагувати на відхилення від запланованих параметрів. Це особливо важливо для холодового ланцюга перевезення фармацевтичної продукції. Система NCTS забезпечує цифровий супровід транзитних процедур і сприяє скороченню часу митного оформлення. Електронний обмін даними між митними органами різних країн дозволяє підвищити ефективність транзитних перевезень, мінімізувати паперовий документообіг та знизити ризики затримок на кордоні. АСАУР виступає інструментом інтелектуального управління ризиками, що дозволяє митним органам здійснювати селективний контроль на основі аналізу великих масивів даних. Використання ризик-профілів дозволяє оптимізувати процедури контролю: вантажі з низьким рівнем ризику проходять спрощене оформлення, тоді як потенційно ризикові поставки підлягають більш детальній перевірці. Це знижує навантаження на митну інфраструктуру та сприяє прискоренню міжнародних перевезень. Комплексна інтеграція GPS, NCTS та АСАУР формує сучасну модель управління логістичними ризиками, що базується на принципах цифровізації, автоматизації та аналітики даних. Така модель дозволяє поєднати фізичний контроль руху транспортних засобів із цифровими митними процедурами та інтелектуальним аналізом ризиків. У результаті підвищується рівень прозорості логістичних ланцюгів, зменшуються часові витрати на митне оформлення, знижується ймовірність порушень і забезпечується ефективне функціонування міжнародних поставок. Отже, інтеграція GPS-моніторингу, системи NCTS та АСАУР є перспективним напрямом розвитку цифрової митниці та управління логістичними ризиками у міжнародних перевезеннях. Її впровадження сприяє підвищенню ефективності логістичних процесів, забезпеченню безпеки перевезення критично важливих вантажів та гармонізації митних процедур України зі стандартами ЄС.

УДК 656.025.2:656.078

Вплив воєнного стану на управління міжнародними пасажирськими перевезеннями

доц. Чупайленко О.А., студенти Голбан Д.Ю., Калашник М.М.

Воєнний стан в Україні суттєво вплинув на функціонування транспортної системи, зокрема на організацію міжнародних пасажирських перевезень. Зміна геополітичної ситуації, зростання ризиків безпеки, обмеження використання окремих транспортних коридорів та необхідність забезпечення евакуаційних і гуманітарних перевезень зумовили трансформацію підходів до управління пасажирськими потоками. У таких умовах актуальним стає пошук ефективних моделей управління, які поєднують безпеку, оперативність і адаптивність транспортних процесів. Однією з ключових особливостей управління міжнародними пасажирськими перевезеннями у воєнний період є переорієнтація транспортних потоків на західні напрямки та інтеграція з європейською транспортною мережею. Значне зростання пасажиропотоку через прикордонні переходи з країнами ЄС потребує оптимізації розкладів руху, координації роботи перевізників та модернізації прикордонної інфраструктури. Важливу роль відіграє розвиток мультимодальних перевезень, що поєднують автомобільний, залізничний та авіаційний транспорт, забезпечуючи гнучкість маршрутів і зменшення часу подорожі. Суттєвим фактором ефективного управління є впровадження цифрових технологій. Використання електронних систем бронювання, онлайн-контролю перевезень, GPS-моніторингу транспортних засобів і цифрових платформ для координації перевізників дозволяє підвищити прозорість перевезень і швидкість прийняття управлінських рішень. Цифровізація також сприяє підвищенню безпеки пасажирів шляхом оперативного інформування про зміни маршрутів, затримки або потенційні загрози. Особливу увагу необхідно приділяти управлінню ризиками. До основних ризиків міжнародних пасажирських перевезень в умовах воєнного стану належать загрози безпеці, перевантаження транспортної інфраструктури, нестабільність графіків руху, зміни регуляторних вимог і фінансові обмеження. Ефективне управління передбачає застосування адаптивних моделей планування, інтеграцію інформаційних систем різних видів транспорту та тісну взаємодію з державними органами. Наукова новизна полягає у систематизації особливостей управління міжнародними пасажирськими перевезеннями в умовах воєнного стану з урахуванням впливу факторів безпеки та цифровізації транспортних процесів. Запропоновано розгляд управління пасажирськими потоками як динамічної системи, що базується на використанні цифрових інструментів моніторингу та адаптивного планування для мінімізації ризиків і підвищення ефективності перевезень. Таким чином, управління міжнародними пасажирськими перевезеннями в умовах воєнного стану потребує комплексного підходу, який поєднує цифровізацію, управління ризиками та розвиток мультимодальних транспортних систем. Використання сучасних інформаційних технологій дозволяє підвищити рівень безпеки, забезпечити стабільність транспортного сполучення та сприяти інтеграції України до європейського транспортного простору.

УДК 656.078:656.2/.7:339.5

Розвиток міжнародних транспортних коридорів в умовах воєнного стану

доц. Чупайленко О.А., студенти Брянцев А.П., Малюк А.І.

Воєнний стан в Україні суттєво трансформував функціонування транспортної системи та міжнародних логістичних зв'язків, що обумовило необхідність переорієнтації транспортних потоків і розвитку альтернативних маршрутів перевезень. Міжнародні транспортні коридори стали ключовим елементом забезпечення економічної стійкості держави, підтримання зовнішньоторговельних операцій. У цих умовах особливої актуальності набуває аналіз напрямів розвитку транспортних коридорів та удосконалення їх логістичного забезпечення. З початком повномасштабної війни відбулося значне скорочення використання традиційних східних і південних маршрутів через безпекові обмеження та пошкодження транспортної інфраструктури. Основний акцент було перенесено на західні транспортні коридори, що забезпечують сполучення з країнами Європейського Союзу. Зросла роль автомобільних і залізничних перевезень, а також мультимодальних маршрутів, які поєднують різні види транспорту для забезпечення безперервності логістичних процесів. Значного розвитку набули напрямки через Польщу, Словаччину, Угорщину, Румунію та Молдову, які стали ключовими каналами міжнародної мобільності товарів і пасажирів. Збільшення обсягів перевезень призвело до зростання навантаження на пункти пропуску, що потребує впровадження цифрових технологій управління транспортними потоками, електронного документообігу та автоматизованих систем управління ризиками. Інтеграція України до європейської транспортної мережі TEN-T відкриває можливості для підвищення пропускної спроможності коридорів і розвитку інтермодальних логістичних центрів. Цифровізація транспортної галузі є одним із ключових напрямів підвищення ефективності міжнародних коридорів. Використання GPS-моніторингу, електронних митних систем, зокрема NCTS, та аналітичних платформ дозволяє забезпечити прозорість логістичних операцій, скоротити час проходження кордону та підвищити рівень безпеки перевезень. Сучасні інформаційні технології створюють передумови для переходу до адаптивного управління транспортними потоками в умовах нестабільного зовнішнього середовища. Запропоновані структурні зміни розвитку міжнародних транспортних коридорів України в умовах воєнного стану та обґрунтуванні необхідності інтеграції цифрових технологій управління перевезеннями. Удосконалено підхід до аналізу транспортних коридорів як адаптивної системи, що реагує на зміни безпекового середовища та потреби міжнародної логістики. Таким чином, розвиток міжнародних транспортних коридорів в умовах воєнного стану характеризується переорієнтацією транспортних потоків на західні напрямки, зростанням ролі мультимодальних перевезень і необхідністю цифровізації управління транспортними процесами. Подальша модернізація інфраструктури, інтеграція до європейських транспортних мереж і впровадження інтелектуальних логістичних систем сприятимуть підвищенню ефективності міжнародних перевезень і зміцненню транспортної безпеки України.

УДК 339.543:004.9:656

Удосконалення режиму митного контролю в умовах цифровізації та ризик-орієнтованого підходу

доц. Чупайленко О.А., студенти Михальчук Н.С., Лисиченко Я.І.

Сучасні трансформаційні процеси у сфері міжнародної торгівлі, цифровізації логістичних ланцюгів та інтеграції України до європейського митного простору зумовлюють необхідність удосконалення режиму митного контролю. Ефективна система митного контролю є ключовим інструментом забезпечення економічної безпеки держави, спрощення міжнародної торгівлі та підвищення конкурентоспроможності транспортно-логістичних систем. Традиційні підходи до митного контролю, що базуються на повному фізичному огляді або вибіркових перевірках без використання сучасних аналітичних інструментів, характеризуються високими витратами часу та ресурсів. У сучасних умовах актуальним є впровадження ризик-орієнтованих моделей контролю, які дозволяють зосереджувати увагу митних органів на операціях із підвищеним рівнем ризику та мінімізувати втручання у низькоризикові постачання. Одним із ключових напрямів удосконалення режиму митного контролю є цифровізація процедур. Використання електронного декларування, системи NCTS (New Computerised Transit System), автоматизованих систем аналізу ризиків (АСАУР) та інтеграція GPS-моніторингу транспортних засобів забезпечують підвищення прозорості логістичних процесів, оперативність прийняття рішень і зниження рівня корупційних ризиків. Цифрові технології дозволяють здійснювати дистанційний контроль переміщення вантажів у режимі реального часу, що особливо важливо для транзитних перевезень та товарів під митним контролем.

Перспективним напрямом є застосування інтелектуальних систем аналізу даних, включаючи алгоритми нечіткої логіки та машинного навчання, для формування профілів ризику. Такі підходи дають змогу враховувати комплекс факторів (маршрут, історію перевізника, тип товару, країну походження, часові параметри перевезення тощо) та підвищувати точність ідентифікації потенційних порушень митного законодавства. Важливим аспектом удосконалення митного контролю є гармонізація процедур із практиками Європейського Союзу, зокрема впровадження концепції «митниці без паперу», принципу єдиного вікна та розвитку інституту авторизованих економічних операторів (АЕО). Це сприяє скороченню часу митного оформлення, підвищенню рівня довіри між бізнесом і державними органами та інтеграції України до міжнародних транспортних коридорів. Таким чином, удосконалення режиму митного контролю має базуватися на комплексному підході, що включає цифровізацію процесів, розвиток ризик-орієнтованих методів, інтеграцію інформаційних систем та використання сучасних аналітичних моделей. Практична реалізація зазначених напрямів дозволить підвищити ефективність митного адміністрування, скоротити логістичні витрати та забезпечити баланс між безпекою та швидкістю міжнародних перевезень.

УДК 339.543:004.67:656.073

Аналіз ризиків міжнародних перевезень як інструмент підвищення ефективності логістичних процесів

аспірант Колесник Ю.О.

Сучасні міжнародні перевезення функціонують в умовах високої динамічності глобального ринку, посилення регуляторних вимог та зростання невизначеності зовнішнього середовища. Підвищення обсягів міжнародної торгівлі, інтеграція України до європейського транспортного простору та цифровізація митних процедур зумовлюють необхідність удосконалення підходів до управління ризиками в логістичних системах. Аналіз ризиків міжнародних перевезень виступає важливим інструментом забезпечення безперервності постачання, оптимізації витрат і підвищення безпеки транспортних операцій. Ризики міжнародних перевезень мають комплексний характер і можуть бути класифіковані за кількома напрямами: транспортно-логістичні, митні, фінансові, інформаційні та регуляторні. До транспортно-логістичних ризиків належать затримки доставки, технічні несправності транспортних засобів, порушення температурного режиму при перевезенні чутливих вантажів, а також вплив погодних умов або форс-мажорних обставин. Митні ризики пов’язані з неправильним декларуванням товарів, змінами законодавства, затримками під час проходження контролю та необхідністю додаткових перевірок. Фінансові ризики включають валютні коливання, зростання транспортних тарифів і можливі штрафні санкції. Інформаційні ризики виникають унаслідок недостатньої прозорості даних або відсутності інтеграції цифрових систем між учасниками логістичного процесу. Системний аналіз ризиків міжнародних перевезень передбачає застосування сучасних цифрових інструментів моніторингу та управління. Впровадження GPS-систем дозволяє здійснювати безперервний контроль руху транспортних засобів, оптимізувати маршрути та оперативно реагувати на відхилення від планових параметрів. Використання електронних транзитних систем, таких як NCTS, забезпечує автоматизацію митних процедур, скорочення часу оформлення та підвищення прозорості перевезень. Автоматизовані системи аналізу ризиків, зокрема АСАУР, сприяють селективному підходу до митного контролю та зниженню навантаження на інфраструктуру. Такий підхід дозволяє підвищити ефективність логістичних процесів, зменшити витрати часу та ресурсів, а також забезпечити високий рівень безпеки перевезень. Для підприємств, що здійснюють регулярні міжнародні перевезення, системний аналіз ризиків стає основою стратегічного планування та підвищення конкурентоспроможності. Отже, аналіз ризиків міжнародних перевезень є необхідною складовою сучасного управління логістичними процесами. Використання цифрових технологій та інтегрованих інформаційних систем дозволяє перейти від реактивної моделі управління до проактивного прогнозування ризиків, що сприяє підвищенню ефективності транспортних операцій і гармонізації логістичних процесів із міжнародними стандартами.

УДК 629.113

Підвищення ефективності процесу перевезень швидкопсувних вантажів у міжнародному сполученні

проф. Шарай С.М., студент Александрук В.А.

Організація та виконання процесу перевезень швидкопсувних вантажів у міжнародному сполученні вимагають високої відповідальності від перевізників, бо пов’язані з терміновістю доставки і високим рівнем ризику. При дослідженні різних підходів до підвищення ефективності процесу доставки швидкопсувних вантажів у міжнародному сполученні, пропонуються загальні базові складові, які поєднують основні особливості управління ризиками при перевезенні швидкопсувних вантажів та управлінні витратами.

Основними факторами, які впливають на економічну ефективність виконання процесу доставки швидкопсувних вантажів, є внутрішні фактори, які залежать від властивостей вантажу та управлінських рішень підприємства, та зовнішні фактори, що розглядаються як вимоги та обмеження, які повинні враховуватись при організації доставки вантажу. До внутрішніх факторів відносяться витрати на організацію доставки вантажу, які залежать від обсягу партії вантажу, від вибору маршруту перевезення, типу автранспортного засобу, витрат на обслуговування вантажу тощо. Ризики, що мають місце при перевезенні швидкопсувних вантажів, носять об’єктивно-суб’єктивний характер: ризик псування вантажу, оскільки мають місце характерні властивості вантажу; ризик втрати вантажу тощо. Ризик псування вантажу значною мірою залежить від організації процесу доставки, тобто від організаційно-економічних рішень підприємства, яке виконує перевезення. До зовнішніх факторів відносять вимоги до безпеки перевезення, цілості вантажу та якості перевезення. Від параметрів вантажних одиниць, розміру та кількості вантажних партій залежать витрати на перевезення вантажу. Витрати на консолідацію вантажу, обслуговування та зберігання залежать від організації процесу доставки та його терміновості. Окрім того, для транспортування такого виду вантажів потрібне суворе дотримання температурного і повітряного режиму.

Ефективність виконання процесу перевезень швидкопсувних вантажів у міжнародному сполученні визначається економічною ефективністю виконання конкретного рейсу, результатом якого є прибуток чи збиток. Наявність у транспорного підприємства, яке виконує перевезення швидкопсувних вантажів, налагодженого алгоритму планування, організації та забезпечення доставки такого виду вантажів дозволяє підвищити ефективність його діяльності та конкурентоспрооможність на ринку транспортних послуг, забезпечити якість виконання перевізного процесу, зменшити необгрунтовані витрати та помилки під час оформлення необхідної документації тощо.

УДК 629.113

Використання кластеризації та ІТ-технологій для збільшення транзитних вантажопотоків територією України

проф. Шарай С.М., студент Балабуша І.А.

Проблема визначення транзитного потенціалу України в системі міжнародних траспортних зв'язків торкається безпосередньо зовнішньоекономічної діяльності країни в зв'язку з її тяжінням до географічного центру Європи, з шістьма країнами якої Україна має спільні кордони. Тому територія України характеризується високим коефіцієнтом транзитності. Питання скорочення часу на виконання митних формальностей при перевезенні вантажів автомобільним транспортом, збільшення обсягів транзитних вантажопотоків на основі виконання змішаних міжнародних перевезень є важливими при формуванні транспортно-логістичних кластерів (ТЛК) у прикордонних зонах України.

Транспортно-логістичний кластер може функціонувати перевантажувальним вузлом з можливістю обслуговування вантажопотоків у прямому та зворотному сполученні. Для функціонування ТЛК як термінальної системи передбачається наявність на його території складських приміщень для обслуговування та обробки різних видів вантажів. Безперервну роботу складських приміщень та постійний моніторинг руху вантажопотоків на складі пропонується забезпечити за допомогою програмного забезпечення WAMAS, яке використовується з метою контролю руху вантажопотоків територією складських приміщень, формування оптимальних маршрутів перевезення вантажів до пунктів їх консолідації, формування партій поставок вантажів. Вона також передбачає можливість контролю та здійснення процесів прийому вантажів, їх складування, відвантаження, облік запасів на складі, інвентаризації, управління вантажними потоками та відстеження наявність вантажів на складі в режимі реального часу.

Кластеризація, як метод досягнення максимального поєднаного ефекту від взаємодії різних видів транспорту, засоби ІТ-технологій застосовуються з метою максимальної автоматизації транспортно-технологічних процесів, які супроводжують організацію та виконання доставки вантажів. Формування кластерної одиниці в транспортній галузі передбачає підвищення конкурентоспроможності, формування нової стратегії співпраці підприємств та уряду, розвиток інноваційних заходів щодо підвищення продуктивності функціонування об’єднань, що входять в кластер. Використання кластеризації та ІТ-технологій сприяють впровадженню ефективної стратегії логістичного управління транспортними потоками, збільшенню транзитних вантажопотоків територією України, забезпеченню формування нових робочих місць, що передбачає розвиток економічної діяльності України.

УДК 629.113

Проблеми транспортної галузі України в умовах воєнного стану

проф. Шарай С.М., студент Берлоус Б.А.

Незважаючи на триваючу війну з російською федерацією та негативні впливи від неї на економіку України, фінансово-економічні показники функціонування вітчизняної автотранспортної галузі демонструють позитивну динаміку,

особливо в сегменті міжнародних автомобільних перевезень. Галузь міжнародних вантажних автомобільних перевезень в Україні є індикатором експортно-імпортного потенціалу її зовнішньоекономічної діяльності. Це найбільш динамічна галузь, яка надає можливість пов'язувати контрагентів з різних країн, пожвавлювати торгівельне співробітництво, створювати нові робочі місця, оптимізувати розподіл матеріальних потоків тощо.Частка перевезених вантажів автомобільним транспортом в загальному вантажообігу систематично зростає. Сучасний стан українського ринку міжнародних автомобільних перевезень визначає найбільш значущі фактори впливу на його подальший розвиток.

Українські перевізники в умовах воєнного стану стикнулись у своїй діяльності із проблемами оперативного, тактичного та стратегічного характеру. Оперативні проблеми українських автоперевізників обумовлюються гострою необхідністю здійснення координації дій водіїв вантажних авттотранспортних засобів, які можуть опинитися під обстрілами, бути заблокованими на дорозі, опинитися у заторі на пункті пропуску через кордон тощо. Сучасна історія автомобільних перевезень вантажів не має дієвих рекомендацій щодо дій логіста або водія в раптово створених небезпечних ситуаціях на територіях ведення воєнних дій. Такі обставини вимагають індивідуального підходу та відповідного рівня критичного мислення управлінського персоналу, який має оперативно надавати водієві обґрунтовані вказівки.

Тактичні проблеми українських перевізників пов'язані із окупацію українських територій, руйнуванням автотранспортної інфраструктури внаслідок обстрілів, викраденням майна транспортного підприємства на окупованих територіях, періодичним блокуванням прикордонних пунктів пропуску, зменшенням обсягів експортних операцій, необхідністю комплектування української армії військовослужбовцями.

Стратегічні проблеми зумовлені непідготовленістю складської та транспортної інфраструктури України до різкого збільшення навантажень на логістичні хаби, шляхопроводи та прикордонні пункти пропуску, а також загостренням конкурентної боротьби з іноземними перевізниками.

Транспортне сполучення з країнами Європейського Союзу наземним, зокрема, автомобільним транспортом, зумовило різке зростання навантажень на транспортну інфраструктуру. Ці та інші проблеми транспортної галузі, які активізувались на фоні війни, потребують вирішення ряду питань і передбачають прийняття оперативних рішень у пошуку нових маршрутів доставки вантажів, використанні ефективних автотранспортних засобів, розташуванні нових логістичних хабів, максимальному використанні пропускних спроможностей прикордонних пунктів пропуску.

УДК 629.113

Підвищення конкурентоспроможності підприємств автомобільного транспорту при виконанні міжнародних вантажних перевезень

проф. Шарай С.М., студент Гилюк Д.А.

Ведення військових дій на території України після повномасштабного вторгнення росії вимагає від вітчизняних перевізників знаходити ефективні методи підвищення конкурентоспроможності на міжнародному ринку транспортних послуг, враховуючи реалії сьогодення. Існує ряд управлінських, маркетингових та логістичних методів впливу на конкурентоспроможність автотранспортних підприємств.

Конкурентоспроможність підприємства є його спроможністю створювати, виробляти і продавати товари та послуги, цінові й нецінові якості яких будуть більш привабливими, ніж в аналогічній продукції конкурентів. Враховуючи специфіку діяльності автотранспортних підприємств у сегменті міжнародних вантажних автомобільних перевезень, під їх конкурентоспроможністю розуміють спроможність надавати транспортні послуги на міжнародному ринку з дотриманням міжнародних стандартів якості, нарощувати власний сегмент ринку, забезпечувати зростання доходів та прибутків. Підвищення конкурентоспроможністі підприємства може бути забезпечене наданням якісної транспортної послуги з перевезення вантажів, яка матиме економічний ефект як для споживача такої послуги, так і для самого підприємства.

Проведення комплексної оцінки конкурентоспроможності автотранспортних підприємств у сегменті міжнародних вантажних автомобільних перевезень супроводжується обробкою великих масивів інформаційних даних, які повинні підлягати перевірці та уточненню різними методами, що дозволить збільшувати точність розрахунків, враховувати взаємозв'язки управлінських, логістичних та маркетингових рішень для забезпечення необхідного рівня конкурентоспроможності. Оцінка конкурентоспроможності автотранспортних підприємств здійснюється у кілька етапів, а саме: виявлення основних конкурентів, збір даних щодо діяльності конкурентів, підбір оцінювальних показників, аналіз зібраної інформації, отримання загального показника конкурентоспроможності.

Забезпечення конкурентоспроможності вітчизняної транспортної системи на ринку міжнародних вантажних перевезень обумовлюється рівнем конкурентних переваг її учасників. У цьому контексті дієвим заходом для вітчизняних перевізників може стати запровадження цифрових технологій на всіх стадіях виконання транспортно-технологічного процесу доставки вантажів. Мінімізація витрат, пов'язаних із забезпеченням оптимальних показників виконання транспортного циклу, дозволить підвищити конкурентоспроможність вітчизняних автотранспортних підприємств у сегменті міжнародних вантажних автомобільних перевезень.

УДК 629.113

Теоретичні засади оптимізації процесу виконання міжнародних перевезень вантажів автомобільним транспортом

проф. Шарай С.М., студент Мазепа В.Д.

Міжнародні вантажні автомобільні перевезення виступають ключовим фактором розвитку економіки України. Організація та виконання міжнародних перевезень вантажів потребує планування і дотримання певних процедур, таких як: вибір ефективного автотранспортного засобу; оформлення необхідної транспортної документації для міжнародних перевезень; упакування вантажу в залежності від його характеру та властивостей; виконання необхідних митних формальностей; вибір та формування маршруту, проміжних пунктів, складського зберігання та доставку до пункту призначення; страхування вантажу від ризиків, пов'язаних з його перевезенням; забезпечення відповідного супроводу та контролю за переміщенням вантажу; дотримання термінів доставки тощо.

Прийняття логістичних рішень щодо оптимізації міжнародних вантажопотоків неможливе без використання супутникових систем зв'язку, які забезпечують зв’язок між водіями автотранспортних засобів, транспортними підприємствами, вантажовідправниками і замовниками вантжу. До передових інноваційних технологій для розробки шляхів оптимізації міжнародних перевезень вантажів належить такі як:

- використання «Зеленої логістики», що сприяє зменшенню негативного впливу роботи двигунів внутрішнього згорання на навколишнє середовище;
- формування ланцюгів поставок у режимі реального часу, що дозволяє оптимізувати та оперативно планувати маршрути доставки, ефективно використовувати парк рухомого складу;
- застосування блокчейн-технології, що сприяє створенню ефективної системи запису транзакцій, управлінню документацією та відстеженню активів для всіх учасників логістичного процесу;
- застосування автоматизації логістики та «Інтернет речей», що призводить до скорочення затримок під час перевезень, усунення втрати контролю за вантажем, програмних збоїв і випадків крадіжок;
- застосування «цифрових двійників», що надає можливість збору даних про вантаж та його упакування, використовуючи таку інформацію для виявлення і запобігання недоліків та їх усунення;
- використання безпілотних дронів та інших безпілотних транспортних засобів, що вважаються безперервним засобом доставки вантажів завдяки здатності працювати без зайвого втручання людини;
- застосування «3D-друку», що сприяє скороченню логістичних шляхів доставки вантажів та усуненню потреби у зберіганні великих обсягів на складах;
- застосування штучного інтелекту, що дозволяє поліпшити ефективність прийняття управлінських рішень при плануванні та організації процесу доставки вантажів.

УДК 629.113

Автомобільні перевезення та їх вплив на міжнародну економічну діяльність України

проф. Шарай С.М., студент Наливайко С.В.

Стабільна і ефективна робота транспортного комплексу, розвиток та удосконалення автомобільних перевезень є найважливішою умовою життєзабезпечення багатогалузевої економіки України та мають безпосередній вплив на її міжнародну економічну діяльність. Світове співтовариство формує єдину транспортну систему, використовуючи просторове розташування і ресурсний потенціал різних країн, забезпечивши їх інтегральне обслуговування із використанням комунікаційних систем. Розгляд різних аспектів євроінтеграційних перспектив України є ключовим для розуміння її майбутнього шляху та взаємодії з країнами Європейського Союзу.

Сфера транспорту є визначальною для соціально-економічного розвитку країни. Економіка і автомобільні перевезення мають взаємний вплив. Розвиток сектору вантажних автомобільних перевезень потягає зростання обсягів перевезень, що впливає на рівень інвестицій і темпи зростання економіки країни. Автомобільний транспорт здатний найефективніше забезпечити задоволення потреби зовнішньоторговельних організацій в перевезеннях вантажів, а на сьогоднішній день, враховуючи виклики війни, займає одне з провідних місць в організації діяльності, пов'язаної з перевезеннями, а також є одним з найнадійніших і оперативних способів доставки вантажів різного призначення.

Транспортна політика Європейського Союзу орієнтована на зменшення шкідливих викидів у атмосферу рухомим складом автомобільного транспортом, підвищення енергоефективності та розвиток інтегрованої транспортної системи. В країнах Європейського Союзу різні сектори економіки тісно співпрацюють для досягнення «зеленого» майбутнього Європи та світу. Одним із пріоритетних напрямків для України у рамках «Європейського Зеленого Курсу» є екологізація транспорту. Цей процес передбачає максимально можливе скорочення викидів парникових газів у транспортному секторі, збільшення частки сталих видів транспорту, впровадження більш суворих стандартів викидів забруднюючих речовин для автотранспортних засобів із двигунами внутрішнього згоряння, а також розвиток інфраструктури для електромобілів. Євроінтеграція України проходить на тлі російської агресії, наслідки повномасштабної війни впливають на динаміку євроінтеграції, обумовлюючи особливості підходу в умовах воєнного стану.

УДК 629.113

Формування моделі системи доставки вантажів у міжнародному сполученні з урахуванням засад системного підходу

проф. Шарай С.М., студент Нєпєіна В.А.

Система доставки вантажів у міжнародному сполученні визначається як набір елементів, що утворюють єдине ціле. З позицій системного аналізу ця система є відкритою, оскільки на елементи системи можуть впливати зовнішні фактори,

передбачити які в умовах невизначеності ринку не уявляється можливим. Зміна параметрів, що описують елементи зовнішнього середовища, впливає на систему. І навпаки, значення елементів зовнішнього середовища змінюються внаслідок поводження системи. Тому існує проблема сумісності системи доставки і зовнішнього середовища. Також існує проблема сумісності між елементами системи, тобто внутрішня сумісність. Оптимальна доставка вантажу здійснюється за умови досягнення найкращої відповідності між системою доставки і зовнішнім середовищем.

Елементами системи доставки вантажу є перевізник, експедитор, вантажовласник. Прогнозування витрат підприємства при виконанні доставки вантажів у міжнародному сполученні з урахуванням засад системного підходу проводиться з погляду надійності. Параметрами, що визначають надійність доставки, є час доставки, схоронність партії відправлення, схоронність споживчих властивостей вантажу. Причинами можливих неефективних результатів доставки можуть бути такі форс-мажорні обставини, як дорожньо-транспортний випадок з вини іншого учасника транспортного процесу внаслідок складних дорожніх або погодних умов, стихійні лиха, пограбування тощо. Можливими негативними наслідками для підприємства, яке виконує перевезення, можуть бути витрати на пошук втраченого вантажу в визначений договором термін, витрати на створення страхового запасу, втрата обсягу продажів при втраті партії вантажу, виплата штрафу за недотримання контрактних зобов'язань, втрачений прибуток, відмова дилера від прийому партії доставки внаслідок втрати вантажем споживчих властивостей тощо.

Тому при розробці та формуванні моделі системи доставки вантажів у міжнародному сполученні з урахуванням засад системного підходу необхідно враховувати всі розглянуті обставини, визначати параметри, якими будуть описані умови доставки тощо.

УДК 629.113

Інтелектуальні транспортні системи та технології в управлінні транспортними процесами

проф. Шарай С.М., студент Оністрай А.О.

Інтелектуальні транспортні системи є важливим елементом сучасної транспортної системи будь-якої країни. Використання інтелектуальних транспортних систем та технологій дозволяє створювати додаткові потужності для забезпечення потреб споживачів транспортних послуг та виконавців транспортних процесів, без фізичного розширення транспортної пропозиції з метою економії ресурсів та підвищення ефективності та якості надання транспортного послуги.

Питання впровадження інтелектуальних транспортних систем та технологій у транспортну галузь є актуальним і широко обговорюваним у світі, оскільки проекти цього типу відрізняються швидкою окупністю. Їх реалізація має великі шанси стати вирішенням багатьох екологічних і соціальних проблем.

Згідно із дослідженнями вітчизняних та зарубіжних науковців, впровадження інтелектуальних транспортних систем у транспортну галузь дозволить

скоротити витрати та знизити викиди відпрацьованих газів, підвищити безпеку на дорогах, вирішити актуальну для транспортної галузі вантажних перевезень проблему нестачі кваліфікованих водіїв, які виконують перевезення вантажів у міжнародному сполученні.

В Україні відбувається поетапне впровадження окремих елементів інтелектуальних транспортних систем та технологій. Впровадження інформаційних та комунікаційних технологій надасть змогу зробити вже існуючу транспортну систему більш ефективною та працездатною, головною метою якої є вдосконалення транспортних послуг, зменшення заторів, аварій та забруднення навколишнього середовища. Вона дає можливість знизити рівень завантаженості доріг, зменшити витрати часу на перевезення, підвищити безпеку дорожнього руху, інформувати учасників дорожнього руху щодо поточної дорожньо-транспортної ситуації та оптимальних маршрутів руху, покращити екологічну ситуацію тощо.

УДК 629.113

Системний підхід до організації процесу доставки вантажів у міжнародному сполученні

проф. Шарай С.М., студент Соїна К.Я.

Процес загострення конкуренції на ринку міжнародних транспортних послуг вимагає нових підходів до розвитку транспортних відносин, створення нових технологій, підвищення якості послуг. Удосконалення транспортних послуг може бути ефективним інструментом логістичної оптимізації діяльності підприємств і підвищення їх конкурентоздатності. Вирішенню задач організації процесу доставки вантажів у міжнародному сполученні сприяє застосування принципів системного підходу та інструментарію системного аналізу до організації процесу доставки вантажів.

Раціоналізація міжнародних перевезень може відбуватися на основі таких критеріїв ефективності, як собівартість перевезення, час доставки вантажу, продуктивність роботи автотранспортного засобу. Кожен критерій ефективності має важливе значення для одержувача вантажу, проте найкраще значення кожного критерію буде характерним для різних технологій доставки вантажу. Для застосування системного підходу в організації процесу доставки вантажів у міжнародному сполученні та використання інструментарію системного аналізу необхідно враховувати можливі варіанти схем організації доставки вантажу з урахуванням різного роду обмежень (технологічні, вартісні та інші), які накладаються на процес перевезення: планування доставки вантажу може враховувати випадковий розмір партії вантажу, кількість поставок вантажу на тиждень; значущість критеріїв щодо показників ефективності процесу доставки тощо.

Велике значення для вантажовласника мають критерії оцінки ефективності процесу доставки, які передбачають мінімальні значення часу доставки, вартості доставки, величини ризиків та інших показників процесу доставки. На технологію митного оформлення впливають багато факторів, які мають випадковий характер та впливають на процес переміщення вантажу негативно.

До них відносяться зміни в законодавстві, сезонний фактор, різноманітні ризики, які характерні міжнародним перевезенням (митні ризики, ризик втрати вантажу) та технологічні фактори, які пов'язані з технологією виконання перевезень. До технологічного обмеження відноситься час доставки вантажу. Моделювання часу доставки вантажу відбувається згідно логістичного принципу «точно в строк». До вартісного обмеження процесу доставки вантажу у міжнародному сполученні відносяться вартість доставки з урахуванням величини ризиків.

Відповідно критерію прийняття рішення, рекомендується вибрати ту стратегію, при якій величина ризику матиме найменше значення в найнесприятливішій ситуації. На основі вибраних критеріїв визначається більш ефективна технологія доставки вантажів у міжнародному сполученні з точки зору вартості, терміну доставки та ризиків.

УДК 629.113

Застосування нейронної мережі при виконанні вантажних автомобільних перевезень у міжнародному сполученні

проф. Шарай С.М., студент Шешеня К.П.

Питання організації процесу перевезення вантажів пов'язані із задачами маршрутизації перевезень та вибором ефективного виду транспорту для їх виконання. Вирішення цих задач сприяє підвищенню ефективності використання рухомого складу транспорту, зниженню витрат на виконання перевезень, підвищенню ефективності роботи транспортного підприємства.

Використання математичного апарату формування штучних нейронних мереж знаходить своє застосування при вирішенні задач в теорії та практиці транспортних процесів при організації перевезень вантажів, зокрема задач маршрутизації перевезень, задач вибору виду транспорту та ефективного рухомого складу. Для формування оптимального маршруту та вибору виду транспорту необхідно побудувати імітаційну модель та оптимізувати її за допомогою навчання нейронної мережі.

Нейронні мережі мають перевагу над іншими методами, їх застосування дозволяє вивчати вплив відразу великої кількості факторів. Процес формування моделі нейронної мережі при вирішенні задачі маршрутизпції перевезень вантажів та вибору виду транспорту базується на використанні змішаного методу прийняття ріщень на основі багатокритеріального аналізу і передбачає такі етапи: визначення критеріїв оцінки шляхом аналізу наявної інформації та експерних оцінок з метою виключення неможливих альтернативних варіантів; визначення вагомості вихідних даних нейронної мережі, враховуючи обмеження; упорядкованість матриці вхідних даних для тестування нейронної мережі; формування моделі нейронної мережі для вирішення задачі багатокритеріального вибору.

При формуванні маршруту перевезення вантажу та виборі ефективного виду транспорту для виконання перевезення спочатку вирішується задача маршрутизації перевезень, потім розглядаються та аналізуються фактори оцінки вибору виду транспорту, які представляються у вигляді вартості, часу та

якості перевезення, технічних характеристик транспортного засобу, якості надання транспортних послуг та впливу на економіку країни.
В результаті побудови нейронної мережі формується її модель, яка може бути використана для маршрутизації перевезень та вибору виду транспорту для виконання перевезень вантажів у міжнародному сполученні.

УДК 656.13.072

Підвищення ефективності транспортного процесу доставки вантажів замовникам міжнародних перевезень

ст. викл. Третиниченко О.Г., студент Крючко Н.О.

Визначено рівноцінну відстань доставки вантажів з 1 та 2 водіями на митницю призначення по критеріям продуктивності та собівартості, яка складає 600 та 750 км. Обґрунтовано впровадження доставки вантажів за графіками на стаціонарних вантажопотоках транспортного підприємства. Розраховано середню рівноцінну відстань доставки вантажів замовникам міжнародних перевезень після здійснення процедур митного контролю та митного оформлення магістральним автопоїздом або іншим рухомим складом, яка по критерію мінімум витрат з урахуванням витрат на навантаження, розвантаження та зберігання складає 15 км. Запропоновані заходи дозволять значно підвищити показники ефективності роботи транспортного підприємства.

УДК 656.13. 072

Визначення оптимальної структури парку рухомого складу для виконання міжнародних перевезень.

ст. викл. Третиниченко О.Г., студент Хобта Д.С.

Раціональні способи доставки вантажів можуть бути визначені на основі критеріїв паливної економічності перевезень, собівартості та продуктивності рухомого складу. При виконанні міжнародних перевезень, а також в багатьох випадках масових партіонних перевезень доцільно організовувати доставку вантажів з перевантаженням, що дозволяє використовувати для доставки партіонних вантажів ефективні транспортні засоби. Іншими словами при здійсненні міжнародних перевезень виникає питання вибору раціональних способів доставки вантажів кінцевим споживачам. Методи вирішення цих задач дозволяють сформувати раціональну структуру парку рухомого складу для доставки вантажів кінцевим замовникам міжнародних перевезень.

УДК 656.073

Обґрунтування чинників впливу на експортний потенціал вітчизняних підприємств

проф. Лебідь І.Г., асист. Компанієць Є.В.

Україна має значний виробничий потенціал у низці галузей, зокрема у сільському господарстві, металургії, інформаційних технологіях, авіаційній промисловості та інших секторах економіки, що може бути ефективно використано для формування експортно орієнтованої продукції. Важливими передумовами підвищення конкурентоспроможності вітчизняних товарів на

зовнішніх ринках є покращення їх якості, відповідність міжнародним стандартам та проходження необхідних процедур сертифікації. З огляду на зростання глобального попиту на продукцію, виготовлену з дотриманням екологічних вимог і високих стандартів якості, українські підприємства мають можливість адаптувати свою пропозицію до зазначених тенденцій, позиціонуючи товари як екологічно безпечні та якісні.

Водночас важливим чинником розвитку експорту є удосконалення інфраструктурного забезпечення, зокрема транспортної, логістичної та митної інфраструктури, що сприяє спрощенню торговельних операцій і скороченню часу доставки товарів. Разом із тим, розвиток експортної діяльності стримується низкою викликів, серед яких воєнні дії, геополітична нестабільність та наявність бюрократичних обмежень.

Для українських експортерів ключовими вимогами до вибору ринків збуту продукції вітчизняного виробництва є, насамперед, наявність достатнього ринкового потенціалу, що передбачає існування стабільного або перспективного попиту на відповідну продукцію. У зв'язку з цим необхідним є проведення ґрунтовних маркетингових досліджень. Важливе значення має сегментація ринку та чітке визначення цільової аудиторії, оскільки різні сегменти потребують застосування диференційованих маркетингових стратегій; помилковий вибір стратегії може призвести до фінансових втрат замість очікуваного прибутку.

Не менш важливим є аналіз конкурентного середовища, що дозволяє виявити сильні та слабкі сторони конкурентів, сформувати власні конкурентні переваги та визначити позицію підприємства на обраному ринку. Оцінка ризиків і можливостей, пов'язаних із функціонуванням конкретного ринку, зокрема змін у законодавстві чи економічної кон'юнктури, є необхідною умовою забезпечення сталого розвитку підприємства та ефективного збуту продукції. Окрім цього, ринок збуту повинен характеризуватися наявністю розвиненої інфраструктури, включаючи транспорт, логістику, комунікації та інші елементи, що забезпечують безперебійність постачання товарів і підвищують оперативність бізнес-процесів.

Для досягнення високої ефективності експортних операцій важливим є також дотримання певних вимог до вибору контрагентів. Передусім, контрагент має бути фінансово надійним та спроможним виконувати свої зобов'язання відповідно до умов укладеного договору. Значну увагу слід приділяти аналізу ділової репутації потенційного партнера, що передбачає вивчення результатів його попередньої діяльності та відгуків інших учасників ринку. Це дозволяє мінімізувати ризики виникнення проблемних ситуацій у процесі співпраці.

УДК 656.073

Організація міжнародних перевезень небезпечних вантажів

проф. Лебідь І.Г., студентка Осадча А.В.

Міжнародна логістика небезпечних вантажів належить до складних та відповідальних процесів, що потребують високого рівня професіоналізму, та беззаперечного дотримання правил безпеки. Перевезення небезпечних вантажів

пов’язане з можливим виникненням загрози здоров'ю і життю людей, майну або навколишньому середовищу. Тому підготовка таких вантажів до перевезення та організація їх просування повинні повністю відповідати вимогам нормативних документів у цій галузі.
Небезпечні вантажі класифікуються відповідно до міжнародних стандартів, що дозволяє забезпечити вимоги до їх маркування, пакування та транспортування. У дослідженні розглядається організація міжнародного перевезення агрохімічної продукції на прикладі гербіцидів, які відповідно до міжнародної класифікації небезпечних вантажів відносяться до Класу 6.1 – Токсичні речовини. Гербіциди використовуються для знищення бур'янів. Розрізняють селективні (що діють певні види рослин) і тотальні (що знищують всю рослинність) гербіциди. Їхнє застосування здатне збільшити врожайність на 20-40%. Об’єктом дослідження є процес мультимодального перевезення гербіцидів, а предметом аналізу – вимоги до транспортування, пакування та маркування. Умови транспортування агрохімії автомобільним транспортом визначаються на основі їх фізико-хімічних властивостей, класу небезпеки та обсягу партії. У результаті аналізу підтверджено, що транспортування агрохімікатів, а саме гербіцидів, вимагає суворого дотримання правил безпеки, спеціального маркування, наявності супровідної документації, а відповідної підготовки персоналу.

УДК 656.13

Нормативно-правове регулювання перевезень великогабаритних та важковагових сільськогосподарських машин як чинник безпеки дорожнього руху

доц. Хоботня Т.Г., студентка Пазич В.Л.

В Україні сформована комплексна система контролю за дотриманням норм перевезення великогабаритних та важковагових вантажів (ВВВ), що базується на Постанові Кабінету Міністрів України №18 «Про проїзд великогабаритних та важковагових транспортних засобів автомобільними дорогами, вулицями та залізничними переїздами».
Метою впровадження жорсткого регламенту перевезень ВВВ є уникнення ризику значних штрафних санкцій та адміністративної відповідальності перевізників за порушення габаритно-вагових параметрів. Впровадження електронних сервісів для отримання дозволів та масштабування мережі комплексів зважування WIM забезпечує оперативне приведення українських правових норм у відповідність до стандартів Євросоюзу. Цей процес виступає ключовим інструментом у забезпеченні відповідності транспортного сектору України вимогам єдиного європейського ринку, що є фундаментальною передумовою для безперешкодної інтеграції в єдину логістичну мережу Європи.
Транспортування сучасної сільськогосподарської техніки, зокрема тракторів класу CASE STX 535, регулюється низкою нормативно-правових актів. Оскільки параметри даного вантажу, щодо ширини та ваги без урахування трала, перевищують стандартні габаритні норми, то таке перевезення підпадає

під контроль Державної служби України з безпеки на транспорті та дію «Правил дорожнього руху», що потребує спеціальних дозволів від органів Національної поліції. Дотримання цих вимог дозволяє мінімізувати ризики пошкодження дорожньої інфраструктури, мостових споруд, а також значно підвищує рівень безпеки на дорогах загального користування.

Перевезення здійснюються в міжнародному сполученні у режимі імпорт за маршрутом Німеччина (м. Бремергафен) – Україна (м. Дніпро) через п/п «Краківець». Організація такого перевезення потребує врахування розбіжностей у законодавствах країн прямування. Зокрема, рух автомагістралями Німеччини можливий лише за умови отримання електронного дозволу через спеціалізовану систему «VEMAGS». Транзит територією Польщі регламентується дозволом типу «Zezwolenie», процедура погодження якого може тривати до 14 діб. На території України обов'язковою є наявність дозволів від Національної поліції та Державного агентства відновлення та розвитку інфраструктури. Додатковою вимогою для забезпечення безпеки дорожнього руху на всьому маршруті є залучення спеціалізованих автомобілів супроводу, обладнаних маячками оранжевого кольору, а також суворе дотримання встановлених часових обмежень на рух великогабаритного транспорту. Зазначений маршрут доставки ВВВ та особливості його правового регулювання були розглянуті в межах даної доповіді.

УДК 656.135.073.42:63

Methodology for implementing the common transit procedure in customs and transport services for cargo flows

PhD, Prof. Petryk A., Chekhivska Yu., IT Project Lead Logistics and Global Trade Services Daikin Europe NV, Senior Lect. Kopiak N., stud. Pavliuk Yu.

The global development of integration processes indicates the need to improve cooperation between individual countries and the introduction of new methods of customs and logistics management of material flows. Therefore, modern economic systems of international orientation require the creation of new complex customs and transport structures, in particular the introduction of the common transit procedure. Such trends in the development of world economic processes encourage the growth of the influence of measures for the transit transportation of goods between the countries of the European Community. The specified cargoes are reloaded, sent to the following countries or stored by introducing the common transit procedure regardless of the type and origin of the goods.

Service of the growing volume of cargo flows is carried out, as a rule, in close cooperation between individual customs systems and economic entities. For this purpose, production structures of international orientation are purposefully created. However, the presence of such structures with infrastructure support for customs activities largely depends on the competitiveness of transport and service services under the conditions of the random nature of the influencing factors. In addition, the transportation of goods under the joint transit procedure has its own characteristics that affect the structure of production systems in the transport services market.

One of the conditions for ensuring the competitiveness of service systems in transport nodes is an integrated process of creating a consolidated batch of foreign trade cargo using customs warehouses and temporary storage warehouses. Preliminary accumulation of export goods using high-performance loading mechanisms significantly affects the reduction of the terms of customs service of rolling stock in transport nodes. In such cases, the technical, operational and economic indicators of transport and logistics systems are significantly improved. And the optimization of technical and technological parameters in the specified systems using the joint transit procedure requires the creation of integrated production systems with high-quality customs and logistics support.

The paper examines the methodology for implementing the joint transit procedure regardless of the type and origin of goods within customs and transport service systems of cargo flows. The proposed approach to forming organizational principles for the application of joint transit takes into account the specifics of cargo consolidation through proprietary infrastructure facilities, including goods originating from countries outside the customs territory of the Community. The modeling of cargo transport services based on the fundamental principles of queuing theory has been addressed in a separate study. The paper also proposes a methodology for determining system performance indicators under conditions of random demand for transport and commercial services.

УДК 656.135.073.42:63

Main directions of development of financial guarantee when using modern transport technologies in the context of European integration

PhD, Prof. Petryk A., Hoik N., Finance Manager UPS Europe, Lazarenko A., State Customs Service of Ukraine, stud. Tehypko N.

An important and necessary condition for increasing the competitiveness of production processes in integrated production units of international orientation is the creation of an optimal structure of formations, close to the standards of the European Union (EU). In modern conditions, production ties in integrated production units are supported by implementing the common transit procedure based on the New Computerized Transit System (NCTS). Effective production activities of customs and transport systems ensure the achievement of a certain level of reliability of cargo flow service at the existing level of financial support. Therefore, the structure of such a system must simultaneously correspond to such a level of technical and operational indicators that will satisfy both the conditions of competitiveness of the transport service and the level of tariff requirements.

A preliminary analysis of the development of integration processes indicates that increasing the competitiveness of integrated customs and transport structures requires the implementation of transit operations with cargo according to European rules. And comprehensive studies of the effectiveness of using infrastructure support for service processes in such entities indicate a willingness to comply with customs standards which are in place in the EU countries. Therefore, the tasks of increasing the competitiveness of customs and transport services are becoming particularly relevant in connection with the introduction of mandatory financial guarantees for NCTS and

the development of the market for guaranteeing customs payments on a competitive basis.

Under such conditions, the theoretical basis for conducting relevant calculations is a detailed justification of the numerical values of the influencing factors of customs and service systems. The application of the proposed methodology for comprehensive service of cargo flows is based on the use of theoretical provisions and practical recommendations for improving the process of providing financial guarantees by insurance companies to ensure the payment of customs payments in the context of European integration. Mathematical modeling of the service process takes into account the production features of various infrastructure components in integrated production structures.

The paper substantiates the need to use theoretical provisions and practical methods for improving the process of providing financial guarantees by insurance companies to ensure the payment of customs payments in the context of European integration. The conditions for applying financial guarantees by providing an electronic system for financial guaranteeing the payment of customs payments are characterized. The need to use the principles of comprehensive assessment of cargo flow service to increase the competitiveness of insurance companies in the market for guaranteeing customs payments is substantiated. The directions for the development of financial guaranteeing when using modern customs and financial technologies in the context of European integration are determined.

УДК 656.13:004.9

Цифрові логістичні технології як інструмент підвищення ефективності підприємницької діяльності автотранспортних підприємств

доц. Рой М.П., студент Борик Т.С.

Сучасний розвиток транспортної галузі характеризується зростанням конкуренції на ринку транспортно-логістичних послуг, підвищенням вимог до швидкості та надійності доставки вантажів, а також необхідністю оптимізації витрат на виконання перевезень. За даними Європейської комісії, частка автомобільного транспорту у структурі внутрішніх вантажних перевезень Європейського Союзу перевищує 75 %, що підтверджує ключову роль автомобільних перевезень у функціонуванні сучасних логістичних систем. Водночас ефективність діяльності автотранспортних підприємств значною мірою залежить від рівня організації транспортних процесів, раціонального використання рухомого складу та застосування сучасних цифрових технологій управління перевезеннями.

В умовах інтеграції транспортної системи України до європейської транспортної мережі TEN-T та розвитку міжнародних транспортних коридорів особливого значення набуває впровадження інноваційних цифрових технологій, які забезпечують підвищення ефективності функціонування автотранспортних підприємств і їхню конкурентоспроможність на європейському ринку транспортних послуг.

Одним із ключових напрямів підвищення ефективності підприємницької діяльності у сфері автомобільних перевезень є впровадження систем Transport

Management System (TMS), які забезпечують автоматизацію планування перевезень, оптимізацію маршрутів руху транспортних засобів та контроль виконання транспортних операцій. Використання TMS дозволяє скоротити порожні пробіги АТЗ у середньому на 10–20 %, а також підвищити коефіцієнт використання вантажопідйомності рухомого складу на 8–12 %.

Важливим елементом цифровізації транспортної діяльності є застосування систем GPS-моніторингу транспорту, які забезпечують контроль місцезнаходження транспортних засобів у режимі реального часу, аналіз маршрутів руху та контроль витрат палива. За результатами впровадження таких систем на автотранспортних підприємствах витрати палива можуть зменшуватися на 5–12 %, а простої транспортних засобів скорочуються в середньому на 10–15 %.

Таким чином, застосування сучасних цифрових транспортних технологій — TMS, систем GPS-моніторингу, цифрових логістичних платформ, електронного документообігу та ERP-систем — створює передумови для підвищення ефективності підприємницької діяльності автотранспортних підприємств, зниження транспортних витрат та підвищення конкурентоспроможності транспортних компаній. Подальші наукові дослідження у цьому напрямі доцільно спрямувати на інтеграцію цифрових транспортних технологій у національну транспортну систему України та їх узгодження з європейськими інтелектуальними транспортними системами.

УДК 656:005:334

Управління транспортними ризиками в логістичних системах України в умовах воєнного стану

доц. Рой М.П., студенти Сагайдак Д.М., Гончар В.О.

Функціонування транспортно-логістичних систем є одним із ключових чинників забезпечення економічної стійкості держави та безперервності ланцюгів постачання. В умовах воєнного стану роль транспортної галузі суттєво зростає, оскільки вона забезпечує не лише комерційні перевезення, але й переміщення гуманітарних вантажів, ресурсів для відновлення інфраструктури та підтримку функціонування критично важливих секторів економіки. Водночас військові дії значно підвищують рівень транспортних ризиків, що обумовлює необхідність удосконалення систем управління ризиками у логістичних процесах.

Основними транспортними ризиками в умовах воєнного стану є пошкодження транспортних засобів та вантажів унаслідок бойових дій, руйнування транспортної інфраструктури, обмеження пропускної спроможності транспортних коридорів, підвищення аварійності на окремих ділянках дорожньої мережі, а також порушення стабільності міжнародних логістичних ланцюгів. За оцінками експертів логістичного ринку, у період активних військових дій тривалість міжнародних автомобільних перевезень може збільшуватися на 20–40 %, а транспортні витрати підприємств зростають у середньому на 15–30 % через зміну маршрутів та необхідність використання альтернативних логістичних коридорів.

Важливим інструментом зниження транспортних ризиків є впровадження сучасних систем управління перевезеннями та цифрових технологій контролю транспортних процесів. Крім того, важливу роль у процесі управління транспортними ризиками відіграє використання цифрових логістичних платформ (TIMOCOM, Lardi-Trans), які дозволяють швидко знаходити альтернативні маршрути та транспортні ресурси. Застосування таких інструментів сприяє підвищенню коефіцієнта використання пробігу транспортних засобів до 0,70–0,85 та зменшенню кількості порожніх рейсів, що особливо важливо в умовах нестабільності логістичних маршрутів.

В умовах воєнного стану також зростає значення страхування транспортних ризиків та комплексного управління безпекою перевезень. Поєднання страхових механізмів із сучасними цифровими системами моніторингу транспорту дозволяє знизити фінансові втрати транспортних підприємств у разі виникнення непередбачуваних подій на 20–35 %. Таким чином, ефективне управління транспортними ризиками в логістичних системах України в умовах воєнного стану передбачає комплексне застосування організаційних, технологічних та страхових інструментів. Подальший розвиток систем управління транспортними ризиками має бути спрямований на інтеграцію цифрових технологій у логістичні процеси, підвищення адаптивності транспортних систем та забезпечення стійкості функціонування транспортної галузі України в умовах підвищених ризиків.

УДК 625.7.8

Залежність швидкості, якості та безпеки перевезень вантажів автомобільним транспортом від індексу рівності дорожнього покриття

доц. Рой М.П., студентка Узлова Ю.О.

Індекс рівності дорожнього покриття (International Roughness Index, IRI) є інтегральним показником експлуатаційного стану автомобільних доріг, що характеризує рівень поздовжньої нерівності покриття та інтенсивність динамічної взаємодії транспортного засобу з дорожнім одягом. В умовах зростання інтенсивності перевезень і навантажень на транспортну інфраструктуру контроль показника IRI набуває особливого значення для забезпечення ефективності функціонування транспортної системи.

Аналіз експлуатаційних процесів свідчить, що підвищення значення IRI з 2 до 6 м/км супроводжується зростанням динамічних навантажень на конструктивні шари дорожнього одягу приблизно на 20–25 %, що прискорює накопичення втомних пошкоджень і скорочує міжремонтний строк служби. Таким чином, погіршення рівності покриття безпосередньо впливає на довговічність дорожньої інфраструктури та потребує додаткових фінансових ресурсів на її відновлення.

Нерівності покриття зумовлюють зниження фактичної швидкості руху транспортних потоків відносно проектної. За високих значень IRI можливе зменшення швидкості на 12–24 %, що призводить до зниження пропускної здатності автомобільних доріг, порушення графіків доставки та зростання собівартості перевезень. Збільшення витрат пального може становити 3–7 %, а

динамічні коливання сприяють інтенсивнішому зносу елементів підвіски та шин.
Важливим є безпековий аспект. Погіршення рівності покриття знижує ефективність зчеплення шин з дорожньою поверхнею, що може збільшувати гальмівний шлях на 10–20 % та підвищувати ймовірність виникнення дорожньо-транспортних пригод. Особливо критичним це є для магістральних доріг із високою інтенсивністю руху.
Отже, забезпечення нормативних значень IRI (до 2–3 м/км для доріг вищих категорій) слід розглядати як економічно обґрунтований інструмент підвищення якості транспортних перевезень, оптимізації швидкісних режимів та гарантування безпеки дорожнього руху. Системний моніторинг і своєчасне відновлення рівності покриття є необхідною умовою модернізації транспортної інфраструктури України.

УДК 656.13:368

Страхування транспортних ризиків як фактор стабільності функціонування транспортної галузі в умовах воєнного стану

доц. Рой М.П., студент Шматко Є.Р.

Транспортна система відіграє ключову роль у забезпеченні функціонування економіки держави, підтримці логістичних ланцюгів постачання та розвитку міжнародної торгівлі. В умовах воєнного стану значення транспортної галузі істотно зростає, оскільки вона забезпечує не лише економічні потреби, але й функціонування гуманітарних та оборонних логістичних потоків. Разом з тим військові дії значно підвищують рівень ризиків, пов’язаних із здійсненням транспортної діяльності, що обумовлює особливу актуальність страхування транспортних ризиків.
У період воєнного стану автотранспортні підприємства стикаються з низкою додаткових загроз, серед яких пошкодження транспортних засобів унаслідок бойових дій, руйнування транспортної інфраструктури, підвищений рівень аварійності на окремих ділянках транспортної мережі, а також зростання фінансових ризиків, пов’язаних із втратою або пошкодженням вантажів. За оцінками міжнародних страхових компаній, у зонах підвищеного військового ризику страхові виплати можуть перевищувати середні показники мирного часу на 30–50 %, що значно ускладнює функціонування страхового ринку транспортних послуг.
Особливе значення в таких умовах набуває страхування транспортних засобів (КАСКО), страхування відповідальності перевізника, а також страхування вантажів під час перевезень (cargo insurance). Разом з тим функціонування системи страхування транспортних ризиків в умовах воєнного стану супроводжується рядом проблем. До основних з них належать обмеження страхового покриття для ризиків, пов’язаних із військовими діями, підвищення вартості страхових полісів, а також зниження доступності страхових послуг для транспортних підприємств, що працюють у регіонах підвищеної небезпеки. Крім того, складною залишається проблема страхування міжнародних

перевезень, оскільки частина іноземних страхових компаній обмежує страхове покриття для операцій у зонах військових ризиків.

У цих умовах важливого значення набуває розвиток механізмів державної підтримки страхування транспортних ризиків, а також удосконалення системи управління ризиками на транспортних підприємствах. Застосування сучасних цифрових інструментів моніторингу транспорту (GPS-систем контролю руху, систем управління перевезеннями TMS) та інформаційних систем управління ризиками дозволяє підвищити безпеку транспортних операцій та зменшити ймовірність настання страхових випадків.

Таким чином, страхування транспортних ризиків є важливим інструментом забезпечення стабільності функціонування транспортної галузі в умовах воєнного стану. Подальший розвиток системи страхування транспортної діяльності, удосконалення механізмів управління транспортними ризиками та інтеграція сучасних інформаційних технологій у процес управління перевезеннями сприятимуть підвищенню стійкості транспортного сектору та забезпеченню безперервності транспортно-логістичних процесів.

Підсекція митна справа у транспортній галузі

УДК 339.543:656.025:355.01

Проблеми брокерської діяльності в умовах воєнного стану

доц. Чупайленко О.А., студенти Підперигора В.М., Воронін С.В.

Митно-брокерська діяльність відіграє важливу роль у забезпеченні ефективного функціонування зовнішньоекономічної діяльності, організації міжнародних перевезень та реалізації митних процедур. В умовах воєнного стану в Україні діяльність митних брокерів зазнала суттєвих трансформацій, пов’язаних із зміною логістичних маршрутів, посиленням безпекових вимог, цифровізацією митних процесів та необхідністю адаптації до нових регуляторних умов. Однією з ключових проблем є нестабільність логістичних ланцюгів і переорієнтація вантажопотоків, що призвело до збільшення навантаження на західні прикордонні переходи та змін у структурі митного оформлення. Зростання обсягів транзитних операцій, використання процедури спільного транзиту (NCTS) та необхідність швидкого реагування на зміну умов перевезення потребують від митних брокерів високого рівня професійної підготовки та оперативності прийняття рішень. Суттєвим викликом є постійні зміни нормативно-правової бази, пов’язані із запровадженням спеціальних режимів регулювання зовнішньоекономічної діяльності під час воєнного стану. Адаптація до нових правил створює додаткове навантаження на брокерські компанії. Крім того, зростає значення управління ризиками, зокрема щодо перевірки походження товарів, дотримання санкційних обмежень і забезпечення прозорості міжнародних операцій. Важливим аспектом є

цифровізація митних процедур, що включає впровадження електронного декларування, використання інформаційних систем митниці, автоматизованих систем аналізу ризиків, інтеграцію GPS-моніторингу транспортних засобів та електронний документообіг. Хоча цифрові інструменти сприяють підвищенню ефективності оформлення, вони потребують від брокерів адаптації до нових технологій. Окрему проблему становлять кадрові та організаційні фактори, включаючи ревокацію підприємств, нестачу кваліфікованих фахівців, перебої з енергопостачанням та обмеження, пов'язані з безпековою ситуацією. Це впливає на швидкість обробки митних декларацій та якість логістичного супроводу міжнародних перевезень. Разом із тим воєнний стан стимулює розвиток нових підходів до брокерської діяльності, зокрема впровадження цифрових сервісів, автоматизацію процесів управління ризиками, використання аналітики даних та інтеграцію з міжнародними транспортними системами. Перспективним напрямом є розвиток електронних платформ взаємодії між брокерами, перевізниками та митними органами, що сприятиме підвищенню прозорості та ефективності митного оформлення. Таким чином, брокерська діяльність в умовах воєнного стану характеризується комплексом організаційних, нормативних і технологічних викликів, які потребують адаптації до нових умов функціонування міжнародної логістики. Подальший розвиток цифрових інструментів, удосконалення нормативної бази та підвищення рівня професійної підготовки фахівців сприятимуть підвищенню ефективності митно-брокерської діяльності та стабільності зовнішньоекономічних операцій України.

УДК 336.74:351.72

Особливості валютного контролю в умовах воєнного стану

доц. Чупайленко О.А., студенти Неверов М.В., Єгоров В.С.

Запровадження воєнного стану в Україні суттєво змінило підходи до державного регулювання фінансової системи та здійснення зовнішньоекономічної діяльності. Одним із ключових інструментів забезпечення економічної стабільності стала система валютного контролю, спрямована на збереження макрофінансової рівноваги, підтримання платіжного балансу та недопущення відтоку капіталу за межі країни. В умовах підвищених ризиків валютний контроль набув антикризового характеру та став важливим елементом державної політики економічної безпеки. Особливості валютного контролю у воєнний період полягають у застосуванні комплексу тимчасових обмежень і процедур, що регулюють здійснення валютних операцій суб'єктами господарювання. До них належать обмеження на купівлю іноземної валюти для окремих видів операцій, встановлення спеціальних правил проведення транскордонних платежів, контроль за строками розрахунків за експортно-імпортними контрактами, а також посилення вимог фінансового моніторингу. Такі заходи спрямовані на стабілізацію валютного ринку, збереження міжнародних резервів та забезпечення безперервності критично важливих імпортних поставок. Для підприємств, що здійснюють міжнародні перевезення та зовнішньоекономічну діяльність, валютний контроль має суттєвий вплив на організацію логістичних процесів. Зміни правил валютних операцій можуть впливати на швидкість

проведення платежів, планування закупівель і взаєморозрахунків із іноземними контрагентами. Це зумовлює необхідність адаптації бізнес-моделей, оптимізації фінансових потоків і підвищення рівня управління ризиками. Особливу увагу приділяють підприємства, що імпортують стратегічно важливі товари, зокрема медичні препарати, енергетичні ресурси або гуманітарні вантажі, для яких швидкість валютних розрахунків має критичне значення. Важливою тенденцією розвитку валютного контролю є його цифровізація. Використання електронних банківських платформ, автоматизованих систем фінансового моніторингу та інтеграція з митними інформаційними системами сприяють підвищенню прозорості операцій і скороченню адміністративного навантаження. У поєднанні з цифровими митними інструментами це дозволяє формувати інтегровану систему управління фінансовими та логістичними ризиками, що відповідає сучасним вимогам міжнародної торгівлі. Запропоновано розгляд валютного контролю як складової комплексної системи управління ризиками, що поєднує фінансові інструменти з митними та транспортними процедурами. Удосконалено підхід до оцінювання ефективності валютного контролю шляхом врахування цифровізації фінансових і митних процесів та інтеграції інформаційних систем.
Таким чином, валютний контроль в умовах воєнного стану є важливим інструментом забезпечення економічної стабільності та безпеки держави.

УДК 336.74:338.24(477)

Особливості валютного регулювання в умовах воєнного стану

доц. Чупайленко О.А., студенти Ануріна Д.В., Мелешко А.Ю.

Запровадження воєнного стану в Україні суттєво вплинуло на функціонування фінансової системи та міжнародної економічної діяльності. Одним із ключових напрямів державної політики стало посилення валютного регулювання, спрямованого на стабілізацію національної валюти, забезпечення безперебійності зовнішньоекономічних операцій і підтримання макрофінансової стабільності. В умовах воєнних ризиків валютна політика набула антикризового характеру та стала важливим інструментом економічної безпеки держави. Особливості валютного регулювання у воєнний період полягають у запровадженні низки тимчасових обмежень та спеціальних механізмів контролю за валютними операціями. До таких заходів належать фіксація або контрольований режим валютного курсу, обмеження на купівлю іноземної валюти для окремих операцій, регулювання строків розрахунків за експортно-імпортними контрактами, а також посилення вимог до фінансового моніторингу. Зазначені інструменти спрямовані на зниження спекулятивного попиту на валюту, збереження міжнародних резервів і підтримання платіжного балансу. Важливим аспектом валютного регулювання є забезпечення безперервності міжнародних перевезень та зовнішньоекономічної діяльності підприємств. Для логістичних компаній та імпортерів критично важливих товарів, зокрема медичних препаратів і гуманітарних вантажів, валютні обмеження мають подвійний ефект: з одного боку, вони стабілізують фінансову систему, а з іншого може ускладнювати проведення розрахунків із іноземними партнерами. Це зумовлює необхідність адаптації бізнес-процесів, використання

альтернативних платіжних інструментів і підвищення рівня фінансового планування. Використання електронних платіжних систем, автоматизованих банківських платформ і цифрового документообігу сприяє підвищенню прозорості валютних операцій та спрощенню взаємодії між суб'єктами зовнішньоекономічної діяльності й контролюючими органами. У поєднанні з цифровими митними системами це створює передумови для формування інтегрованої моделі управління фінансовими та логістичними ризиками. Запропоновано розгляд валютних обмежень як елементу управління ризиками у міжнародній логістиці, що дозволяє інтегрувати фінансові інструменти з митними та транспортними процедурами. Удосконалено підхід до оцінювання впливу валютної політики на ефективність зовнішньоекономічних операцій шляхом врахування цифровізації митного оформлення та розвитку електронних платіжних систем. Таким чином, валютне регулювання в умовах воєнного стану виступає важливим інструментом стабілізації економіки та забезпечення безпеки фінансової системи. Для суб'єктів міжнародних перевезень ключовим завданням є адаптація логістичних і фінансових процесів до нових умов, що передбачає використання цифрових технологій, підвищення прозорості операцій та інтеграцію валютного контролю з митними процедурами.

УДК 339.543:339.5:355.01

Особливості митно-тарифного регулювання в умовах воєнного стану

доц. Чупайленко О.А., студенти Симонович І.О., Нєпєіна В.А.

Митно-тарифне регулювання є важливим інструментом державної політики у сфері зовнішньоекономічної діяльності, спрямованим на забезпечення економічної безпеки, підтримку національного виробника та регулювання міжнародної торгівлі. В умовах воєнного стану в Україні митно-тарифна політика зазнала суттєвих змін, спрямованих на стабілізацію економіки, підтримку критично важливих галузей та забезпечення безперервності логістичних процесів. Однією з ключових особливостей стало впровадження тимчасових тарифних преференцій і спрощених процедур митного оформлення для окремих категорій товарів. Це стосувалося, зокрема, гуманітарної допомоги, військової техніки, медичних товарів, енергетичного обладнання та продукції критичного імпорту. Застосування пільгових ставок митних платежів або тимчасове звільнення від оподаткування сприяло оперативному забезпеченню внутрішніх потреб держави в умовах кризової ситуації. Важливим напрямом митно-тарифного регулювання стало узгодження тарифної політики з міжнародними партнерами та інтеграція до європейського економічного простору. Тимчасове скасування імпортних мит Європейським Союзом на українські товари, розвиток логістичних ініціатив Solidarity Lanes та активізація режиму спільного транзиту (NCTS) сприяли адаптації української митної системи до нових умов міжнародної торгівлі. Водночас воєнний стан зумовив необхідність посилення контролю за дотриманням санкційної політики, перевіркою походження товарів та управлінням митними ризиками. Зміна структури імпорту й експорту, переорієнтація транспортних маршрутів і зростання навантаження на західні прикордонні переходи створили додаткові

виклики для ефективного застосування тарифних інструментів. Суттєву роль у підвищенні ефективності митно-тарифного регулювання відіграє цифровізація митних процедур. Використання електронного декларування, автоматизованих систем аналізу ризиків, цифрових платформ обміну даними та інтеграція інформаційних систем із міжнародними логістичними сервісами дозволяє зменшити час митного оформлення, підвищити прозорість процедур і знизити адміністративні бар'єри для бізнесу. Перспективи розвитку митно-тарифного регулювання пов'язані з подальшою гармонізацією законодавства України з правом Європейського Союзу, впровадженням ризик-орієнтованих підходів до митного контролю та розвитком цифрової митниці. Це сприятиме підвищенню ефективності міжнародної торгівлі, зміцненню економічної безпеки держави та інтеграції України до європейського митного простору. Таким чином, особливості митно-тарифного регулювання в умовах воєнного стану визначаються необхідністю поєднання лібералізації торговельних процедур із посиленням контролю та управління ризиками, що забезпечує баланс між економічною підтримкою бізнесу та захистом національних інтересів.

УДК 339.543:339.56

Нетарифне регулювання зовнішньоекономічної діяльності

доц. Чупайленко О.А., студенти Алексюк Є.М., Мелешко А.Ю.

Нетарифне регулювання зовнішньоекономічної діяльності є важливим інструментом державної політики, спрямованим на забезпечення економічної безпеки, захист внутрішнього ринку, дотримання міжнародних стандартів та регулювання міжнародної торгівлі. На відміну від митно-тарифних заходів, нетарифні інструменти базуються на адміністративних, технічних, санітарних, екологічних та інших обмеженнях, що впливають на доступ товарів до внутрішнього ринку та умови їх переміщення через митний кордон. До основних інструментів нетарифного регулювання належать ліцензування, квотування, технічне регулювання, сертифікація продукції, санітарні та фітосанітарні заходи, експортний контроль, застосування спеціальних економічних санкцій та заходів торговельного захисту. Важливу роль відіграють також вимоги щодо підтвердження походження товарів, стандарти якості та безпеки, а також процедури контролю за дотриманням міжнародних зобов'язань. У сучасних умовах розвитку міжнародної торгівлі нетарифне регулювання стає ключовим інструментом адаптації економіки до глобальних викликів. Інтеграція України до європейського економічного простору передбачає гармонізацію технічних регламентів, стандартів та процедур контролю з нормами Європейського Союзу. Це сприяє підвищенню конкурентоспроможності українських товарів, але водночас потребує від суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності дотримання складних процедур відповідності. Особливого значення нетарифні заходи набувають в умовах воєнного стану, коли посилюється контроль за переміщенням стратегічних товарів, продукції подвійного призначення та критичного імпорту. Запровадження спеціальних режимів ліцензування, обмеження експорту окремих товарів і посилення санкційної політики спрямовані на забезпечення

національної безпеки та стабільності внутрішнього ринку. Важливим напрямом розвитку нетарифного регулювання є цифровізація процедур контролю. Використання електронних платформ обміну даними, систем управління митними ризиками, електронного документообігу та інтеграція інформаційних систем сприяють підвищенню прозорості зовнішньоекономічних операцій, скороченню часу митного оформлення та зниженню адміністративних бар'єрів. Таким чином, нетарифне регулювання зовнішньоекономічної діяльності виступає комплексним механізмом державного впливу на міжнародну торгівлю, який поєднує економічні, технічні та безпекові аспекти. Подальший розвиток цієї сфери пов'язаний із гармонізацією нормативної бази з міжнародними стандартами, цифровізацією митних процедур та впровадженням ризик-орієнтованих підходів до контролю.

УДК 656.078:339.543

Напрями логістичного забезпечення діяльності митних органів

доц. Чупайленко О.А., студентки Великорода Я.О., Дроздова А.С.

Сучасний розвиток міжнародної торгівлі та інтеграція України до європейського економічного простору потребують удосконалення системи митного контролю та підвищення ефективності функціонування митних органів. Одним із ключових чинників забезпечення результативності митної діяльності є належне логістичне забезпечення, яке охоплює організацію матеріальних, інформаційних та транспортних потоків, спрямованих на оптимізацію процедур митного оформлення та контролю. Основними напрямами логістичного забезпечення є оптимізація транспортних коридорів, розвиток прикордонної інфраструктури, цифровізація митних процедур і впровадження сучасних інформаційних систем. Зростання обсягів міжнародних перевезень та необхідність забезпечення швидкого оформлення вантажів вимагають інтеграції митних органів із транспортно-логістичними системами та учасниками зовнішньоекономічної діяльності. Одним із важливих напрямів є цифровізація митної діяльності. Впровадження електронного декларування, системи NCTS, автоматизованої системи аналізу та управління ризиками (АСАУР) і цифрових платформ обміну даними сприяє скороченню часу митного оформлення та підвищенню прозорості процедур. Використання GPS-моніторингу транспортних засобів дозволяє здійснювати контроль переміщення вантажів у реальному часі, що підвищує ефективність управління ризиками та забезпечує дотримання транзитних процедур. Важливим елементом логістичного забезпечення є розвиток матеріально-технічної бази митних органів, зокрема модернізація пунктів пропуску, впровадження автоматизованих систем сканування вантажів і вдосконалення систем управління чергами на кордоні. Окрему увагу слід приділяти інформаційно-аналітичному забезпеченню митної діяльності. Використання аналітики великих даних (Big Data), інтеграція інформаційних систем різних державних органів і застосування алгоритмів прогнозування дозволяють підвищити ефективність прийняття управлінських рішень та мінімізувати ризики порушень митного законодавства. Сучасна логістика митних органів має базуватися на принципах інтегрованого управління, що

поєднує фізичні та цифрові інструменти контролю. Наукова новизна полягає у визначенні комплексних напрямів логістичного забезпечення діяльності митних органів з урахуванням цифровізації транспортних процесів та впровадження інтелектуальних систем управління ризиками. Удосконалено підхід до логістичного забезпечення митної діяльності шляхом інтеграції інформаційних, транспортних і аналітичних систем, що сприяє підвищенню ефективності митного контролю та прискоренню міжнародних перевезень. Таким чином, логістичне забезпечення діяльності митних органів є ключовим фактором підвищення ефективності митного контролю та розвитку міжнародних перевезень. Подальша цифровізація митних процедур, модернізація інфраструктури та інтеграція інформаційних систем сприятимуть оптимізації логістичних процесів, зменшенню часу оформлення та гармонізації митної системи України зі стандартами Європейського Союзу.

УДК 339.543:656.07:005.52

Аналіз митних ризиків міжнародних перевезень як інструмент підвищення ефективності логістичних процесів

аспірант Колесник Ю.О.

Сучасний розвиток міжнародної торгівлі та інтеграція України до європейського економічного простору супроводжуються зростанням обсягів міжнародних перевезень і підвищенням вимог до ефективності митного контролю. В умовах цифровізації митних процедур та використання електронних систем декларування особливої актуальності набуває аналіз митних ризиків як інструмент оптимізації логістичних процесів і забезпечення безпеки переміщення товарів через державний кордон. Митні ризики міжнародних перевезень являють собою ймовірність виникнення порушень митного законодавства або відхилень від встановлених процедур, що можуть призвести до затримок доставки, додаткових витрат або застосування санкцій. До основних груп митних ризиків належать ризики недостовірного декларування товарів, неправильного визначення коду УКТ ЗЕД, заниження митної вартості, невідповідності супровідних документів, порушення транзитних процедур та недотримання вимог щодо специфічних категорій вантажів, зокрема медичних препаратів, небезпечних або швидкопсувних товарів. Аналіз митних ризиків передбачає застосування комплексного підходу, який включає оцінювання ймовірності виникнення ризикових ситуацій, визначення їх потенційних наслідків та розроблення заходів мінімізації. Сучасні цифрові інструменти, такі як автоматизовані системи аналізу та управління ризиками (АСАУР), електронні транзитні системи (NCTS) і системи GPS-моніторингу транспортних засобів, створюють основу для переходу до інтелектуальної моделі митного контролю. Використання АСАУР дозволяє здійснювати селективний підхід до перевірок на основі ризик-профілів, що зменшує навантаження на митну інфраструктуру та прискорює проходження кордону для низькоризикових перевезень. Інтеграція з NCTS забезпечує електронний супровід транзитних операцій, прозорість переміщення вантажів та скорочення часу оформлення. GPS-моніторинг дозволяє контролювати маршрут перевезення, дотримання строків доставки та виявляти відхилення, що

можуть свідчити про потенційні порушення. Поєднання інформації з різних цифрових джерел сприяє формуванню інтегрованої системи управління ризиками. Запропонувано інтегрованого підходу до аналізу митних ризиків міжнародних перевезень, який базується на синергетичному використанні цифрових інструментів — GPS-моніторингу, NCTS та автоматизованих систем управління ризиками. Удосконалено концепцію митного контролю шляхом переходу від традиційної статичної оцінки ризиків до динамічної моделі, що використовує дані в реальному часі для прогнозування ризикових ситуацій та оптимізації процедур оформлення.

Таким чином, аналіз митних ризиків є ключовим елементом сучасної системи управління міжнародними перевезеннями. Використання цифрових технологій дозволяє підвищити ефективність митного контролю, зменшити час оформлення та забезпечити баланс між безпекою та швидкістю логістичних процесів.

УДК 339.543

Цифровізація митного контролю як чинник підвищення ефективності зовнішньоекономічної діяльності України

ст. викл. Третиниченко О.Г., Ярута К.В.

У дослідженні розглянуто сучасні тенденції цифровізації митних процедур в Україні в умовах трансформації системи державного управління та інтеграції до європейського економічного простору. Основна увага приділяється впровадженню електронного декларування, автоматизованих систем управління ризиками та розвитку інформаційної взаємодії між суб'єктами зовнішньоекономічної діяльності і митними органами.

Проаналізовано вплив цифрових інструментів на скорочення часу митного оформлення, зменшення адміністративного навантаження на бізнес та мінімізацію корупційних ризиків. Встановлено, що автоматизація процесів контролю сприяє підвищенню прозорості процедур, оптимізації витрат підприємств та зростанню пропускної спроможності пунктів пропуску через державний кордон.

Результати дослідження підтверджують, що цифровізація митної справи є ключовим напрямом підвищення конкурентоспроможності українських підприємств на світових ринках та зміцнення фіскальної ефективності держави.

УДК 339.543

Аналіз митної інфраструктури в період 2021-2025 років

ст. викл. Третиниченко О.Г., студентка Жирна В.О.

Розглянуто стан митної інфраструктури та її зміни в наслідок повномасштабного вторгнення. Проведено аналіз реєстру митних складів та складів тимчасового зберігання України. Визначено вплив повномасштабного вторгнення на розвиток митної інфраструктури та зміну ланцюгів постачання. Митна інфраструктура демонструє здатність до адаптації та трансформації в умовах воєнного стану, подальший її розвиток має бути спрямований на модернізацію, збалансований регіональний розвиток, цифровізацію та інтеграцію з європейськими стандартами.

***УДК* 656.025**

Сучасний стан та розвиток системи митних експертиз

доц. Козлов А.К., студент Крючко Н.О.

Сучасне співробітництво в галузі гармонізації національного законодавства з вимогами Європейського Союзу в галузі експертної діяльності підштовхує до формування уніфікованого розуміння змісту експертних компетенції, програм підготовки та атестації експертів, а також взаємної акредитації експертних структур. В рамках гармонізації необхідна уніфікація процедур апробації та валідації методик дослідження товарів. Важливим питанням є взаємна валідація методик дослідження в рамках експертиз і їх добровільна сертифікація в органах підтвердження відповідності держав-членів Світової організації торгівлі. Тому, пріоритетним завданням розвитку інституту митної експертизи в Україні є підвищення достовірності висновків експертів і попередження експертних помилок. Основними міжнародними трендами в розвитку інституту експертизи як експертної форми спеціальних знань, є зближення англо-американської та континентальної систем права в питаннях експертизи. У сучасних умовах розвитку міжнародних економічних відносин забезпечення сприятливих умов для вільного переміщення товарів через кордон країни є запорукою її успішного включення до глобальних та європейських економічних процесів. У цьому контексті важливого значення набуває питання побудови ефективної системи митного контролю з метою запобігання порушень національного законодавства та підвищення рівня фінансової стійкості бюджету країни. Актуальність удосконалення митних експертиз в Україні обумовлюється низкою чинників. По-перше, динамічний розвиток господарських відносин міжнародної торгівлі, транзитні можливості України, гостра проблема боротьби зі економічною та транснаціональною злочинністю вимагають постійного удосконалення методичних засад організації розслідування протиправної діяльності. Митним експертизам відведено у всіх цих процесах винятково важливе значення, а отже, правові норми в цій сфері повинні бути спрямовані на те, щоб коригувати організаційно-правові та оперативні заходи відповідно до вимог сьогодення. По-друге, нормативно-правові акти, що визначають порядок організації забезпечення проведення митних експертиз в Україні, вимагають свого удосконалення на основі цілісної системи концептуального розвитку. Практичне значення удосконалення системи митних експертиз в Україні та формування дорожньої карти її реалізації полягає у сприянні законодавчому закріпленню, визначенню та врегулюванню пріоритетного напряму діяльності держави, а саме порядку здійснення митних експертиз та використання їх результатів у процесі організації митного контролю.

***УДК* 656.13**

Тарифна нестабільність та сучасні інструменти управління торгівлею

доц. Козлов А.К., студент Хобта Д.С.

Відправники вантажу нині працюють в одному з найнестабільніших торгових середовищ за останній час. На тлі тарифної кризи, що загострюється, між США, Китаєм і ЄС менеджери ланцюжків поставок стикаються з зростаючими

витратами, порушеними стратегіями поставок і нормативною невизначеністю. У цьому контексті інструменти Глобального управління торгівлею (GTM) стали необхідними для відправників вантажу, які прагнуть залишатися гнучкими, відповідними вимогам і економічно ефективними.

Інструменти, які допомагають компаніям правильно ідентифікувати та посилатися на продукти, які вони переміщують через кордони, були доступні вже деякий час. У міру вдосконалення технологій покращувалися можливості цих інструментів, і в ряді випадків вони тепер є функціями в більш комплексних корпоративних пакетах додатків. Нижче наведено спроби виділити основних гравців на ринку та те, як вони можуть допомогти клієнтам вирішити деякі з цих проблем. Вони не є «швидким рішенням», але у ймовірності того, що невизначена торгова напруга стане невід'ємною частиною світового торговельного ландшафту протягом деякого часу, це може бути корисним. Видимість та точна класифікація.

Одним із найбезпосередніших ризиків у середовищі з високим рівнем тарифів є неправильна класифікація товарів. Платформи GTM, такі як Descartes CustomsInfo та Thomson Reuters ONESOURCE, надають у режимі реального часу оновлення кодів Гармонізованої системи (HS) та тарифних таблиць. Ці інструменти можуть автоматизувати та перевіряти класифікацію продуктів, гарантуючи, що товари правильно класифіковані, щоб уникнути штрафів та знизити вплив мит. Автоматизовані інструменти також можуть перевіряти декларації про країну походження та опис продуктів у різних юрисдикціях. Оптимізація торгових угод.

Враховуючи навантаження на торгівлю між США та Китаєм, багато світових відправників вантажу звертаються до альтернативних постачальників у країнах з преференційними торговими угодами. Такі платформи, як E2open Global Trade (раніше Amber Road) пропонують функціональність для моделювання витрат на доставку в рамках різних торгових угод, допомагаючи фірмам виявляти економічні варіанти поставок. Наприклад, британські фірми можуть оцінити перемикання поставок електроніки з Китаю до В'єтнаму або Мексики, обидві з яких мають вигідніші торгові умови зі США. Митне управління та автоматизація. Митні процедури стають дедалі складнішими і натомість зміни торгової політики. SAP Global Trade Services (GTS) та ONESOURCE забезпечують автоматизацію митних декларацій, митного складування та процесів відстрочення мит. Автоматизація не лише прискорює транскордонні операції, а й знижує людські помилки та ризики відповідності.

***УДК* 656.13**

Контролінг у сучасної діяльності митних органів

доц. Козлов А.К., студент Бодик В.Р.

Концепція контролінгу не містять нових знань про митну справу і лише використовують інструментарій, відомий з інших дисциплін. Тому є сенс говорити про неї не як про систему певних знань, а скоріше як про філософію або про ідеологію управління. На відміну від менеджменту, як науки про управління, контролінг, наприклад, базується на кількісному аналізі та більшою

мірою орієнтований на систему вартісних показників та планово-контрольних розрахунків. Митний контролінг - це комплекс організаційних, методологічних, технічних та інформаційних засобів, а також відповідні технології, системи та інфраструктура автоматизації митної діяльності та системного управління.
У складі основних напрямів контролінгу: - технологізація та автоматизація діяльності митних органів; - моніторинг, логістика та регулювання ЗЕД; - митне адміністрування - підготовка, прийняття та контроль управлінські рішення.
Завдання контролінгу за відповідними напрямками представлені нижче.
Технологізація та автоматизація митної діяльності: формування уніфікованих технологій митної діяльності, системна автоматизація митних технологій, інформаційно-аналітичний моніторинг (моделювання, аналіз, прогнозування) різних аспектів митної діяльності та системне управління якістю митної діяльності. Моніторинг, логістика та регулювання ЗЕД: аналіз еволюції світових товарних та фінансових потоків; моніторинг товаропотоків Росії; прогнозування величини зборів до бюджету, підготовка рекомендацій щодо зміни ставок мит, застосування заходів нетарифного регулювання; адаптація стратегічних завдань митної служби до умов зовнішньоекономічної діяльності, що змінюються, розробка вимог до митної служби та рекомендацій щодо її вдосконалення.
Митне адміністрування - підготовка, прийняття та контроль управлінських рішень: оперативно-ситуаційне моделювання (ЗЕД, митної діяльності, митних технологій), створення організаційно-функціональних та інформаційних моделей митних органів; формування та накопичення знань про різні аспекти митної діяльності та підготовка управлінських рішень, узгодження оперативних планів регіональних митних управлінь, митниць та митних постів із планами розвитку митної служби; координація оперативного планування митної діяльності; ведення системи митної інформації, структурованої з урахуванням рівнів управління єдиною системою митних органів; оперативний контроль митної діяльності, аналіз та прогнозування результатів діяльності, підготовка управлінських рішень та ін.Отже, основними завданнями контролера є аналіз та збирання інформації, розробка пропозицій, забезпечення ефективного обміну інформацією всередині ДМС для прийняття управлінських рішень. Слід зазначити, що сучасна організація діяльності митних органів – це адекватна реакція на швидкі зміни, безперервно змінюються технології та невизначеність середовища. В даний час митна служба знаходиться на етапі загального підйому та вдосконалення.

УДК 656.13

Митний контроль як інструмент боротьби з контрабандою

доц. Козлов А.К., студент Коростень А.О.

Митний контроль в Україні виконує функцію державного нагляду за переміщенням товарів через кордон, запобігаючи незаконному ввезенню продукції. Основними інструментами митного контролю є документальна перевірка, фізичний огляд, аналіз митних ризиків та автоматизовані системи декларування. Контрабанда завдає шкоди економіці та бюджету держави, створює несправедливу конкуренцію для легального бізнесу і порушує

соціально-економічну рівновагу. Основні фактори контрабандних ризиків: висока прибутковість нелегального бізнесу, недосконале законодавство та низька матеріальна забезпеченість населення у прикордонних регіонах. Сучасні підходи до протидії контрабанді включають удосконалення системи управління митними ризиками, цифровізацію митного оформлення та міжнародне співробітництво. Перспективою є підвищення ефективності митного контролю через автоматизацію процесів, спрощення процедур та активне використання аналітичних даних для прогнозування ризиків. Модернізація митної системи допоможе зменшити масштаби контрабанди, підтримати стабільний розвиток економіки України.

УДК 656.073

Дослідження сучасного стану діяльності об'єктів митної та транспортної інфраструктури

доц. Лужанська Н.О., студентка Федорович В.В.

До ключових труднощів функціонування митних і логістичних процесів належать обмежена пропускна спроможність пунктів пропуску, ускладнення здійснення експортно-імпортних операцій, нестача логістичних хабів і складів тимчасового зберігання, а також фізичне пошкодження або знищення митних постів і терміналів. Сукупність зазначених факторів призводить до істотного погіршення ефективності функціонування митної та логістичної інфраструктури, що, у свою чергу, формує нові виклики у сфері міжнародної торгівлі. Високі ризики руйнування транспортної інфраструктури та нестабільність логістичних маршрутів стримують залучення потенційних міжнародних партнерів та інвесторів, унаслідок чого низка європейських та азійських компаній переорієнтувала свою діяльність на більш стабільні ринки. Це зумовлює скорочення кількості потенційних контрагентів і підвищення рівня конкуренції, хоча водночас значна частина міжнародних компаній продовжує працювати на українському ринку, незважаючи на складні умови.

Для підвищення ефективності функціонування логістичних ланцюгів і відновлення повноцінної роботи портової інфраструктури необхідними є значні інвестиційні ресурси, а також реорганізація діяльності портів з метою їх інтеграції у міжнародні логістичні мережі. Важливу роль у цьому процесі відіграє співпраця з міжнародними організаціями, яка сприяє розвитку зовнішньоторговельних зв'язків та залученню додаткових фінансових і технічних ресурсів для відновлення митної та логістичної інфраструктури.

Серед заходів державної підтримки розвитку транспортно-логістичного сектору доцільно виокремити реконструкцію портів і залізничних вузлів, підвищення прозорості управлінських процесів та зниження корупційних ризиків, скорочення термінів митного оформлення, створення нових логістичних хабів, а також забезпечення оперативного відновлення інфраструктурних об'єктів після пошкоджень, кібератак чи руйнувань.

Важливим чинником підвищення ефективності транспортно-логістичних систем є розвиток приватних об'єктів митної та логістичної інфраструктури, які відіграють ключову роль у забезпеченні безперебійного функціонування

транспортних процесів. Українські логістичні підприємства змушені постійно адаптуватися до сучасних умов, що актуалізує доцільність використання міжнародного досвіду. Показовим у цьому контексті є приклад Ізраїлю, який демонструє ефективні підходи до організації транспортної та логістичної діяльності навіть в умовах підвищених безпекових ризиків. Зокрема, до таких підходів належать впровадження систем кібербезпеки та резервного збереження даних, інтеграція портів і терміналів із залізничною мережею з метою зменшення навантаження на автомобільні дороги, створення внутрішніх логістичних центрів, що поєднують морські порти та залізничний транспорт, а також приватизація портових об'єктів.

УДК 339.543:656

Розвиток транспортної інфраструктури України після завершення війни: митний аспект

доц. Свірін Д.О., студент Остаповський А.О.

Повоєнне відновлення транспортної інфраструктури України та її інтеграція до європейського логістичного простору вимагають глибокої модернізації митної справи. Основними напрямками розвитку мають стати розбудова сучасних пунктів пропуску за європейськими стандартами спільного контролю, цифровізація процедур (інтеграція NCTS, розширення системи «є-Черга»), а також створення мережі мультимодальних «сухих портів» у глибині країни для розвантаження прикордоння.

Реалізація цих інноваційних підходів дозволить суттєво пришвидшити товарообіг і забезпечити високу пропускну здатність міжнародних транспортних коридорів. Водночас успішна розбудова інфраструктури неможлива без повної гармонізації вітчизняного митного законодавства з нормами ЄС, що остаточно усуне бар'єри для безперебійного руху товарів і транспортних засобів через митний кордон України.

УДК 656.135.073.42:63

Authorization of transport and technological processes in the system of customs servicing of foreign trade cargo flows

PhD, Prof. Petryk A., Hoik N., Finance Manager UPS Europe, PhD, Prof. Yakaitis I. stud. Naumenko L.

Studies of the efficiency of customs service of material flows require systematization of the development of integration processes, a differentiated approach to the authorization of individual operations. In addition, the specified study conducts mathematical modeling of the functioning of production structures. The creation of mathematical models must necessarily be associated with the need to take into account a large set of random factors that affect the current and final results of the entire customs system. In these conditions, customs service of foreign trade cargo flows must be considered as a single technological process. And the efficiency of the customs system is determined by the results of compliance with the requirements of the legislation on state customs affairs. Also, in such transport and technological processes, regulatory regulation is analyzed during the movement of goods across the

customs border of Ukraine and after the completion of customs control and customs clearance operations. The numerical values of the efficiency indicators of customs service are determined under the condition of using authorized economic operators. And the structure of integrated systems must satisfy the requirements of customers of customs and transport services at different levels of economic relations.

Transport and logistics services for foreign trade cargoes should take into account the need to monitor compliance with the requirements of the legislation on state customs affairs throughout the territory of Ukraine. The specified processes are also considered for free customs zones, checkpoints across the state border, border strips and controlled border areas. In these conditions, in order to improve the results of production activities and increase the competitiveness of integrated economic structures, service entities are required to improve the permit system in customs affairs and apply special transit simplification. And comprehensive studies of customs support of service processes in such entities serve as the basis for developing technological and structural principles for assessing the compliance of the enterprise with the criteria of an authorized economic operator.

The results of the conducted studies substantiate the need to apply a differentiated approach to ensuring compliance by enterprises and citizens with the procedure established by law for the movement of goods and vehicles across the customs border of Ukraine. And the implementation of authorized economic operators guaranteed by law ensures control over the use of customs infrastructure and the intended use of goods placed under the appropriate customs regime. The paper substantiates the methodology for creating and detailed development of mathematical models subject to granting permission to use special transit simplification. An indicator of the efficiency of the customs infrastructure is proposed to ensure the established level of reliability of cargo flow service.

УДК 656.135.073.42:63

Features of risk management for optimal use of logistics resources of customs systems

PhD, Prof. Petryk A., Chekhivska Yu., IT Project Lead Logistics and Global Trade Services Daikin Europe NV, mast. Litus T., stud. Velykoroda Ya.

The development of trade relations between individual economic entities of different countries indicates the need and expediency of accelerating integration processes based on economic benefit. Under the influence of globalization processes and economic challenges, the foreign economic and customs policy of the state is in constant conditions of transformation and the need to optimize the mechanisms of customs risk administration. In the system of state regulation of foreign economic activity, the relevance of scientific research on the issues of finding ways to improve customs administration at all its stages is due to the influence of interstate integration processes. The uncertainty of target benchmarks for the formation of a modern flexible risk management system significantly complicates the process of reforming customs and its main elements. In addition, the structure of transport systems has recently been significantly changing due to the globalization of supply chains. Important factors are also a significant increase in energy costs and increased

requirements for production systems regarding environmental indicators. That is why increasing the efficiency of customs risk management requires the use of new technologies for the transport service of foreign trade cargo flows.
A relatively new and modern direction in the theory and practice of customs resource management is risk management. The specified method reflects an indisputable and cyclical process for analyzing, assessing and identifying risks and justifying the necessary measures based on improving customs control of goods and vehicles. The application of criteria for optimizing customs and logistics costs when creating a consolidated batch of foreign trade cargo involves conducting mathematical modeling of service processes with a random nature of technical and operational indicators. Under such conditions, the theoretical basis for the use of risk management is a detailed justification of the numerical values of random factors in customs and transport systems.
The conducted studies indicate that improving the process of administering customs risks is the basis for implementing effective risk management in the customs industry. Substantiation and implementation of practical measures for the use of risk management in customs affairs and foreign economic activity corresponds to the main provisions of the Association Agreement between Ukraine and the European Union. And a significant number of transport technologies and applications contribute to the implementation of international standards in the field of simplification and harmonization of customs procedures. In addition, it becomes advisable to integrate transport processes with virtual technologies, known as intelligent transport systems. The work provides up-to-date information on current trends in the development of intelligent transport systems and the prospects for their use in everyday practice.

УДК 656.07:339.543

Оптимізація роботи об'єктів митної інфраструктури

ст. викл. Головатюк М.В., студенти Карпець Ю.С., Сапова О.Д.

У сучасних умовах розвитку міжнародної торгівлі та інтеграції України до європейського економічного простору особливої актуальності набуває питання підвищення ефективності функціонування об'єктів митної інфраструктури. До таких об'єктів належать пункти пропуску через державний кордон, митні термінали, логістичні центри, склади тимчасового зберігання та митні склади. Ефективна робота цих елементів є важливою умовою забезпечення безперервності міжнародних транспортних потоків та зниження логістичних витрат. Зростання обсягів міжнародних перевезень та ускладнення логістичних ланцюгів поставок призводять до підвищення навантаження на митну інфраструктуру. Водночас недостатній рівень цифровізації, нерівномірність пропускної спроможності пунктів пропуску та обмеженість інфраструктурних ресурсів часто спричиняють затримки під час митного оформлення вантажів. У таких умовах важливим напрямом удосконалення митної системи є оптимізація роботи об'єктів митної інфраструктури на основі сучасних інформаційних технологій та ризик-орієнтованого підходу. Одним із ключових напрямів підвищення ефективності митної інфраструктури є впровадження цифрових

систем управління митними процесами. Використання таких систем, як NCTS (New Computerised Transit System)**,** АСАУР (Автоматизована система аналізу та управління ризиками) та електронного «єдиного вікна», дозволяє значно скоротити час митного оформлення та підвищити прозорість митних процедур. Цифровізація митних процесів також сприяє підвищенню рівня координації між митними органами, перевізниками та логістичними операторами. Важливим інструментом оптимізації роботи митної інфраструктури є використання ризик-орієнтованих методів контролю. Аналіз ризиків дозволяє зосередити ресурси митних органів на перевірці операцій із підвищеним рівнем ризику, що сприяє зменшенню кількості фізичних оглядів та скороченню часу проходження митних процедур. У цьому контексті важливим є застосування аналітичних моделей оцінювання ризиків, які враховують транспортні, логістичні, документарні та інформаційні фактори. Окрему роль у процесі оптимізації роботи об'єктів митної інфраструктури відіграє розвиток транспортно-логістичних хабів та мультимодальних логістичних центрів. Такі центри забезпечують концентрацію транспортних потоків, підвищують ефективність використання інфраструктури та сприяють інтеграції різних видів транспорту. Крім того, створення сучасних митно-логістичних комплексів дозволяє підвищити швидкість обробки вантажів та зменшити адміністративні бар’єри у міжнародній торгівлі. Отже, оптимізація роботи об'єктів митної інфраструктури має здійснюватися на основі комплексного підходу, який поєднує розвиток інфраструктури, цифровізацію митних процедур та впровадження сучасних методів управління ризиками. Реалізація зазначених заходів сприятиме підвищенню ефективності функціонування митної системи, скороченню часу митного оформлення вантажів та зростанню конкурентоспроможності транспортно-логістичного сектору України.

СЕКЦІЯ 6
УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ І БЕЗПЕКОЮ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Підсекція транспортних систем та безпеки дорожнього руху

УДК 656.02

Стратегічні пріоритети модернізації транспортної системи України в умовах післявоєнного відновлення

проф. Гульчак О.Д., аспірант Точигин М.О.

Транспортна система України в умовах повномасштабної війни зазнала значних структурних та функціональних втрат, що зумовлює необхідність її не лише фізичного відновлення, а й глибокої модернізації на засадах системності, технологічності та логістичної інтеграції. Метою дослідження є визначення стратегічних пріоритетів реконструкції транспортної інфраструктури з урахуванням сучасних технологічних рішень, логістичних підходів та механізмів системного управління.

Обґрунтовано, що відновлення транспортної системи повинно базуватися на трьох взаємопов'язаних напрямах: інфраструктурному, технологічному та управлінському.

Інфраструктурний напрям передбачає реконструкцію автомобільних доріг, модернізацію залізничних магістралей, розвиток мультимодальних транспортних вузлів та інтеграцію з європейською транспортною мережею. Технологічний напрям включає впровадження інтелектуальних транспортних систем, цифрових платформ управління потоками, автоматизованого моніторингу стану інфраструктури та використання великих даних для прогнозування транспортного попиту. Управлінський напрям передбачає формування єдиної транспортної політики на основі інтегрованого планування різних видів транспорту.

Доведено, що логістичний підхід є ключовим інструментом підвищення ефективності транспортної системи. Аналіз структури вантажопотоків, оптимізація маршрутів, розвиток складської та термінальної інфраструктури дозволяють зменшити часові та фінансові витрати суб'єктів господарювання.

Визначено, що модернізація транспортної системи має суттєвий мультиплікативний ефект для економіки. Зниження логістичних витрат, скорочення часу перевезень, підвищення безпеки дорожнього руху та екологічності транспорту сприяють зростанню конкурентоспроможності національної економіки та покращенню якості життя населення. Окрему увагу приділено інвестиційним механізмам відновлення. Обґрунтовано доцільність поєднання державного фінансування, міжнародної технічної допомоги та механізмів державно-приватного партнерства. Стимулювання інноваційних рішень і підтримка малого та середнього бізнесу у сфері транспортних технологій формують передумови для довгострокового сталого розвитку галузі.

У висновках зазначено, що післявоєнна реконструкція транспортної системи України має здійснюватися на засадах комплексності та стратегічного планування. Відновлення інфраструктури повинно супроводжуватися цифровою трансформацією, інтеграцією логістичних процесів та впровадженням сучасних моделей управління. Лише поєднання інфраструктурного оновлення з технологічними та інституційними змінами дозволить сформувати конкурентоспроможну, безпечну та стійку транспортну систему європейського рівня.

УДК 656.078

Удосконалення управління ресурсним забезпеченням транспортно-експедиторських підприємств у міжнародних перевезеннях

проф. Гульчак О.Д., аспірант Шевченко Р.Г.

Аналіз структури зовнішньої торгівлі України свідчить про значну роль автомобільного транспорту у забезпеченні міжнародних перевезень, особливо в умовах обмеженого функціонування морських портів та переорієнтації експортно-імпортних потоків на західний напрям. Частка автомобільних перевезень у структурі імпорту є суттєвою, що підсилює значення транспортно-експедиторських підприємств як координаторів логістичних процесів.

Встановлено, що ефективність діяльності транспортно-експедиторського підприємства визначається сукупністю факторів: рівнем організації перевезень «від дверей до дверей», стабільністю та надійністю постачання, гнучкістю маршрутних схем, фінансовою стійкістю, наявністю власного рухомого складу та можливістю моніторингу вантажів на всіх етапах транспортування. Важливим аспектом є кадрове забезпечення, оскільки людський чинник залишається одним із найбільш вагомих ризиків у діяльності підприємств.

Обґрунтовано, що підвищення ефективності роботи транспортно-експедиторських підприємств (ТЕП) доцільно здійснювати шляхом комплексної оптимізації кадрового та матеріально-технічного забезпечення. Запропоновано підхід, який передбачає визначення оптимальної чисельності персоналу залежно від обсягів замовлень та структури вантажопотоків, а також раціоналізацію використання власного і залученого рухомого складу.

Систематизовано логіко-інформаційну модель прийняття управлінських рішень у сфері міжнародних автомобільних перевезень, що враховує взаємодію фінансових, інформаційних та матеріальних потоків між учасниками логістичного ланцюга (продавцем, покупцем, банківською системою, митними органами, експедитором і перевізником). Такий підхід дозволяє ідентифікувати «вузькі місця» у процесі організації перевезень та мінімізувати часові втрати.

Доведено доцільність використання імітаційного моделювання діяльності транспортно-експедиторського підприємства як інструменту прогнозування навантаження на персонал, оцінки тривалості обслуговування замовників та визначення оптимальної структури ресурсного забезпечення. Модель дозволяє врахувати змінний попит, ризики затримок, вплив митних процедур та техніко-експлуатаційні характеристики рухомого складу.

Запропоновано підхід до оцінки конкурентоспроможності ТЕП на основі інтегрального показника, що поєднує фінансову стійкість, рентабельність послуг, рівень якості обслуговування, платоспроможність та позицію підприємства на ринку.

У результаті дослідження встановлено, що комплексне удосконалення кадрового та матеріально-технічного забезпечення транспортно-експедиторських підприємств забезпечує: скорочення тривалості виконання міжнародних перевезень; зменшення витрат на організацію перевезень; підвищення якості обслуговування клієнтів; зміцнення конкурентних позицій на національному та міжнародному ринках.

УДК 656.13:004.94

Удосконалення організації дорожнього руху на основі імітаційного транспортного моделювання

проф. Гульчак О.Д., ст. викл. Корчевська А.А., студент Бойко Д.В.

Забезпечення безпеки дорожнього руху біля закладів освіти є важливим завданням сучасної міської мобільності. Висока інтенсивність приватного транспорту у години пік, хаотичне паркування, недостатня організація пішохідного простору та конфліктні точки взаємодії різних учасників руху створюють підвищені ризики для дітей.

Метою роботи є підвищення рівня безпеки школярів та інших учасників дорожнього руху шляхом аналізу й оптимізації схем руху транспорту та пішоходів на території, прилеглій до закладу освіти, із застосуванням мікромоделювання транспортних потоків.

Об’єктом дослідження виступила транспортна мережа навколо ліцею, що включає прилеглі вулиці, перехрестя, зупинки громадського транспорту, місця паркування та пішохідні маршрути. Методологічною основою дослідження стало мікромоделювання транспортних потоків із використанням спеціалізованого програмного забезпечення. Окрему увагу приділено аналізу поведінки водіїв під час висадки та посадки дітей. Проведено калібрування та валідацію моделі для забезпечення відповідності результатів моделювання реальній ситуації.

На основі результатів аналізу розроблено альтернативні сценарії організації дорожнього руху, зокрема: впровадження елементів «шкільної вулиці», обмеження швидкості руху, оптимізацію режимів світлофорного регулювання, перенесення та облаштування пішохідних переходів, організацію спеціалізованих зон короткочасної зупинки для висадки дітей. Для кожного сценарію проведено серію симуляцій з оцінкою показників безпеки, середніх затримок, довжини черг та рівня завантаження вулично-дорожньої мережі.

Результати моделювання показали, що комплексне впровадження запропонованих заходів дозволяє зменшити кількість потенційних конфліктних ситуацій, скоротити середній час переходу дороги дітьми та стабілізувати транспортні потоки в години пік. Найбільший позитивний ефект досягається при поєднанні інфраструктурних змін із регуляторними обмеженнями швидкості.

Практичне значення роботи полягає у можливості використання розробленої цифрової моделі як інструменту підтримки прийняття управлінських рішень органами місцевого самоврядування. Модель дозволяє прогнозувати наслідки запропонованих змін до їх фактичного впровадження, що зменшує ризики неефективних інвестиційних рішень.

У висновках зазначено, що мікромоделювання транспортних потоків є ефективним інструментом підвищення безпеки дорожнього руху біля закладів освіти. Поєднання аналітичного підходу, цифрових технологій та принципів сталої мобільності дозволяє формувати обґрунтовані управлінські рішення, спрямовані на захист дітей та створення безпечного міського середовища.

УДК 656.073:658.7

Удосконалення організації вантажних перевезень на основі моделювання транспортних процесів

проф. Гульчак О.Д., студент Горобінський А.В.

В умовах зростання обсягів вантажних перевезень та ускладнення логістичних зв’язків підвищення ефективності функціонування транспортних систем набуває особливої актуальності. Раціональна організація вантажних потоків є визначальним чинником забезпечення безперервності постачання, мінімізації транспортних витрат та підвищення конкурентоспроможності підприємств. Одним із сучасних інструментів обґрунтування управлінських рішень у сфері вантажних перевезень є моделювання транспортних процесів.

У роботі здійснено дослідження існуючої системи організації вантажних перевезень, визначено основні характеристики вантажопотоків, їх інтенсивність, нерівномірність та напрямки руху. Проведено аналіз використання транспортних засобів, тривалості рейсів, простоїв під навантаженням і розвантаженням, а також впливу організаційних факторів на загальну ефективність перевізного процесу.

На основі зібраних даних сформовано модель транспортного обслуговування, яка відображає взаємозв’язки між обсягами перевезень, кількістю транспортних засобів, маршрутами руху та часовими параметрами виконання рейсів. Модель дозволяє оцінити рівень завантаження рухомого складу, коефіцієнт використання пробігу, тривалість транспортного циклу та продуктивність роботи автомобілів.

Результати аналізу показали, що існуюча організація перевезень характеризується наявністю непродуктивних простоїв, нераціональним розподілом транспортних засобів за маршрутами та недостатнім рівнем використання вантажопідйомності. Це призводить до зростання експлуатаційних витрат і збільшення собівартості перевезень.

З метою підвищення ефективності запропоновано удосконалення маршрутної мережі, оптимізацію графіків роботи транспортних засобів, раціоналізацію процесів навантаження та розвантаження, а також більш рівномірний розподіл транспортних ресурсів відповідно до обсягів вантажопотоків. Запропоновані заходи були перевірені шляхом моделювання альтернативних варіантів організації перевезень.

Порівняльна оцінка результатів моделювання засвідчила можливість скорочення тривалості транспортного циклу, підвищення коефіцієнта використання пробігу та зменшення частки непродуктивного часу роботи рухомого складу. У результаті досягається зниження витрат на виконання перевезень та підвищення загальної ефективності функціонування транспортної системи.

Практичне значення дослідження полягає у можливості використання розробленої моделі для планування та оперативного управління вантажними перевезеннями. Запропонований підхід дозволяє обґрунтовувати управлінські рішення на основі кількісної оцінки їх впливу на техніко-експлуатаційні та економічні показники роботи транспорту.

УДК 656.13

Аналіз методик підвищення ефективності управління процесом перевезень на міських автобусних маршрутах

аспірант Білоног О.В.

В сучасних умовах постійно зростаючої урбанізації та підвищення вимог до міського середовища, забезпечення сталого функціонування громадського транспорту є пріоритетним завданням. Існуючі методи планування, що базувалися на епізодичних натурних обстеженнях, не забезпечують необхідну точність та релевантність. Дані автоматизованих систем оплати проїзду та телеметрії, зокрема ті, що генеруються валідаторами на автобусних маршрутах КП «Київпастранс», створюють безперервний і об'єктивний масив інформації про реальний транспортний попит.

Підвищення ефективності управління перевезеннями за допомогою даних автоматизованих систем оплати проїзду має базуватися на трьох основних напрямках аналітики, а саме:

- методика відновлення матриць кореспонденцій. Оскільки валідатори фіксують лише оплату проїзду під час посадки, головною проблемою стає визначення зупинки та висадки пасажирів. Для розв'язання цієї проблеми необхідно застосовувати алгоритми формування ланцюгів поїздок, які математично вираховуватимуть пункти призначення на основі типової щоденної поведінки пасажирів та можливих пішохідних переходів під час пересадок;
- методика прогнозування пасажирського навантаження на маршрутній мережі. Для оперативного диспетчерського контролю необхідно використовувати моделі експоненційного згладжування. Це дозволить завчасно передбачати рівень заповненості автобусів на найбільш перевантажених зупинках, за допомогою аналізу даних поточного пасажирообміну з попередніх ділянок маршруту;
- методика топологічного аналізу маршрутної мережі. За допомогою використання алгоритмів макро-агрегації та інструментів теорії графів можна ефективно групувати сусідні зупинки у великі зони. Це дасть змогу виявляти структурні перешкоди та проблемні транспортні вузли, які систематично спричиняють затримки руху транспорту.

Ураховуючи високу щільність пасажиропотоків у Києві, часті пересадки та фіксацію оплати лише на вході, використовувати якийсь один метод аналітики недостатньо. Визначено, що найбільш оптимальним є впровадження комплексного гібридного підходу.

Цей інноваційний комплекс має органічно поєднувати базові алгоритми для ідентифікації взаємопов'язаних поїздок, аналіз історії платежів для розпізнавання поодиноких поїздок та інструменти завчасного прогнозування рівня завантаженості салонів.

Така методика роботи з даними валідаторів дозволить транспортним компаніям діяти на випередження, а не лише реагувати на вже існуючі проблеми на маршруті. Це створить умови для скасування збиткових рейсів, правильного розподілу великих автобусів саме там, де вони потрібні, дотримання чіткого розкладу руху та загального підвищення якості обслуговування пасажирів.

УДК 656.13.022

Підвищення ефективності організації перевезень великогабаритних великовагових вантажів

проф. Лановий О.Т., доц. Кошарний О.М., студенти Фідаров Д.К., Прищепа Д.О., Харченко Є.О.

Огляд досліджень по транспортуванню великогабаритних великовагових вантажів свідчить про те, що вони вимагають особливого вивчення. Особливістю великогабаритних великовагових вантажів є те, що вони хоч би по одному якому-небудь параметру не відповідають вимогам перевезень на окремих видах транспорту.

У той же час маса, габарити і форма об'єктів, що перевозяться диктуються економічною і екологічною ефективністю промислового або будівельного комплексу, що будується, тісно пов’язаної з технологією зборки, часом доставки на майданчик і пуском виробництва.

Перевезення великовагових великогабаритних вантажів відносяться до специфічних небезпечних транспортних процесів пов'язаними з інтересами багатьох галузей, що безпосередньо не стосуються замовників перевезень і виконавців.

Транспортним варіантом системного підходу до вирішення наукових задач є логістика. Її суть стосовно до перевезень полягає в мистецтві отримувати найбільшу транспортну ефективність з мінімальним економічним і екологічним ризиком мати збитки.

Це мистецтво засновується на широкому використанні багатофакторних математичних моделей елементів системи транспортного процесу.

Перевезення здійснюються по заявках підприємств, в яких вказуються параметри вантажу, його дислокація, креслення, специфічні особливості і терміни.

Організацію і координацію перевезення здійснюють спеціальні транспортно-експедиторські організації, які спеціалізуються на перевезеннях таких вантажів.

Після попередньої обробки і вивчення заявки іде розробка проекту перевезення і попередня оцінка вартості.

У зв’язку з цим, рекомендується методика вирішення питань проектування

перевезень великогабаритних великовагових вантажів, яка включає в себе класифікацію та пакет програм розрахунків параметрів руху та оціночних показників.
Розроблена методика та пакет програм дає можливість в короткий термін науково обгрунтовано підбирати елементи системи транспортування великогабаритного великовагового вантажу та прогнозувати основні техніко-економічні показники перевізного процесу.

УДК 656.11:625.7

Методи оцінки умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків автомобільними дорогами

проф. Лановий О.Т., доц. Кошарний О.М., студенти Фідаров Д.К., Прищепа Д.О., Харченко Є.О.

Оцінка умов безперервного, безпечного та зручного руху автомобільними дорогами України має ґрунтуватися на загальних закономірностях розвитку суспільства та економіки країни, з урахуванням фінансової та податкової політики держави, специфіки дорожнього господарства, швидкості, щільності та інтенсивності дорожнього руху – складових продуктивності дороги, вартості та термінів будівництва і витрат на утримання та ремонти автомобільних доріг, попиту на рух дорогами, інших соціально-економічних показників, у тому числі – матеріальних збитків від ДТП, а також тяжкості їх наслідків.
Розроблені методи оцінки встановлюють пріоритетність планування і виконання дорожніх робіт, спрямованих на забезпечення транспортної доступності територій України, а також підвищення безпеки та зручності руху шляхом позачергового, першочергового й чергового удосконалення дорожніх умов на тих ділянках мережі доріг, що не відповідають вимогам з боку транспортних потоків, а також надавати подальшого розвитку мережі доріг через удосконалення їхнього транспортно-експлуатаційного стану для задоволення попиту користувачів на рух ними.
Умови руху характеризуються інтегральними динамічними параметрами дорожніх умов, транспортних потоків, погодно-кліматичних умов і станом аварійності, а також ресурсним забезпеченням їхнього функціонування із застосуванням суспільно-економічної оцінки роботи дороги як підприємства.
Удосконалення умов руху відповідає меті функціонування мережі доріг – забезпечення рівномірної та безперервної наземної транспортної доступності, а також переміщення людей та транспортування товарів з належною надійністю.
Покращення дорожніх умов на небезпечних ділянках доріг (першочергові заходи) призведе не тільки до зменшення ДТП, але поліпшить умови зручності руху транспортних потоків, що є вигідним для економіки країни та її суспільства.
Ефективність має досягатися завдяки забезпеченню транспортної доступності, зменшенню аварійності та, відповідно, втрат від ДТП, а також підвищенню рівня зручності руху.
Визначення рівнів безпеки руху та зручності руху автомобільними дорогами зумовлене необхідністю: скорочення втрат та упущеної вигоди від високої

аварійності та незадовільного транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг; збільшення ВВП і національного доходу від розвитку мережі автомобільних доріг та зниження рівня аварійності, а також скорочення кількості ДТП і негативного впливу на навколишнє середовище за рахунок поліпшення дорожніх умов.

УДК 656.02:711.7

Особливості формування вуличної інфраструктури громадського транспорту в системах сталої міської мобільності

проф. Янішевський С.В.

В процесі впровадження концепції сталого розвитку сучасних міст особливої актуальності набуває розвиток сталих видів мобільності. Громадський транспорт (ГТ), враховуючи його значну провізну здатність, найчастіше виступає основною альтернативою використання в містах індивідуальних транспортних засобів (ТЗ), яке викликає перевантаження вулично-дорожньої мережі (ВДМ).

ГТ, доповнюючи пішохідний і велосипедний рух, забезпечує масову мобільність жителів міста (пасажирів) без масового використання чи володіння індивідуальними ТЗ. Разом з тим, для заохочення населення до використання ГТ необхідно створити особливі (пріоритетні) умови для його руху. Спеціальна інфраструктура для обслуговування ГТ на рівні вулиці підвищує загальну ефективність і пропускну здатність ВДМ, зменшуючи затримки, спричинені рухом загального потоку ТЗ. Крім того, вона також може бути рентабельною, особливо в порівнянні з позавуличними (надземними або підземними) варіантами розташування ліній ГТ.

Першочерговим завданням формування сучасної інфраструктури ГТ в межах вуличного простору є надання універсального доступу різним категоріям населення. Така інфраструктура може займати частину вуличного простору (виділені чи відокремлені смуги, спільні смуги для руху ГТ та велосипедистів, контр-смуги односторонніх вулиць) чи формувати спільний об’єкт для різних видів мобільності (спільні вулиці ГТ). Згідно з рекомендаціями фахівців Global Designing Cities Initiative (GDCI) та National Association of City Transportation Officials (NACTO), рішення щодо запровадження типу інфраструктури ГТ має враховувати особливості вулиці та прилеглої території, а також очікуваний пасажиропотік ГТ. Виділені смуги ГТ оптимальні для основних коридорів (ділянок ВДМ) із середньою та значною кількістю пасажирів і гнучкими маршрутами; відокремлені смуги ГТ – для безперервних коридорів зі значною кількістю пасажирів; спільні вулиці ГТ – для міських просторів з великим обсягом пішохідного руху.

З метою підвищення ефективності, зрозумілості та комфорту користувачів (пасажирів) покращену вуличну інфраструктуру конче необхідно доповнити сучасними ТЗ ГТ, а також додатковими елементами облаштування. До останніх належать станції та зупинки ГТ, павільйони, традиційні та онлайн-засоби орієнтування та інформування (про маршрути, розклади руху ГТ, про прибуття ТЗ в реальному часі, тощо), автомати продажу квитків, засоби управління для

забезпечення пріоритетного руху ГТ на маршруті (детектори та світлофори), велопарковки біля зупинок (як елемент велошерінгу для вирішення проблеми «останньої милі») та стійки для велосипедів на ТЗ ГТ, доступні зони посадки та сидіння для представників маломобільних груп населення, урни для сміття.

УДК 656.13.08

Інтегральний індекс оперативної безпеки при реалізації ризик-орієнтованого управління дорожнім рухом

проф. Янішевський С.В., аспірант Климчук Ю.О.

Функціонування міських транспортних систем характеризується значною динамікою змін параметрів руху транспортних потоків (ТП). Як наслідок, для забезпечення можливості ефективного управління дорожнім рухом (УДР) необхідний перехід від традиційних методик оцінки безпеки руху (БР) на основі постфактум аналізу дорожньо-транспортних пригод (ДТП) до застосування превентивних моделей оперативної оцінки рівня БР. Останні, в свою чергу, мають базуватися на результатах моніторингу та аналізу даних щодо характеристик руху ТП, які у реальному часі збираються та застосовуються для управління в інтелектуальних транспортних системах (ІТС).

Оперативна оцінка рівня БР як елемент технології ризик-орієнтованого УДР передбачає використання т.з. проксі-індикаторів ризику, які дозволяють виявляти небезпечні тенденції руху ТП на окремих ділянках вулично-дорожньої мережі ВДМ ще до виникнення реальних аварійних ситуацій на відповідних елементах управління. Такими індикаторами, наприклад, можуть бути:

- коефіцієнт варіації швидкості ТП на ділянці управління;
- частота різких гальмувань окремих транспортних засобів (ТЗ);
- показник щільності потоку та її зміни порівняно з суміжними ділянками;
- кількість конфліктних ситуацій при проїзді транспортних вузлів (розв'язок на одному та різних рівнях), пішохідних переходів, зупинок громадського транспорту, тощо;
- індекс нестабільності траєкторій руху окремих ТЗ на ділянці управління.

Технології ІТС дають змогу отримувати достовірні значення вказаних показників за рахунок інтеграції результатів відеоаналітики, детектування, телематичних даних та алгоритмів машинного навчання. Обробка масивів даних здійснюється за допомогою прогнозних моделей, що дозволяють формувати певний інтегральний індекс оперативної безпеки ділянки ВДМ (елементу управління ІТС), що враховує вагові коефіцієнти окремих індикаторів ризику.

Очікується, що запропонований підхід дасть змогу не лише ідентифікувати потенційно аварійні стани ТП, а і визначати часові (просторові) закономірності існування періодів (ділянок) підвищеного ризику, на основі яких формувати превентивні управлінські рішення (наприклад, попереджувальні інформаційні повідомлення водіям ТЗ, оперативні тимчасові (локальні) обмеження швидкості, адаптивні режими світлофорного управління, тощо).

Подальші дослідження доцільно спрямувати на вдосконалення методик розрахунку та застосування окремих індикаторів ризику для оперативної інтегральної оцінки БР в умовах впровадження ризик-орієнтованого УДР при реалізації технологій ІТС в містах України.

УДК 656.1

Трансформація підготовки фахівців транспортної галузі в умовах європейської інтеграції: компетентнісний підхід, цифровізація та принципи сталого розвитку

проф. Куницька О.М., проф. Гульчак О.Д., доц. Попов С.Ю.

Трансформація вищої технічної освіти в Україні відбувається в умовах європейської інтеграції та переходу до сталої й цифрової економіки. Надання державі статусу кандидата на вступ до ЄС у 2022 році стало каталізатором структурних реформ, зокрема гармонізації освітнього законодавства із нормами ЄС, узгодження кваліфікацій із Європейською рамкою кваліфікацій та модернізації транспортних освітніх програм.

Мета дослідження – проаналізувати трансформацію підготовки фахівців транспортної галузі в Україні в умовах європейської інтеграції та обґрунтувати ключові напрями модернізації бакалаврських програм на засадах сталого розвитку, цифровізації та компетентнісного підходу.

Транспортний сектор є стратегічним для відновлення інфраструктури та інтеграції до європейського транспортного простору. Зростання зайнятості до 2035 року зумовлює потребу не лише в оновленні кадрів, а й у розвитку їхніх цифрових, екологічних і стратегічних компетентностей. Ключовими викликами залишаються дефіцит цифрових навичок та недостатня підготовка з оцінки впливу транспорту на довкілля.

Модернізація технічної освіти повинна базуватися на компетентнісному та практико-орієнтованому підходах із впровадженням цифрової логістики, інтелектуальних транспортних систем і дуальної освіти. Прикладом системної трансформації є проєкт ISDEGO, що реалізується в межах програми Erasmus+ та спрямований на оновлення бакалаврських програм через інтеграцію принципів сталого розвитку, цифровізації та співпраці з ринком праці.

Комплексне оновлення освітніх програм сприятиме підготовці фахівців, здатних забезпечити зелену та цифрову трансформацію транспортної системи в умовах європейської інтеграції.

УДК 656.1

Способи обмеження руху транспорту в центрі Європейських міст для зменшення їх автомобілецентричності

проф. Куницька О.М., аспірантка Чех Д.О.

Активна автомобілізація міст упродовж останніх десятиліть суттєво вплинула на формування їхньої просторової та транспортної структури. Пріоритет приватного автотранспорту під час планування вулично-дорожньої мережі призвів до перевантаження магістралей, регулярних заторів, дефіциту паркувального простору та погіршення екологічної ситуації. У сучасних умовах

стає очевидним, що подальше розширення дорожньої інфраструктури не вирішує проблему, а лише стимулює зростання інтенсивності руху. Це актуалізує необхідність переходу до політики обмеження використання індивідуального транспорту в центральних частинах міст.
Метою дослідження є узагальнення міжнародного досвіду впровадження транспортних обмежень та визначення їх впливу на показники функціонування міських транспортних систем.
У низці європейських міст реалізовано комплексні заходи, спрямовані на зниження транзитного руху та перерозподіл міського простору на користь пішоходів і велосипедистів. Зокрема, у Барселоні впроваджено концепцію «суперкварталів», що передбачає обмеження наскрізного руху всередині житлових кварталів. У Мадриді реалізовано програму Madrid Central, яка передбачає обмеження доступу транспортних засобів до центральної зони з урахуванням екологічного класу автомобіля. Економічний механізм регулювання руху успішно використовується у Стокгольмі, де запроваджено плату за в'їзд до центральної частини міста. Аналіз наведених прикладів свідчить, що поєднання адміністративних та економічних інструментів регулювання руху забезпечує відчутний ефект у вигляді зменшення заторів, покращення екологічних показників та підвищення рівня безпеки.
Отже, обмеження руху транспорту можна розглядати як ефективний інструмент поступового переходу від автомобілецентричної моделі розвитку міста до концепції сталої мобільності. Практика зарубіжних міст демонструє, що за умови належного планування такі заходи сприяють підвищенню якості міського середовища та збалансованому розвитку транспортної системи.

УДК 656.1

Снергія Blockchain та IoT у логістиці: перспективи для України

проф. Куницька О.М., аспірант Черненко І.О.

Інтеграція цифрових технологій у логістику сприяє формуванню більш гнучких, прозорих та ефективних ланцюгів постачання. Особливої уваги заслуговує поєднання технологій Blockchain та Інтернету речей (IoT), що відкриває нові можливості для автоматизації процесів, реального моніторингу вантажів і забезпечення довіри між учасниками.
Метою є дослідження потенціалу інтеграції Blockchain і IoT у логістичні ланцюги постачання України для забезпечення прозорості, достовірності даних і підвищення адаптивності до зовнішніх викликів.
IoT-технології дозволяють у режимі реального часу отримувати інформацію про місцезнаходження, стан, температуру та інші параметри вантажів. Проте обробка цих даних без гарантії їх цілісності обмежує ефективність використання. Blockchain вирішує цю проблему шляхом забезпечення незмінності та децентралізованої фіксації даних, отриманих із сенсорів.
Модель синергії Blockchain + IoT була протестована на симульованому прикладі доставки товарів, чутливих до температурного режиму. Усі критичні дані (температура, GPS-координати, час доставки) зберігалися у Blockchain-

системі, що дало змогу повністю виключити можливість фальсифікацій чи втрати інформації.
Результати дослідження засвідчили, що інтеграція Blockchain та IoT дозволяє підвищити прозорість логістичного ланцюга, зменшити час реагування на інциденти, скоротити витрати на аудит і покращити обслуговування клієнтів. Для впровадження цієї моделі в Україні потрібні: розвиток цифрової інфраструктури; стандартизація протоколів IoT-пристроїв; державна підтримка пілотних проектів у сфері «розумної логістики».

УДК 656.13

Трансформація системи міських вантажних перевезень в умовах європейської інтеграції: цифровізація, екологізація та інноваційні логістичні рішення

проф. Куницька О.М., студенти Фельдман В.Г., Нога С.Р., Сторожук С.Ю.

Міські вантажні перевезення є невід'ємною складовою функціонування сучасних міст та розвитку економіки. В умовах європейської інтеграції Україна поступово адаптує транспортну політику до вимог ЄС, зокрема щодо зниження викидів CO_2, розвитку сталої мобільності та впровадження інтелектуальних транспортних систем. Урбанізація, зростання електронної комерції та підвищення вимог до швидкості доставки створюють додаткове навантаження на міську інфраструктуру та актуалізують необхідність модернізації системи міських вантажних перевезень.
Метою дослідження є проаналізувати сучасні тенденції розвитку міських вантажних перевезень в Україні та обґрунтувати напрями їх трансформації відповідно до принципів сталого розвитку, цифровізації та європейських стандартів транспортної політики.
Міська логістика стикається з низкою викликів: перевантаженість дорожньої мережі, нераціональність маршрутів, неефективне використання складських площ. Європейська практика передбачає впровадження концепції сталої міської мобільності (SUMP), розвиток мікрологістичних центрів, використання електричного транспорту та велосипедної доставки, оптимізацію маршрутів за допомогою цифрових платформ і систем управління трафіком.
Для України актуальними напрямами трансформації являється впровадження систем управління міськими вантажними потоками на основі IT-рішень, розвиток електротранспорту та альтернативних видів доставки, створення міських логістичних хабів на околицях міст, інтеграція принципів екологічної відповідальності в діяльність перевізників, гармонізація нормативно-правової бази з європейськими вимогами. Особливу роль відіграє цифровізація процесів: застосування GPS-моніторингу, автоматизованих систем планування маршрутів, платформ управління замовленнями та Big Data для прогнозування попиту.
Комплексний підхід до розвитку міської логістики сприятиме підвищенню ефективності транспортної системи, зменшенню навантаження та формуванню конкурентоспроможного транспортного середовища відповідно до стандартів ЄС.

УДК 656.13.08

Проблематика суміщення велоруху з пішохідними зонами: роль тактильної розмітки та дорожніх знаків у розмежуванні потоків

доц. Нагребельна Л.П. (Начальник Центру безпеки руху ДП «НІРІ»), ст. викл. Корчевська А.А. (наук. співр. відділу дорожньої обстановки Центру безпеки руху ДП «НІРІ»), Кострульова Т.Є. (завідувач відділу дорожньої обстановки Центру безпеки руху ДП «НІРІ»), Шпінь Д.М. (мол. наук. співр. відділу дорожньої обстановки Центру безпеки руху ДП «НІРІ»)

Сучасний розвиток міської мобільності та стрімке зростання частки користувачів велосипедів та електросамокатів загострюють проблему конкуренції за обмежений простір у пішохідних зонах. Найбільш вразливими в умовах змішаних потоків залишаються діти, літні люди та особи з інвалідністю зокрема з порушенням зору, для яких відсутність чіткого розмежування створює не лише фізичний ризик травматизму, а й значний психологічний дискомфорт. Основна складність полягає у принциповій різниці щодо динаміки руху. Пішоходи схильні до непередбачуваних зупинок та зміни траєкторії, тоді як велосипедист потребує безперервності та сталої швидкості. Це призводить до виникнення конфліктів, оскільки межі пріоритетів стають неочевидними для всіх учасників. Навіть за наявності формально виділеної велодоріжки конфлікти зберігаються, якщо розмежування не є логічним і помітним. Саме тому розділення має бути за допомогою технічних засобів таких як дорожня розмітка, знаки. Ключову роль відіграють тактильні елементи, які створюють «читабельні» межі для людей з порушенням зору та виконують функцію дисциплінування потоків, підказуючи пішоходам безпечний коридор для руху. Проте ефективність таких рішень залежить від їхньої послідовності на всьому маршруті та відсутності зайвих бар'єрів для колісного транспорту.

Ефективне суміщення потоків можливе лише через впровадження чіткої ієрархії простору, де тактильна межа в поєднанні з контрастним покриттям, регулярними піктограмами та знаками створює інтуїтивно зрозумілу навігацію. Для ефективного впровадження зон суміщеного руху необхідно дотримуватися чітких технічних параметрів, де ключовим елементом виступає розділова тактильна смуга завширшки 20 – 30 см із поздовжнім рифленням, що забезпечує безбар'єрну навігацію для людей з порушенням зору та водночас не створює вібраційного дискомфорту для коліс. Фізичне розмежування має підкріплюватися візуальним контрастом матеріалів, де велосмуга з гладкого асфальтобетону межує з фактурною тротуарною плиткою, забезпечуючи рівень яскравості контрасту не менше 30%. При цьому мінімальна ширина велокоридору в зонах інтенсивного пішохідного потоку повинна становити 2,5 метри, що дозволяє велосипедистам безпечно маневрувати без виїзду на пішохідну зону. З точки зору експлуатації, всі матеріали тактильної розмітки повинні мати високі протиковзні властивості для безпеки руху під час опадів, а допустимий перепад висот між зонами не має перевищувати 1 см для забезпечення повної інклюзивності для крісел колісних та дитячих візочків. Послідовне дотримання цих вимог на всьому маршруті дозволяє створити інтуїтивно зрозуміле середовище, де геометрія простору і тактильні сигнали мінімізують імовірність зіткнень і забезпечують комфорт усіх користувачів.

УДК 656.13.08

Оцінка безпеки дорожнього руху на магістральних вулицях загальноміського значення із застосуванням мікроскопічних імітаційних моделей та аналізу конфліктних ситуацій

доц. Виговська І.А., ст. викл. Корчевська А.А. (наук. співр. відділу дорожньої обстановки Центру безпеки руху ДП «НІРІ»), студент Гайсенюк А.В.

Сучасна урбаністика та розвиток концепції розумного міста вимагають впровадження високоточних методів прогнозування безпеки руху на складних магістральних об’єктах, прикладом яких є вулиця Січових Стрільців у Києві. Основним викликом для таких артерій є висока інтенсивність змішаних транспортних потоків, що включають приватні автомобілі, громадський транспорт та засоби мікромобільності, що в умовах обмеженого простору створює численні зони ризику. Використання імітаційного мікромоделювання дозволяє перейти від традиційного аналізу статистики дорожньо-транспортних пригод до превентивного оцінювання безпеки через моделювання траєкторій окремих учасників руху. Наукова новизна такого підходу полягає у можливості відтворити складні поведінкові сценарії та конфліктні точки, що виникають при зміні фаз світлофорного регулювання або при маневрах перелаштування у щільному потоці.

Процес оптимізації параметрів безпеки в рамках дослідження базується на порівнянні базового сценарію існуючого стану з альтернативними варіантами реорганізації дорожнього руху, що включають зміну геометрії перехресть, впровадження острівців безпеки та розділення конфліктних напрямків. Важливим аспектом моделювання є врахування специфіки руху вразливих груп населення та пішоходів у зонах суміщеного використання простору, де тактильне та візуальне розмежування потоків суттєво впливає на загальну стабільність транспортної системи. Результати проведеного моделювання демонструють, що превентивне коригування режимів роботи світлофорних об’єктів та вдосконалення просторової організації магістралі дозволяє досягти суттєвого зниження кількості конфліктних ситуацій без критичного зменшення пропускної здатності вулиці. Таким чином, розроблені методичні підходи стають фундаментом для прийняття обґрунтованих інженерних рішень у межах інтелектуальних транспортних систем міста, забезпечуючи перехід до стратегії нульової смертності на дорогах. Практичне значення полягає у створенні цифрового моделі ділянки вулично-дорожньої мережі, яка слугує надійним інструментом для тестування будь-яких логістичних та інфраструктурних змін у реальному часі.

УДК 656.13.08

Раціональне розміщення зупинок громадського транспорту в зоні дії кільцевих розв’язок

доц. Виговська І.А., аспірант Ткаченко Д.А.

Проблема ефективного управління транспортними потоками на магістральних вулицях загальноміського значення загострюється в місцях складного поєднання інженерних споруд, зокрема на ділянках виїзду з кільцевих

розв’язок, та розташовані зупинні пункти маршрутного транспорту. Наявність заїзної «кишені» в таких зонах створює специфічну динаміку руху, де позитивний ефект від віднесення автобуса за межі основної смуги часто нівелюється складністю його подальшого вливання у щільний потік, що виходить із кільця з прискоренням. Основним конфліктним чинником є явище підвищеної маневреності транспортного потоку, спричинене необхідністю перелаштування автомобілів у ліві смуги для об’їзду зони гальмування громадського транспорту, що призводить до різкого зниження пропускної здатності та виникнення ударних хвиль заторів. Застосування методів імітаційного мікромоделювання дозволяє детально проаналізувати траєкторії руху та часові інтервали взаємодії транспортного потоку.

Наукова новизна дослідження полягає у визначенні оптимальної довжини клину відгону та довжини перехідно-швидкісної смуги «кишені» залежно від параметрів транспортного потоку та з урахуванням умов руху на кільцевому перехресті.

Особлива увага в дослідженні приділяється пошуку оптимальної відстані від виїзду з кільця до зупинки. Це необхідно для того, щоб автобус, який гальмує перед «кишенею», не створював затор безпосередньо на самому кільці. Використання комп'ютерного моделювання дозволяє точно розрахувати, якої довжини має бути в’їзд у «кишеню», щоб громадський транспорт міг плавно залишати основний потік, не змушуючи інших водіїв різко гальмувати чи небезпечно перелаштовуватися. Результати роботи свідчать, що раціональне розміщення зупинок міського громадського транспорту допомагає мінімізувати затримки транспортного потоку та зберегти пропускну здатність вулиці та зробити рух більш передбачуваним. Отримані дані стануть основою для практичних порад щодо планування розміщення нових зупинок міського громадського транспорту в зоні впливу кільцевих розв’язок.

Таким чином, результати дослідження допоможуть міським службам приймати правильні рішення при реконструкції зупинок міського громадського транспорту в зоні впливу кільцевих розв’язок, щоб зменшити кількість заторів та підвищити безпеку руху.

УДК 658.7

Аналіз впровадження реверсивної логістики на підприємствах роздрібної торгівлі України

ст. викл. Семенченко О.В., студентка Баранова В.О.

Сьогодні реверсивна логістика або логістика зворотних потоків є обов’язковим елементом будь-якого ланцюга постачання незалежно від його особливостей. Ще не так давно більшість українських підприємств фактично виключали потенціал реверсивних логістичних процесів і прагнули дистанціюватися від зворотних товарних потоків. Проте за своєю суттю реверсивна логістика цілком може розглядатися нарівні з прямою, адже обидві спрямовані на скорочення загальних витрат і формування доданої вартості в межах ланцюга постачання.

Саме тому розвиток систем реверсивної логістики на українських підприємствах є важливим чинником підвищення ефективності та результативності їх функціонування.

Поняття «реверсивна логістика» є важливою складовою системи управління запасами. Зокрема, коли підприємство організовує повернення від споживачів використаної чи простроченої продукції, відбувається процес зворотного переміщення матеріальних потоків у вигляді запасів.
Головна ціль реверсивної логістики полягає в ефективному керуванні ланцюгами повернених потоків і скороченні обсягів їх виникнення.
Для реалізації цієї мети застосовують різні підходи до оптимізації складових ланцюга постачання - від постачальників сировини до посередників, які здійснюють доставку готової продукції кінцевому споживачу.
Ефективно організована реверсивна логістика забезпечує низку переваг:
- підвищення рівня задоволеності клієнтів;
- скорочення обсягів інвестування в ресурси;
- зменшення витрат на зберігання й дистрибуцію;
- зростання лояльності споживачів до роздрібного продавця.
Магазин може самостійно здійснювати процеси повернення, однак їх налагодження та оптимізація потребують часу, протягом якого існує ризик втрати клієнтів через недосконалу організацію. Саме тому багато компаній передають ці функції логістичним операторам, які беруть на себе виконання як процедур реверсивної логістики, так і інших операційних завдань.
Значення реверсивної логістики останніми роками суттєво посилюється. Підприємці приділяють дедалі більше уваги її організації, застосовуючи різноманітні інструменти взаємодії зі споживачами. Із розвитком торгівлі, особливо електронної, збільшується й частка повернень, яка в окремих сегментах може сягати половини всіх поставок, що безпосередньо впливає на доходність бізнесу. У сучасних умовах роль реверсивної логістики для торговельних підприємств зростає через збільшення обсягів реалізації продукції, підвищення обізнаності покупців та посилення вимог щодо безпеки й екологічності. Для мінімізації обсягів повернень необхідно систематично вдосконалювати якість сировини, управлінських процесів і сервісу, а також покращувати пакування та обслуговування на етапі продажу.

УДК 658.7

Застосування штучного інтелекту, як фактор підвищення ефективності діяльності транспортно логістичних систем вантажних автомобільних перевезень

доц. Гурч Л.М., ст. викл. Котова С.О., студент Кравчук Я.В.

Актуальність використання штучного інтелекту в логістиці полягає в використання технологій штучного інтелекту в логістичній діяльності спрощує та пришвидшує рух товару від виробника до кінцевого споживача, спряє більш ефективному використанню людських ресурсів та створює вектор спрямованості на максимальну роботизацію людської однотипної праці. Загальний зріст інноваційних технологій штучної праці робить необхідним впровадження автоматизованих/повністю роботизованих систем в діяльність будь-якого національного та зарубіжного логістичного оператора, що дозволить «вижити» на ринку та залишитись конкурентоспроможною підприємницькою

одиницею. Перспективи застосування штучного інтелекту в транспортній діяльності підприємств: збагачення якості даних; покращена прогнозна аналітика; краще транспортне прогнозування- передбачається, що штучний інтелект підвищить продуктивність логістики більш ніж на 40% до 2035 року. Ефективне виробництво в ланцюжку попиту та постачання є особливо важливим зараз, коли електронна комерція різко зростає — лише у 2021 році вона зросла на 33% до 792 мільярдів доларів США.; стратегічне позиціонування активів. Аналіз штучного інтелекту може покращити видимість продуктивності автопарку, допомогти планувальникам і фахівцям з логістики стратегічно розташувати свої активи та захистити від непотрібного ризику. Алгоритми штучного інтелекту підтримують компанії у використанні прогнозної відповідності пропускної здатності – зменшуючи несуттєві перевезення порожніх контейнерів і трейлерів і навіть зменшуючи кількість транспортних засобів на дорозі. На даний момент не так багато логістичних підприємств України використовують технології ШІ, одним з таких підприємств є Нова Пошта , яка інтегрувала дані технології на свої склади, але тенденція на використання штучного інтелекту в логістиці в нашій країні лише збільшується і з часом все більше і більше підприємств починають використовувати штучного інтелекту в своїй діяльності.

Отже, синергія між штучним інтелектом та логістикою дуже швидко розвивається й має широкі перспективи у майбутньому. Завдяки системам штучного інтелекту, що спеціалізуються на різноманітних компонентах логістики, ми рухаємося до безпрецедентної ефективності бізнес-процесів і подальшого покращення клієнтського досвіду. Штучний інтелект відіграє ключову роль у вдосконаленні логістичних процесів, допомагаючи підприємствам підвищити продуктивність, знизити витрати та покращити обслуговування клієнтів. Використання аналітичних інструментів на основі штучного інтелекту дозволяє точніше прогнозувати попит, оптимізувати маршрути доставки, керувати запасами та уникати затримок у постачанні. Ці технології сприяють створенню більш гнучких та ефективних логістичних ланцюжків, що дозволяє підприємствам збільшити конкурентоспроможність та доходи.

УДК 658.7

Вплив транспортного маркетингу на моделювання транспортного потоку в логістиці

доц. Гурч Л.М., асист. Артемчук Ю.В., студентка Макарчук К.О

Сучасна економіки характеризується глобалізацією ринків, цифровою трансформацією транспортної галузі, зростанням електронної комерції та підвищенням вимог споживачів до швидкості й надійності доставки. Це актуалізує необхідність застосування сучасних підходів до управління транспортними потоками, зокрема на основі транспортного маркетингу. Транспортний маркетинг розглядається як система управління транспортними послугами, що охоплює аналіз і прогнозування попиту, сегментацію споживачів, формування тарифної політики, управління якістю сервісу та адаптацію

транспортних рішень до змін ринкового середовища. Його інтеграція в логістичні системи забезпечує узгодження пропозиції транспортних послуг із попитом і сприяє підвищенню конкурентоспроможності транспортно-логістичних підприємств. Транспортний потік у логістичній системі визначається як впорядкований рух транспортних засобів і матеріальних ресурсів у межах транспортної мережі. Вплив транспортного маркетингу на моделювання транспортних потоків проявляється передусім у підвищенні точності прогнозування попиту на перевезення. Використання маркетингової аналітики, великих масивів даних і систем управління транспортом, впровадження яких активно підтримується політиками цифровізації транспорту, дозволяє враховувати сезонність перевезень, поведінкові особливості клієнтів та регіональні дисбаланси вантажопотоків. Це підвищує достовірність прогнозних моделей і ефективність планування перевезень. Маркетингово-орієнтоване моделювання сприяє оптимізації транспортно-логістичних мереж шляхом визначення ключових маршрутів, транспортних вузлів і розподільчих центрів. Аналітика попиту дозволяє скоротити порожні пробіги транспортних засобів і підвищити коефіцієнт їх використання. Клієнтоорієнтованість транспортного маркетингу формує вимоги до швидкості, надійності та прозорості перевезень, що зумовлює використання адаптивних моделей транспортних потоків і цифрових платформ моніторингу перевезень у реальному часі. Цифрові платформи відстеження та аналітики забезпечують оперативне коригування маршрутів, підвищують прозорість перевезень і стійкість логістичних систем до зовнішніх змін. Дослідження підтверджують, що інтеграція маркетингових підходів у логістичне управління сприяє підвищенню ефективності транспортних потоків, оптимізації маршрутів, зниженню витрат і покращенню якості логістичного сервісу в умовах нестабільного ринкового середовища.

Таким чином, транспортний маркетинг виступає інструментом удосконалення моделювання транспортних потоків, оскільки забезпечує прогнозування попиту, оптимізацію маршрутної мережі, регулювання завантаженості транспортної системи та підвищення рівня логістичного сервісу. Поєднання маркетингових підходів із цифровими технологіями створює передумови для формування адаптивних, ефективних і конкурентоспроможних логістичних систем.

УДК 658.7

Технології розумного транспорту в містах як один із шляхів удосконалення управління вантажним транспортом на ринку транспортно логістичних послуг України

доц. Гурч Л.М., студенти Оніщук І.О., Семенченко О.В.

Сучасні міста стикаються з проблемами перевантаженості транспортної інфраструктури, високим рівнем заторів, забрудненням довкілля та низькою ефективністю логістичних процесів. Одним із шляхів вирішення цих проблем є впровадження технологій розумного транспорту, які базуються на використанні цифрових платформ, сенсорних систем, GPS-навігації, інтернету речей та штучного інтелекту. Такі технології дозволяють здійснювати моніторинг руху в

реальному часі, оптимізувати маршрути вантажного транспорту, знижувати витрати та забезпечувати прозорість транспортних процесів.
У світовій практиці розумні міста активно інтегрують інтелектуальні транспортні системи у свою інфраструктуру. В Європейському Союзі та США створюються автоматизовані логістичні хаби, які координують вантажопотоки, застосовуються системи прогнозування транспортних потоків, а також технології блокчейн для відстеження вантажів. Це дозволяє зменшити час доставки, підвищити безпеку руху та знизити екологічне навантаження. Дослідження показують, що інновації у транспорті є ключовою характеристикою розумного міста, а ефективна мобільність визначає його конкурентоспроможність на глобальному рівні.
В Україні розвиток технологій розумного транспорту перебуває на стадії становлення, але вже реалізуються проєкти цифровізації транспортної інфраструктури та інтеграції з європейськими транспортними коридорами. Важливим напрямом є впровадження систем моніторингу вантажного транспорту, які дозволяють контролювати рух у містах та зменшувати затори. Це особливо актуально для великих промислових центрів, де вантажні перевезення мають значний вплив на економіку. Водночас існують виклики: висока вартість впровадження, потреба у кіберзахисті та адаптації міжнародних рішень до українських реалій.
Впровадження технологій розумного транспорту у містах України має низку переваг. По-перше, це зниження витрат на логістику та підвищення ефективності перевезень. По-друге, забезпечення прозорості та контролю у транспортних процесах, що сприяє розвитку ринку транспортних послуг. По-третє, зменшення екологічного навантаження завдяки оптимізації маршрутів та скороченню часу простою транспорту. Нарешті, це інтеграція України у глобальні транспортні мережі, що відкриває нові можливості для міжнародної торгівлі та співпраці.
Таким чином, впровадження технологій розумного транспорту в містах є одним із ключових шляхів удосконалення управління вантажним транспортом на ринку транспортних послуг України. Це стратегічний напрям, який потребує інвестицій, державної підтримки та адаптації світових практик до національних умов, але водночас відкриває широкі перспективи для економічного розвитку та інтеграції у європейський простір.

УДК 658.7

Стратегічні вектори розвитку технологій розумного транспорту міста в Україні та за кордоном

доц. Гурч Л.М., ст.викл. Семенченко О.В., студентка Зайченко А.О.

Глобальна цифровізація та виклики сучасності зумовлюють необхідність трансформації транспортних систем у високотехнологічні інтелектуальні мережі. Зі збільшенням кількості транспорту, що знаходяться на дорогах, виникли проблеми перевантаженості і нераціонального використання дорожніх ресурсів, які тягнуть за собою збільшення часу в дорозі, кількості споживаного палива, і викидів, що забруднюють навколишнє середовище. Таким чином ,задля вирішення цих питань необхідно знаходити нові, більш інноваційні

рішення. Введення розумного транспорту на терени міських перевезень і буде цим рішенням. Автомобільний транспорт значно забруднюю атмосферу, що є також немало важливою проблемою сьогодення. Метою впровадження розумного транспорту у міські перевезення також є уникнення деяких причин неефективного використання міського транспорту.

Метою даної роботи є дослідження ролі інтелектуальних транспортних систем як ключового інструменту модернізації логістичної інфраструктури та визначення перспектив впровадження інноваційних рішень «розумного міста» в умовах цифрової трансформації України. В досліджені розглядаються провідні технологічні рішення, зокрема системи V2X для взаємодії автомобілів з дорожньою інфраструктурою за досвідом ЄС та США, українські WIM-комплекси для автоматизованого вагового контролю у русі, MaaS-платформи для створення єдиних цифрових сервісів оплати та планування маршрутів, а також використання штучного інтелекту для керування трафіком. Впровадження цих технологій справляє значний вплив на ринок та суспільство. Економічний ефект проявляється у зниженні витрат на логістику та подовженні терміну експлуатації дорожнього полотна. Соціальний та екологічний вплив полягає у підвищенні безпеки руху, скороченні часу в дорозі та зменшенні шкідливих викидів завдяки мінімізації заторів.

Для України цифровізація транспортних вузлів є критичним фактором швидкого реагування на логістичні виклики та забезпечення національної безпеки. Ідея «розумного міста» не з’явилася раптово. Це еволюційна відповідь на виклики глобальної урбанізації. Концепція Smart City (Розумне місто) виникла як відповідь на критичну урбанізацію. Коли ресурси міста (дороги, енергія, вода) перестають справлятися з кількістю людей, на допомогу приходять дані. Розумний транспорт — це не просто "красиві додатки", а нервова система сучасного міста. Без ефективної мобільності Smart City залишається лише набором розрізнених цифрових сервісів. Коли ресурси міста (дороги, енергія, вода) перестають справлятися з кількістю людей, на допомогу приходять дані. Синергія світового досвіду та вітчизняних ініціатив створює надійний фундамент для інклюзивної транспортної мережі, що є визначальним для успішної повоєнної відбудови країни.

УДК 656.025

Сучасні тенденції розвитку реверсивної логістики в Україні

доц. Гурч Л.М., ст. викл. Котова С.О., студенти Федоряка М.І., Тегипко Н.С.

Сьогодні врахування екологічного чинника є обов’язковою передумовою інтеграції української економіки до глобальних економічних процесів і підвищення її конкурентоспроможності. Перед вітчизняними підприємствами постає нагальна потреба усвідомлювати пріоритетність екологічних аспектів під час здійснення виробничої та господарської діяльності. Саме тому впровадження інноваційних технологій, формування високого рівня екологічної свідомості, дотримання міжнародних природоохоронних стандартів і пошук ефективних механізмів еколого-економічного управління підприємствами,

регіонами та територіями виступають ключовими умовами майбутнього сталого розвитку держави.
Логістика завдяки комплексу організаційно-економічних інструментів сприяє розв'язанню завдань ресурсозбереження, що стало підґрунтям для формування окремого наукового напряму - логістики зворотних потоків («реверсивної логістики»).
Дослідники Д. Ламберт і Дж. Сток трактували «реверсивну логістику» як складову логістичної діяльності, пов'язану з поверненням продукції, економією ресурсів, переробкою матеріалів, заміною сировини, управлінням відходами, їх відновленням і повторним використанням. Вона також виступає важливим елементом логістичного управління, що реалізується через гарантійне та післягарантійне обслуговування.
Підходи реверсивної логістики безпосередньо пов'язані з процесами повторного використання вторинних матеріальних ресурсів. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває формування теоретичних і методичних основ екологічно орієнтованого логістичного управління виробничими системами в різних галузях економіки.
Водночас сучасний стан української економіки свідчить, що екологічні та соціальні аспекти діяльності підприємств поки що не мають визначального впливу на стратегічні управлінські рішення. За таких умов досягнення сталого «екологічного» розвитку та утвердження України як конкурентоспроможного учасника світових економічних відносин ускладнюється.
Світові корпорації, зокрема Toyota, Xerox, Johnson & Johnson, Honda, Volkswagen, Hewlett-Packard, Casio та Sony, уже активно впроваджують принципи «реверсивної логістики».
В Україні ж поняття «реверсивна логістика» поки що не стало широко поширеним: керівні ланки підприємств, аналізуючи міжнародні логістичні проєкти, схильні недооцінювати їх екологічну складову. Проте на практиці екологічність і економічна ефективність не суперечать одна одній - зменшення негативного впливу на довкілля зазвичай означає раціональніше використання ресурсів і, відповідно, зниження витрат.
Суттєвою ознакою використання інноваційних принципів і ринково орієнтованих підходів до організації управління є комплексна оцінка соціальних, екологічних і економічних результатів виробництва, а також інтегрована оптимізація потоків у ланцюзі «формування ресурсів - виробництво - споживання - управління зворотними потоками», тобто застосування принципів і методів реверсивної логістики.

УДК 656.07

Цифровий маркетинг як чинник підвищення конкурентоспроможності транспортних підприємств

асист. Солоденко Ю. М., студентка Яременко О.В.

В умовах післявоєнного відновлення України транспортні підприємства функціонують у середовищі високої конкуренції, нестабільності попиту, зростання вимог споживачів до якості та швидкості обслуговування. Саме тому

впровадження цифрових технологій стає стратегічним чинником формування конкурентних переваг і забезпечення сталого розвитку транспортного підприємств. Транспортні підприємства завдяки штучному інтелекту отримують стійкі переваги. Вони можуть створювати персоналізовані рішення, прогнозувати потреби клієнтів, запускати цифрові сервіси та інтегрувати інновації у традиційні продукти.

Сьогодні в умовах активного впровадження новітніх інструментів маркетингу, саме цифровий маркетинг, його вплив та роль у формуванні конкурентоспроможності транспортних підприємств постійно зростає. Посилюється конкуренція між транспортними підприємствами, де застосування значної кількості інструментів традиційного маркетингу стає неможливим. Постійна оцінка та аналіз конкурентоспроможності транспортного підприємства на ринку необхідні для його успішного функціонування. Це дає змогу визначити та оцінити сильні та слабкі сторони, виявити наявний потенціал та визначити напрям максимально ефективного розвитку.

Проаналізовано вплив та роль цифрових технологій у формуванні конкурентоспроможності транспортного підприємства. Визначено, що ефективними інструментами цифрового маркетингу є контент-маркетинг, пошукова оптимізація, маркетинг у пошукових системах, маркетинг у соціальних мережах, партнерський та впливовий маркетинг, електронний та мобільний маркетинг та інші інструменти цифрового маркетингу.

Основна перевага цифрового маркетингу над традиційним полягає в його здатності до більш точного спрямування та вимірювання результатів. Цифровий маркетинг дозволяє точно визначити цільову аудиторію за допомогою різних параметрів, таких як вік, місцезнаходження, інтереси тощо. Це дозволяє оптимізувати витрати ресурсів, зосередити зусилля на приверненні уваги саме тих споживачів, які мають найбільший інтерес до продукту чи послуги. Цифровий маркетинг дозволяє транспортним підприємствам залучати клієнтів не лише на місцевому, а й на міжнародному рівні, що розширює їхні можливості для зростання та розвитку.

Зроблено висновок, що українські транспортні підприємства мають великі перспективи. За допомогою цифрового маркетингу, вони можуть інтегрувати цифрові інструменти у всі бізнес-процеси, активно застосовувати аналітику даних, інвестувати у розвиток персоналу, залучати більше клієнтів, підвищувати свою конкурентоспроможність і досягати успіху на ринку.

УДК 658.7

Впровадження технологій розумного транспорту для підвищення ефективності міських перевезень в військовий та повоєнний час в Україні

доц. Гурч Л.М., ст. викл. Семенченко О.В., студентка Торгонська Д.Л.

Впровадження технологій розумного транспорту (ITS) в Україні під час війни спрямоване на оптимізацію міських перевезень через цифровізацію: моніторинг руху в реальному часі. Для України в умовах війни питання ефективності перевезень перестало бути лише питанням комфорту, ставши питанням виживання, безпечної евакуації та безперебійної логістики. Впровадження

Intelligent Transport Systems (ITS) дозволяє перетворити застарілу інфраструктуру на адаптивну та стійку мережу. Це підвищує надійність, безпеку та ефективність логістики. Саме тому застосування технологій розумного транспорту є актуальним для підвищення ефективності та безпеки міських перевезень. Технології розумного транспорту визначаються як використання сучасних інтелектуальних інформаційно-телекомунікаційних і комп'ютерних технологій для збору, обробки та передачі даних з метою підвищення ефективності, безпеки та стійкості транспортних систем у реальному часі.

Світовий досвід показує, що застосування технологій розумного транспорту дозволяє зменшити затори, скоротити час поїздок і підвищити точність прибуття транспорту, встановлюють адаптивні світлофори, інтелектуальні системи паркування та платформи моніторингу руху, дороги оснащені технологіями генерації електроенергії від руху транспорту, а на інших застосовують системи зважування транспортних засобів у русі.

В Україні впроваджуються технології розумного транспорту: у великих містах функціонують мобільні застосунки для моніторингу руху транспорту, інформаційні табло на зупинках відображають перелік маршрутів громадського транспорту, а розумні паркінги показують наявність вільних місць. Це підвищує інформованість пасажирів і сприяє більш ефективній організації міського руху.

Існують проблеми, що знижують ефективність цих систем. Часто пасажири не можуть точно визначити місцезнаходження транспорту та час його прибуття. Затори через аварії або перекриття доріг, нестабільний сигнал GPS в умовах повітряної тривоги та перебої з електропостачанням ускладнюють роботу транспортних систем.

Таким чином, після перемоги Україна матиме унікальний шанс не просто відремонтувати старе, а побудувати систему за найвищими світовими стандартами впровадження технологій розумного транспорту та оцінка їхньої ефективності дозволяють підвищити стабільність міських перевезень, скоротити час очікування пасажирів, зменшити затори та рівень забруднення повітря, а також підвищити загальну ефективність транспортної системи. У воєнний час ці системи рятують життя, а в повоєнний — стануть фундаментом для економічного стрибка та інтеграції до європейського транспортного простору. Україна має потенціал стати світовим хабом для тестування новітніх ITS-рішень завдяки поєднанню високого рівня IT-компетенцій та необхідності відбудови міст з нуля.

УДК 656.1

Transforming Peri-Urban Mobility Through Data and Innovation: A Strategic Framework for Kyiv and Its Metropolitan Subareas

Professor, Olena Slavinska, Professor, Vitalii Kharuta, Professor, Viktor Danchuk, Professor, Olga Kunytska, Professor, Oksana Hulchak, Associate Professor, Stanislav Popov, Associate Professor, Andij Dmytrychenko, Associate Professor, Arsen Klochan, PhD Student Daria Chekh

Urbanperi-urban agglomerations face growing challenges such as fragmented transport systems, inefficient logistics, infrastructure strain, and increasing

environmental impacts, especially in cities undergoing transformation or post-crisis recovery.
The study aims to develop and validate an integrated peri-urban mobility management model grounded in the convergence of several components. An additional objective is to assess the scalability and transferability of these solutions across different socio-economic and spatial settings, with particular attention to post-war urban reconstruction scenarios.
The framework applies a multi-layer data integration and decision-support structure. A unified digital ecosystem merges static and dynamic mobility data, including satellite and field inputs, while modelling and optimisation tools enhance inter-zonal flows, reduce congestion, and lower emissions. Validation is carried out across diverse contexts: Izmir reflects rapid urban growth and seasonal demand, whereas Kyiv serves as a post-conflict resilience case, using digital twins with incomplete datasets to model recovery and improve accessibility.
The results show that integrating digital twins, mobility analytics, and co-design tools improves the performance and adaptability of peri-urban transport systems. Pilot cases confirm scalability across diverse settings, including data-limited environments. In post-conflict contexts, digital instruments help address information gaps and support evidence-based recovery, contributing to climate-neutral and inclusive mobility governance aligned with European green and digital priorities.
This project has received funding from the European Union's Horizon Europe research and innovation programme under grant agreement No 101239638.

УДК 656.1

Intelligent multi-criteria traffic flow management system

Associate Professor, Stanislav POPOV

Intensive urbanization, the growth in motorization rates, and the increasing complexity of urban mobility structures lead to the overloading of transport networks, higher congestion levels, increased accident rates, and transport-related emissions. Traditional traffic management systems are primarily focused on minimizing delays or maximizing network capacity, which no longer meets contemporary requirements for sustainable development and climate neutrality. The integration of data from IoT sensors, video analytics, GPS monitoring and big data technologies enables the creation of a real-time digital representation of the transport network. Existing approaches remain predominantly single-objective and fail to ensure balanced optimization of key performance indicators, including travel delay, environmental impact, safety, energy consumption, and network reliability. There is a need to develop an intelligent multi-criteria traffic flow management system capable of making optimal decisions under uncertainty and dynamically changing conditions. The relevance of this research is determined by the following factors: the increasing transport load in urban agglomerations; the necessity to implement the principles of sustainable development and transport decarbonization; the need to reduce socio-economic losses caused by congestion; the limitations of traditional signal control strategies; and the rapid development of digital technologies, which enable the formation of a new traffic management paradigm. The scientific problem lies in the

absence of an integrated methodology for multi-criteria optimization of traffic flows using intelligent real-time algorithms. Solving this problem is essential for the development of Smart Cities, enhancement of transport system resilience, and effective management under crisis or unstable conditions. The primary objective of this research is to develop a theoretical and methodological framework for an intelligent multi-criteria traffic flow management system based on advanced ITS. Implementation includes the development of a Digital Twin of the urban traffic network. Performance evaluation is conducted through comparative analysis with baseline control models. The proposed intelligent multi-criteria traffic management system represents a transition from traditional reactive traffic control to adaptive, data-driven, and sustainability-oriented governance.

УДК 656.1

Application of Modern Intelligent Technologies in Transport: Conceptual Framework of an Educational Discipline

Associate Professor, Stanislav POPOV, Professor, Daniela POJAR (Technical University of Moldova), Professor, Valentina PRIȚCAN (Alecu Russo State University of Balti of Moldova)

The rapid digital transformation of transport systems necessitates modernization of educational programs in transport engineering. Intelligent Transport Systems (ITS), artificial intelligence, big data analytics, and digital twins are reshaping mobility management, requiring new interdisciplinary competencies. The discipline "Application of Modern Intelligent Technologies in Transport" has been developed to address these challenges and to prepare students for data-driven and adaptive transport system design.

The course is structured around reflecting the architecture of modern ITS. It begins with the evolution of traffic control systems, from fixed-time regulation to adaptive and predictive models, emphasizing the layered ITS structure.

A core component of the discipline focuses on transport data and connectivity, including IoT sensors, WIM systems, GPS monitoring, and 4G/5G communication technologies. Students acquire skills in real-time data collection, integration, and digital traffic modeling while considering cybersecurity aspects.

The analytical module introduces AI-based methods such as machine learning for congestion forecasting, LSTM networks for traffic prediction, Kalman filtering, and reinforcement learning for adaptive signal control.

Further topics include smart intersections, Mobility as a Service (MaaS), Digital Twin modeling of transport networks, and intelligent logistics solutions. Safety, sustainability, and emission reduction are treated as essential elements of intelligent mobility systems.

The discipline provides a comprehensive framework for applying intelligent technologies in transport and prepares future specialists to design adaptive, sustainable, and data-oriented mobility systems.

This project has received funding from the European Union under the Erasmus+ Programme (ERASMUS-EDU-2024-CBHE), Project ID: 101179915.

УДК 656.13

Цифрова трансформація та сталий розвиток вантажних автомобільних перевезень

проф. Гульчак О.Д., студентка Кобильчак С.Р.

Вантажні автомобільні перевезення є ключовим елементом транспортно-логістичних систем та забезпечують основний обсяг доставки товарів у сучасних ланцюгах постачання. В умовах глобалізації, цифровізації та зростання вимог до екологічності галузь зазнає суттєвих трансформацій.

Сучасний розвиток вантажних перевезень супроводжується низкою проблем, серед яких зростання вартості палива, дефіцит водіїв, нестабільність логістичних ланцюгів та підвищення екологічних вимог. Це зумовлює необхідність пошуку нових підходів до організації транспортних процесів та підвищення їх ефективності.

Одним із ключових напрямів розвитку є цифровізація транспортно-логістичних систем. Впровадження систем управління перевезеннями, GPS-моніторингу, телематики та інтелектуальних алгоритмів оптимізації маршрутів дозволяє зменшити витрати, скоротити порожні пробіги та підвищити рівень обслуговування клієнтів. Цифрові платформи забезпечують ефективну взаємодію між учасниками ринку та сприяють підвищенню прозорості перевезень. Важливим інструментом підвищення ефективності перевезень є використання систем прогнозування попиту та транспортних потоків, що дозволяє більш точно планувати логістичні операції.

Інтеграція транспортних систем у єдині інформаційні платформи сприяє підвищенню рівня координації між усіма учасниками ланцюга постачання.

Значний потенціал має впровадження інтелектуальних транспортних систем (ITS), які забезпечують адаптивне управління рухом та зменшення заторів.

У сучасних умовах особливої актуальності набуває забезпечення гнучкості логістичних систем, що дозволяє оперативно реагувати на зміни зовнішнього середовища.

Важливим аспектом є забезпечення сталого розвитку галузі. Це передбачає зменшення викидів шкідливих речовин, підвищення енергоефективності транспортних засобів та використання альтернативних видів палива. Оптимізація маршрутів і підвищення коефіцієнта використання транспортних засобів також сприяють зниженню негативного впливу на довкілля.

Перспективи розвитку вантажних автомобільних перевезень пов’язані з інтеграцією інноваційних технологій, розвитком мультимодальних перевезень та підвищенням стійкості логістичних систем до зовнішніх впливів. Особливу роль відіграє адаптація до умов невизначеності та ризиків.

Отже, цифровізація та орієнтація на принципи сталого розвитку є основними напрямами підвищення ефективності функціонування транспортно-логістичних систем вантажних автомобільних перевезень.

СЕКЦІЯ 7
НОВІТНІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ І ТЕХНОЛОГІЇ, ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ В НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС НТУ

Підсекція новітніх інформаційних технологій

УДК 004.4

Концепція мобільного застосунку для раціоналізації споживання через часову конвертацію активів

студент Миколенко М.С., ст. викл. Донець В.В.

Сучасний розвиток мобільних технологій та фінансових інструментів створює нові можливості для протидії культурі імпульсивного споживання. Застосунок для раціоналізації витрат, побудований на принципі конвертації вартості товарів у часові еквіваленти, дозволяє користувачу отримати об'єктивну оцінку реальної ціни покупки. Завдяки інтеграції функцій фотофіксації об'єктів та гнучких алгоритмів розрахунку на основі індивідуального рівня доходу, програма трансформує абстрактні цифри у зрозумілі одиниці витраченого життя. Ключовою інновацією є впровадження механізму адаптивного таймера роздумів, який стимулює критичне мислення, надсилаючи повторні сповіщення через задані проміжки часу. Це дозволяє користувачу свідомо підтвердити або відхилити покупку, перевівши її в архів рішень. Такий інструмент не лише сприяє фінансовій грамотності, а й формує екологічне ставлення до власних ресурсів, допомагаючи користувачам уникати емоційного навантаження від зайвих придбань та оптимізувати особистий бюджет у довгостроковій перспективі.

УДК 004.4

Розробка вебзастосунку для персоналізованого управління читацьким досвідом з аналітикою

студентка Покотиленко А.С., ст. викл. Донець В.В.

Сучасний темп життя та зростаюча кількість доступної літератури створюють потребу в ефективних інструментах для організації особистих книжкових колекцій. Веб-застосунок для управління особистою бібліотекою, розроблений на основі технологій Django та React, дозволяє користувачам систематизувати прочитані та заплановані до читання книги, відстежувати прогрес, аналізувати читацькі звички та формувати персоналізовані цілі. Система інтегрує Google Books API для автоматичного заповнення інформації про книги, що значно спрощує процес каталогізації та забезпечує актуальність даних.

Застосунок реалізує інтелектуальну систему рекомендацій на основі аналізу вподобань користувача, його читацької історії та оцінок прочитаних творів. Використання алгоритмів машинного навчання дозволяє пропонувати релевантні рекомендації, враховуючи індивідуальні літературні смаки. Додатково, система надає детальну статистику та візуалізацію читацького

прогресу, підтримує соціальні функції для обміну рецензіями та списками книг між користувачами. Такий інструмент сприяє популяризації читання, допомагає ефективно планувати літературний розвиток та створює спільноту людей зі схожими інтересами.

УДК 004.4

Вебзастосунок для планування велосипедних маршрутів у місті Київ

студент Потомський Р.В., ст. викл. Донець В.В.

У сучасних умовах зростання популярності велосипедного транспорту в містах України (зокрема в Києві) спостерігається дефіцит зручних безкоштовних інструментів для планування безпечних та комфортних маршрутів. Існуючі сервіси (Strava, Komoot, Google Maps) мають обмеження: платні преміум-функції, недостатня деталізація велодоріжок у регіонах України, відсутність урахування локальних факторів (рельєф, стан доріг, щільність трафіку, зелені зони). Розробка спеціалізованого вебзастосунку на основі відкритих геоданих OpenStreetMap та open-source алгоритмів маршрутизації дозволить надати велосипедистам інструмент для побудови оптимальних маршрутів з урахуванням персональних уподобань (мінімум підйомів, пріоритет велодоріжок, уникнення жвавих магістралей), що сприятиме розвитку велокультури, екологічному транспорту та безпеці руху.

УДК 004.9

Розробка додатка обліку точки продажу морозива

проф. Безверхий О.І., магістр Зайцев М.Д.

У сучасному бізнес-середовищі точки продажу морозива є популярним сегментом роздрібної торгівлі, який вимагає ефективного управління товарними запасами, продажами та взаємодії з клієнтами. Щоб забезпечити стабільність роботи та підвищити ефективність управління, використовують інформаційні системи обліку точок продажу. Система обліку точки продажу морозива – це програмний або апаратно-програмний комплекс, який автоматизує процеси управління товарними запасами, продажами, обліком фінансових операцій та аналітикою. Впровадження інформаційної системи обліку у точках продажу морозива не лише полегшує процес управління, але й підвищує рівень обслуговування клієнтів. Точний облік товарів, швидка реєстрація операцій та можливість аналізу даних дозволяють оптимізувати бізнес-процеси, мінімізувати втрати та забезпечити стабільний розвиток бізнесу. Вибір технологій залежить від масштабу бізнесу, бюджету та специфіки потреб кожної точки продажу. Впровадження автоматизації є ключовим кроком до успішного розвитку у конкурентному середовищі.

Розробка додатка для обліку точки продажу морозива є важливим кроком до автоматизації бізнес-процесів. Використання Java, XML, PostgreSQL та Sanic дозволяє створити надійне та ефективне рішення. Такий підхід забезпечує масштабованість системи та можливість її подальшого розвитку, включаючи впровадження додаткових функцій, як-от звіти в реальному часі або інтеграція з онлайн-магазинами. В рамках розробки мобільного додатку для управління

процесами замовлення, необхідно реалізувати ефективний інтерфейс користувача, а також логіку взаємодії з сервером. Важливим фактором є взаємодія з базою даних через API. При цьому здійснюється обробка CRUD-операцій для таблиць, таких як Orders, Product, Employee, що дозволяє забезпечити функціональність, наприклад, створення нових замовлень, вибір смаків та добавок для морозива, керування товарами на точці видачі та обробку замовлень.

Розроблений додаток демонструє високий рівень юзабіліті, забезпечуючи зручність взаємодії як для персоналу, так і для клієнтів (через пришвидшення обслуговування). Основний функціонал ефективно вирішує поставлені задачі:

Реалізовано інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для гнучкого оформлення замовлення з вибором типу ріжка, смаків, кількості кульок, додавання сиропів тощо.

Впроваджено миттєвий автоматичний підрахунок вартості, що виключає помилки при ручному розрахунку.

Система веде та зберігає деталізовану історію замовлень, формуючи базу для подальшого аналізу та звітності.

Інтегровані засоби аналітики дозволяють адміністраторам та власникам бізнесу відстежувати ключові показники (статистику продажів, популярність продуктів), приймаючи управлінські рішення на основі даних.

***УДК* 681.3**

Інтеграція статистичних методів і комп'ютерних технологій в аналізі великих даних

студентка Ткаченко В.М., ст. викл. Ковальчук О.П.

Аналіз великих обсягів даних є однією з найбільш актуальних задач комп'ютерних технологій статистичної обробки інформації, що зумовлено стрімким зростанням кількості даних, які генеруються сучасними інформаційними системами, цифровими сервісами, сенсорними мережами та соціальними платформами. Традиційні методи обробки інформації виявляються недостатньо ефективними для роботи з такими обсягами, що обумовлює необхідність використання спеціалізованих статистичних методів у поєднанні з сучасними програмними та обчислювальними засобами. У межах цієї задачі особлива увага приділяється питанням попередньої статистичної обробки даних, зокрема очищенню, нормалізації, усуненню викидів і пропусків, а також оцінюванню якості та достовірності інформації. Застосування статистичних методів дозволяє виявляти приховані закономірності, кореляційні зв'язки, тенденції розвитку процесів і аномальні значення, що є важливим для подальшого аналізу та побудови моделей. Дослідження аналізу великих даних у навчальному процесі сприяє формуванню у здобувачів освіти практичних компетентностей роботи з сучасними інструментами обробки даних, розвитку аналітичного та критичного мислення, а також підготовці до розв'язання прикладних задач у сфері інформаційних технологій, економіки, науки та управління. Опанування цієї задачі забезпечує інтеграцію статистичних методів із технологіями зберігання та обробки даних і формує основу для подальшого вивчення інтелектуального аналізу даних та машинного навчання.

УДК 004.8

Проєктування та реалізація розподілених систем як ключовий напрям у сучасних комп'ютерних технологіях

студент Гуменюк А.І., ст. викл. Ковальчук О.П.

Проєктування та реалізація розподілених систем є однією з фундаментальних задач сучасних комп'ютерних технологій, оскільки забезпечує ефективну організацію обробки інформації, взаємодію та спільне використання ресурсів між компонентами, що фізично розташовані на різних вузлах мережі. У сучасному світі цифрових технологій розподілені системи застосовуються у великих інформаційних сервісах, хмарних обчисленнях, мікросервісних архітектурах, банківських та телекомунікаційних системах, що робить їх розробку надзвичайно актуальною та практично значущою. Проєктування розподілених систем передбачає вибір оптимальної архітектури (клієнт-сервер, peer-to-peer, мікросервіси), розробку надійних механізмів комунікації та синхронізації між вузлами, управління станом даних і узгодження дій у розподіленому середовищі. Однією з ключових проблем є забезпечення масштабованості, продуктивності та відмовостійкості систем, що вимагає інтеграції сучасних технологій балансування навантаження, реплікації даних, кешування та асинхронних обчислень. Вивчення цієї задачі у навчальному процесі сприяє формуванню у здобувачів освіти системного мислення, розуміння принципів побудови комплексних програмних систем, а також практичних навичок розробки надійних та масштабованих розподілених рішень. Крім того, оволодіння технологіями проєктування розподілених систем є підґрунтям для подальшого опанування паралельних обчислень, відмовостійких алгоритмів, сучасних протоколів взаємодії та інструментів оркестрації, що робить цю тему важливою складовою підготовки фахівців у галузі інформаційних технологій та комп'ютерних наук.

УДК 004.8

Координація та синхронізація процесів у розподілених системах: забезпечення узгодженості та надійності роботи

студент Ярош В.Ю., ст. викл. Ковальчук О.П.

Координація та синхронізація процесів у розподілених системах є однією з ключових задач сучасних комп'ютерних технологій, оскільки саме вони забезпечують правильну взаємодію між компонентами, що виконуються на різних вузлах мережі, та гарантують цілісність і узгодженість даних. У розподілених системах одночасно виконуються численні паралельні процеси, і без належних механізмів синхронізації можливі конфлікти, втрати даних, гонки ресурсів або взаємне блокування, що негативно впливає на продуктивність та надійність системи. Дослідження цієї задачі передбачає розробку алгоритмів координації, таких як розподілене узгодження (consensus), вибір лідера (leader election), механізми блокувань і контроль доступу до спільних ресурсів. Особливу увагу приділяють алгоритмам, які забезпечують відмовостійкість та мінімізують затримки під час обміну повідомленнями, а також розробці стратегій синхронізації, що зменшують ймовірність взаємного блокування

(deadlock) та забезпечують послідовність виконання операцій. Вивчення координації та синхронізації процесів у навчальному процесі сприяє формуванню у здобувачів освіти глибокого розуміння принципів побудови надійних та ефективних розподілених систем, розвитку навичок розробки алгоритмів взаємодії та управління станом даних у багатовузловому середовищі. Оволодіння цими методами є важливою складовою підготовки фахівців у галузі інформаційних технологій, оскільки дозволяє забезпечувати безпечне, узгоджене та ефективне функціонування складних сучасних систем, включаючи хмарні платформи, розподілені бази даних та сервіси реального часу.

УДК 004.8

Роль додаткових розділів чисельного аналізу у підготовці фахівців з прикладної математики та комп'ютерних наук

студентка Захарова М.М., ст. викл. Ковальчук О.П.

Додаткові розділи чисельного аналізу охоплюють широкий спектр методів, включно з розв'язуванням нелінійних рівнянь, систем лінійних та нелінійних рівнянь, чисельним інтегруванням і диференціюванням, інтерполяцією та апроксимацією функцій, а також розв'язуванням диференціальних та інтегральних рівнянь. Ці методи є невід'ємною частиною сучасної прикладної математики та комп'ютерних наук, оскільки дозволяють моделювати, аналізувати та прогнозувати складні процеси, що виникають у фізиці, інженерії, економіці, статистиці та інформаційних технологіях. Використання додаткових розділів чисельного аналізу дозволяє виконувати точні та ефективні обчислення навіть у випадках, коли аналітичні методи є складними або неможливими. Це забезпечує можливість побудови математичних моделей для реальних задач, проведення чисельних експериментів та оптимізації процесів, що суттєво підвищує практичну цінність навчання. Вивчення цих методів у навчальному процесі є доцільним, оскільки формує у студентів комплексні компетентності: здатність вибирати та застосовувати ефективні чисельні алгоритми, оцінювати похибки та стабільність обчислень, критично аналізувати отримані результати та приймати обґрунтовані рішення на основі обчислювальних даних. Крім того, знання цих розділів створює фундамент для подальшого вивчення високопродуктивних обчислень, розподілених систем, чисельних методів оптимізації та сучасних технологій моделювання складних процесів, що робить їх вивчення актуальним і необхідним для підготовки конкурентоспроможних фахівців у сфері науки і техніки.

УДК 51:640

Особливості викладання вищої математики для студентів сфери гостинності

проф. Вітер М.Б., зав. відділення підприємництва та інформаційних технологій Любима А.Є. (Київський фаховий коледж туризму та готельного господарства)

Викладання вищої математики для студентів сфери гостинності має свої особливості та виклики. У даному випадку основним завданням викладача є

адаптація рівня абстракції математичних теорій до рівня сприйняття, практичної корисності та зацікавленості студентів. При цьому доцільно використовувати конкретні ілюстративні приклади зі сфери послуг. Такий підхід сприяє підвищенню мотивації студентів, формуванню позитивного ставлення до дисципліни та розвитку аналітичного мислення. Так, наприклад, актуальними є завдання аналізу попиту на послуги, завантаженості номерного фонду, прогнозування доходів, аналіз витрат і планування ресурсів. Для вивчення цих процесів доцільно залучати інструменти диференціального та інтегрального числення, які дають змогу досліджувати зміну економічних показників у часі, оцінювати темпи зростання прибутку та визначати сумарні фінансові результати за певні періоди. Алгебраїчні методи та елементи фінансової математики будуть корисними для розрахунку собівартості послуг, визначення рентабельності, аналізу структури доходів і витрат. Сезонні коливання попиту, зміни рівня завантаженості готелів та ресторанів упродовж року або тижня, можуть бути розглянуті за допомогою аналізу поведінки числових рядів. Визначення продуктивності залучення персоналу може здійснюватися на основі вивчення степеневих моделей. Завдання оптимізації розподілу ресурсів, формування меню та цінової політики доцільно розглядати із залученням методів математичного програмування. Застосування елементів аналітичної геометрії в просторі доречним буде під час розгляду архітектурних рішень сучасних готелів і проєктування внутрішніх функціональних зон. Загалом практично-орієнтований підхід до викладання вищої математики дозволяє зробити навчальний матеріал більш зрозумілим і змістовним для студентів, а також сприятиме формуванню компетентностей, необхідних для успішної діяльності у сфері готельно-ресторанної справи та туризму. У роботі узагальнено досвід використання такого підходу і запропоновано рекомендації щодо побудови навчально-методичного комплексу для забезпечення досягнення відповідних результатів навчання з урахуванням специфіки підготовки майбутніх фахівців сфери гостинності.

УДК 004.9

Система моніторингу енергоспоживання для IoT-застосунку SmartPlug

аспірант Миськів С.Б., проф. Вітер М.Б.

Зростання кількості IoT-пристроїв у сфері енергетики вимагає створення ефективних систем моніторингу, здатних забезпечити надійний збір та аналіз великих обсягів даних. Метою даного дослідження є створення та налаштування системи моніторингу для IoT-застосунку на контейнерній архітектурі з використанням Docker Compose, що включає три основні компоненти: застосунок SmartPlug API, який експортує метрики через HTTP endpoint, VictoriaMetrics для збору та зберігання часових рядів, та Grafana для візуалізації даних. Використання контейнеризації забезпечує швидке розгортання, ізоляцію компонентів та можливість незалежного масштабування окремих сервісів. Система збирає широкий спектр метрик, що включають як технічні показники (використання пам'яті, CPU, кількість HTTP запитів), так і бізнес-метрики енергоспоживання. Основні метрики включають загальну

кількість зареєстрованих пристроїв, кількість активних з'єднань, поточне споживання електроенергії для кожного пристрою, статистику обробки MQTT повідомлень та результати ML прогнозів. VictoriaMetrics налаштована на збір метрик з інтервалом 15 секунд з ретенцією даних протягом одного року. Візуалізація даних реалізована через Grafana з набором інтерактивних дашбордів, що дозволяють відстежувати стан системи в режимі, близькому до реального часу. Для аналізу даних використовуються PromQL запити з агрегаціями та функціями для виявлення трендів споживання енергії. Система алертингу налаштована для критичних ситуацій: перевищення порогових значень споживання, відсутність MQTT повідомлень та збої у фонових завданнях обробки даних.

УДК 04.08

Технології розробки низькорівневого програмного забезпечення для керування накопичувачами

проф. Вітер М.Б., магістр Щеголь А.А., студент Чайка В.В.

У дослідженні здійснено аналіз архітектурних рішень для керування даними на рівні фізичних секторів. На основі аналізу сформульована задача розроблення програмного забезпечення, здатного ефективно сканувати великі обсяги носіїв для виявлення специфічних байтових сигнатур (наприклад, "USBC"), які позначають початок структур даних. В результаті проведених досліджень розроблено та реалізовано атомарний (по-секторний) алгоритм обробки, який виконує циклічну ротацію секторів у межах знайдених блоків. Такий підхід забезпечує високу цілісність даних і мінімізує ризики пошкодження інформації в разі аварійного збою живлення, що є критично важливим для низькорівневих операцій. Для гарантування надійності впроваджено механізми верифікації запису, маркування оброблених блоків (сигнатура "DONE") та примусового очищення дискового кешу (FlushFileBuffers). Програмний модуль розроблено на мові C++ з використанням Windows API. Виконано тестування продуктивності та надійності роботи програми на фізичних дисках та їх образах, що підтвердило здатність розробленого ПЗ ефективно та безпечно виконувати модифікацію даних на рівні секторів.

УДК 004.42:519.1:656.1

Оптимізація транспортної логістики шляхом впровадження двостороннього алгоритму A* на Python

доц. Шумейко О.А., студент Заболотний Я.О.

Розглядається розробка програмного забезпечення для пошуку найкоротшого шляху за допомогою двостороннього (Bidirectional) A*, який дозволяє скоротити простір пошуку до 50%. На відміну від стандартного A*, двосторонній пошук ідеально підходить для ситуацій, коли точка старту та цілі відомі заздалегідь. Це дозволяє системі уникати зайвого сканування вузлів, що знаходяться далеко за межами цільового напрямку. Реалізація двостороннього A* на Python має свої специфічні нюанси, пов'язані як з архітектурою алгоритму, так і з особливостями мови (динамічна типізація, GIL, швидкість

виконання). Ключовими особливостями, на було акцентовано увагу при розробці, це: питання використання швидких черг пріоритетів, узгоджена евристика (Consistent Heuristic), яка є критичною для надійності (якщо евристики для прямого та зворотного пошуку не "збалансовані", алгоритм може працювати некоректно); врахування дорожніх умов за допомогою ваги ребер на графі дорожньої мережі (для нашої задачі вага ребра — це не відстань, а час або вартість перевезень); питання підвищення швидкості виконання програми та ефективності використання пам'яті.

УДК 004.9:005.33:658.8

Інформаційна управляюча система взаємовідносин з клієнтами (CRM) для сфери послуг

доц. Шумейко О.А., студент Єфремова О.А.

Розглядається процес розробки інформаційної системи для автоматизації бізнес-процесів малого підприємства сфери послуг. Інформаційна управляюча система класу CRM (Customer Relationship Management) – це програмне забезпечення, призначене для автоматизації стратегій взаємодії з замовниками, метою якого є підвищення рівня продажів, оптимізація маркетингу та покращення обслуговування клієнтів. У роботі пропонується архітектура системи, що включає базу даних клієнтів, модуль онлайн-запису та аналітичний блок для формування звітності. Актуальність теми полягає у необхідності переходу від паперового обліку до цифрових технологій управління, що дозволяє зменшити кількість помилок при плануванні ресурсів та підвищити лояльність клієнтів. Результатом роботи є діючий прототип системи, що забезпечує адміністрування бази даних та контроль виконання замовлень у реальному часі.

УДК 004.4

Проєктування та розробка файлового обмінника з інструментарієм для розробників програмного забезпечення

студент Сокур Д.О., наук. співр. Ляшко Н.І. (Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України), ст. викл. Огарков А.В.

У роботі розглядається проєктування та реалізація серверного програмного забезпечення для організації файлового обміну, яке може бути розгорнуте на персональному комп’ютері або ноутбуці без необхідності глибоких знань у сфері адміністрування серверів. Основною метою є створення легкого у використанні та гнучкого серверного рішення.

Функціонал системи включає запуск файлового сервера з мінімальними налаштуваннями, завантаження та вивантаження файлів, перегляд і видалення файлів, організацію файлів у каталоги, доступ до файлів через локальну або мережеву інфраструктуру, обмеження доступу до ресурсів, керування користувачами та ролями, налаштування прав доступу.

Розширений функціонал для розробників передбачає гнучку систему конфігурації серверних параметрів, модульну архітектуру, підключення та розробку додаткових модулів, інтеграцію з зовнішніми системами через API,

логування подій, моніторинг стану сервера, налаштування серверної логіки, адаптацію функціоналу під індивідуальні потреби, можливість подальшого масштабування системи.
Розробка програмного продукту здійснюється мовою програмування Java, що забезпечує кросплатформність, стабільність роботи та зручність подальшого розширення функціоналу.

УДК 004.4

Розробка 2D платформера на рушії Unity

студент Шарій Є.В., ст. викл. Огарков А.В., провідн. інженер Бондар О.С. (Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України), ст. викл. Поляков В.В.

Тема «Розробка 2D платформера на рушії Unity» присвячена створенню двовимірної комп'ютерної гри з використанням одного з найпопулярніших ігрових рушіїв сучасності. У роботі розглядаються основні етапи розробки гри: проєктування ігрової механіки, створення рівнів, робота з графікою та анімацією, а також реалізація керування персонажем і взаємодії з об'єктами ігрового світу.
Окрема увага приділяється використанню інструментів Unity для роботи з фізикою, колізіями та скриптами мовою C#, що дозволяє реалізувати типові для жанру платформер елементи: стрибки, пересування, перешкоди, ворогів і систему збору бонусів. Також описуються принципи оптимізації та тестування гри з метою забезпечення стабільної роботи та зручного ігрового процесу.

УДК 004.4

Проєктування та реалізація масштабованого потокового data-pipeline для обробки великих обсягів даних у режимі реального часу

студентка Колосовська Д.В., наук. співр. Ляшко Н.І. (Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України), ст. викл. Огарков А.В.

Сучасний розвиток технологій супроводжується стрімким зростанням обсягів даних, які надходять у вигляді безперервних потоків із різноманітних розподілених джерел. У багатьох сферах, зокрема в системах моніторингу, аналізу подій, обробці телеметричних даних та журналів подій, виникає потреба в оперативній обробці інформації у режимі реального часу. Для розв'язання таких задач застосовуються високонавантажені потокові data-pipeline, які забезпечують безперервний збір, передачу та обробку великих обсягів даних з мінімальними затримками. Використання розподілених архітектур дозволяє таким системам ефективно масштабуватися, забезпечувати надійність та стійкість до зростання навантажень.
Потокові архітектури обробки даних надають можливість виконувати фільтрацію, агрегацію та попередній аналіз інформації безпосередньо під час її надходження, що є критично важливим для своєчасного прийняття рішень та контролю стану систем. Застосування сучасних технологій Big Data у складі data-pipeline дозволяє ефективно працювати з високою швидкістю надходження даних та забезпечувати стабільну роботу системи в умовах інтенсивного навантаження. Тому проєктування та реалізація високонавантаженого

потокового data-pipeline є актуальною задачею, що поєднує дослідження архітектурних рішень, технологій обробки великих обсягів даних та оцінку їх ефективності у реальних умовах експлуатації.

УДК 004.4

Проєктування та розробка системи моніторингу транспортних перевезень з використанням технологій великих даних

студентка Образцова Б.С., проф. Гавриленко В.В., ст. викл. Огарков А.В.

У сучасних умовах цифровізації транспортної галузі та зростання обсягів інформації, що генерується транспортними системами, актуальним є використання технологій великих даних для ефективного моніторингу транспортних перевезень. Дані, отримані з навігаційних систем, інформаційних сервісів і журналів подій, потребують масштабованих підходів до зберігання, обробки та аналізу.

У роботі розглянуто проєктування системи моніторингу транспортних перевезень на основі технологій великих даних, що забезпечує автоматизований збір і обробку транспортних даних із використанням розподілених обчислень та оркестрації аналітичних процесів. Для зберігання й аналізу результатів передбачено застосування аналітичної платформи з можливостями пошуку, фільтрації та візуалізації даних.

У ході дослідження проаналізовано архітектуру системи та оцінено її можливості для моніторингу маршрутів, виявлення затримок і аналізу динаміки транспортних перевезень, що підтверджує доцільність використання технологій великих даних для підтримки управлінських рішень у транспортній сфері.

UDC 621.391.8:004.75

Models and methods for integrating software-defined networking (SDN) technology into 5G/6G communication systems Associate

Professor O.V. Shefer, postgraduate S.V. Myhal (National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic")

The paper presents a set of models and methods for integrating software-defined networking (SDN) technology into the architecture of fifth- and sixth-generation communication systems. The proposed approach is aimed at overcoming the limitations of traditional hierarchical network management mechanisms in conditions of ultra-high node density, service heterogeneity, and stringent requirements for latency and reliability. The methodological basis of the study is a multi-level SDN integration model, which includes: (1) an abstract control plane (C-Plane Model), which provides centralized decision-making logic and global visibility of the network state; (2) a programmable transmission plane model (D-Plane Abstraction), focused on dynamic routing and network segmentation; (3) an intelligent orchestration layer (O-Layer), combining SDN with NFV and network virtualization mechanisms to support network slicing. Methods for adaptive management of radio access and transport network resources based on SDN controllers are proposed, which take into account the stochastic nature of traffic and temporal variability of the topology. It is shown that the integration of SDN in the 5G/6G network provides increased

efficiency in the use of spectral and energy resources, reduced control delays, and increased flexibility in the deployment of new services. The results obtained form a theoretical basis for building self-organizing and cognitive networks of the next generation.

UDC 621.391:004.056:519.21

Mathematical methods of behavioral analysis of network traffic for cyber protection of telecommunication networks

Professor O.V. Shefer, postgraduate D.R. Oleksiienko (National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic")

The abstracts present a mathematical methodological analysis of network traffic behavior, aimed at increasing the efficiency of cyber protection of telecommunication networks. The relevance of the work is due to the stochastic nature of traffic, high dimensionality of observation vectors and the provision of detection of hidden anomalies under conditions of incomplete and noisy information. Network traffic is modeled as a multidimensional random process X(t)={x1(t), x2(t),…,xn(t)}, where the vector components characterize the intensity of flows, delays, packet size distribution and time intervals between events. To form a reference model of normal behavior, statistical estimates of the mathematical expectation and covariance matrix were used, which allows describing the permissible region of network states in the form of a multidimensional ellipsoid.

Anomalies are detected based on deviation criteria, in particular the Mahalanobis metric and information measures that take into account the change in traffic entropy over time. Sliding window models and Markov processes were used for dynamic analysis, which allow assessing the probability of the network transitioning to a dangerous state. It is shown that the use of mathematical models of behavioral analysis provides a reduction in the probability of missing attacks and an increase in the resilience of the cyber defense system to new types of threats.

The results obtained can be used to build adaptive intrusion detection systems and integration with intelligent mechanisms for controlling telecommunication networks.

УДК 539.3

Математичне моделювання розподілу напружень у електропружному матеріалі при повороті жорсткого еліптичного диску на границі поділу п'єзоелектричних півпросторів

провідн. наук. співр. Кирилюк В.С., ст. наук. співр. Левчук О.І., аспірант Кобзар П.Ю. (Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України)

Важливим фактором, що суттєво впливає на міцність і надійність елементів конструкцій і вимірювальних приладів, є концентрація напружень поблизу дефектів у матеріалі. Але проведення досліджень концентрації і розподілу напружень у анізотропних електропружних тілах значно ускладнюється необхідністю врахування зв'язаності силових і електричних полів. У даній доповіді на основі строгої математичної моделі досліджено розподіл напружень, що виникають у електропружному матеріалі при повороті жорсткого еліптичного диску, розташованого на границі поділу двох однакових

за властивостями п’єзоелектричних півпросторів. При розгляді задачі припускається, що жорсткий еліптичний диск розміщено на границі поділу електропружних півпросторів у площині ізотропії електропружного матеріалу, а також, що при контактній взаємодії півпросторів має місце гладкий (без тертя) контакт. Отримано точний розв’язок задачі електропружності. Проведено числові дослідження, встановлено закономірності розподілу напружень, що виникають при повороті жорсткого диску на границі поділу п’єзоелектричних півпросторів. Це дозволяє спрогнозувати міцність елемента конструкцій з електропружного матеріалу за наявності жорстких включень.

УДК 539.3

Математичне та комп’ютерне моделювання напруженого стану у п’єзоелектричному просторі при нецентральному навантаженні жорсткого еліптичного диску

провідн. наук. співр. Кирилюк В.С., аспірант Кобзар П.Ю. (Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України)

Міцність елементів конструкцій та вимірювальних приладів і надійність їх функціонування прогнозують за допомогою детального аналізу їх напружено-деформованого стану з врахуванням наявних дефектів типу порожнин, включень, тріщин, впливу зв’язаності силових і електричних полів. Проводять такий аналіз, як правило, за допомогою математичної моделі. В доповіді на основі строгої математичної моделі, що враховує зв’язаність силових і електричних полів, досліджено розподіл напружень у п’єзоелектричному трансверсально-ізотропному просторі, що виникають при нецентральному навантаженні жорсткого еліптичного диску. При розгляді задачі припускалось, що еліптичний диск розміщено у площині ізотропії електропружного трансверсально-ізотропного матеріалу. Отримано точний розв’язок задачі електропружності, у замкненому вигляді знайдено аналітичні вирази для розподілу контактних напружень під еліптичним диском, кутів повороту та переміщення диску у електропружному матеріалі. Проведено числові дослідження, встановлено закономірності розподілу напружень під диском, оцінено вплив зв’язаності силових і електричних полів на параметри контакту матеріалу з еліптичним диском для ряду п’єзокерамічних матеріалів. Це дозволить в подальшому на науково обгрунтованій основі оцінити міцність елементів конструкцій з п’єзоелектричного матеріалу.

УДК 539.3

Математичне моделювання напруженого стану при стисканні двох п’єзоелектричних півпросторів з жорсткими пропорційними за висотою включеннями між ними

провідн. наук. співр. Кирилюк В.С., ст. наук. співр. Левчук О.І (Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України)

Науково обгрунтовану оцінку надійності і міцності елементів конструкцій проводять на основі детального аналізу їх напружено-деформованого стану (з врахуванням наявних дефектів типу порожнин, включень, тріщин). Як правило,

такий аналіз, базується на використанні математичної моделі з подальшим комп'ютерним моделюванням досліджуваних процесів. У даній доповіді на основі строгої математичної моделі, що враховує зв'язаність силових і електричних полів, досліджено контактну взаємодію п'єзоелектричних трансверсально-ізотропних півпросторів з жорсткими пропорційними за висотою включеннями довільної форми між ними. При розгляді задачі припускалось, що поверхня поділу півпросторів є площиною ізотропії обох електропружних матеріалів півпросторів, а також, що має місце гладкий (без тертя) контакт. Встановлено, що при спеціальному співвідношенні висот жорстких включень довільної форми, яке залежить від властивостей обох електропружних матеріалів, і гладкому контакті півпросторів розподіл контактних напружень на обох півпросторах стає тотожним. Отримані результати дозволять у подальшому прогнозувати міцність і надійність з'єднань електропружних елементів за допомогою жорстких включень.

УДК 512.53

Напівгрупи ендотопізмів 2-нільпотентних бінарних відношень: від математичної моделі до інформаційних технологій

доц. Тоічкіна О.О. (Львівський торговельно-економічний університет)

Нехай X – непорожня множина, $\rho \subseteq X \times X$. Упорядкована пара (φ, ψ) перетворень φ та ψ множини X називається ендотопізмом бінарного відношення ρ, якщо з $(x, y) \in \rho$ випливає $(x\varphi, y\psi) \in \rho$ для всіх $x, y \in X$. Множина всіх ендотопізмів бінарного відношення ρ відносно операції покомпонентного множення утворює напівгрупу, яка називається напівгрупою ендотопізмів та позначається $Et(X, \rho)$.

Через $HEt(X, \rho)$ (відповідно $LEt(X, \rho)$, $QEt(X, \rho)$, $SEt(X, \rho)$ та $At(X, \rho)$ позначаються множини всіх напівсильних ендотопізмів (відповідно локально сильних, квазісильних, сильних ендотопізмів та автотопізмів), які для кожного непорожнього бінарного відношення ρ, визначеного на множині X, утворюють ланцюжок включень

$$Et(X, \rho) \supseteq HEt(X, \rho) \supseteq LEt(X, \rho) \supseteq QEt(X, \rho) \supseteq SEt(X, \rho) \supseteq At(X, \rho).$$

Нехай B_X – напівгрупа всіх бінарних відношень на множині X. Відношення $\rho \in B_X$ називається n-нільпотентним, якщо $\rho^n = \emptyset$ та не існує натурального числа $m < n$ з такою властивістю.

У роботі вивчаються умови існування шести типів ендотопізмів 2-нільпотентного бінарного відношення, а також всі можливі значення ендотипу 2-нільпотентного бінарного відношення відносно його ендотопізмів.

Напівгрупи перетворень алгебраїчних систем є одними з найбільш поширених похідних структур, за допомогою яких можна ефективно вивчати загальні властивості заданих систем. При вивченні реляційних систем, зокрема графів та гіперграфів, особливий інтерес представляють різні типи напівгруп ендоморфізмів та їх узагальнень – напівгруп ендотопізмів – що зберігають їх реляційну структуру. З іншого боку перетворення реляційних систем можна інтерпретувати як структурно зберігаючі перетворення моделей обчислень. У термінах комп'ютерних наук це відповідає моделям з обмеженою глибиною композиції, де відсутні нетривіальні послідовності переходів. Такі структури

можуть використовуватися для опису однотактових або реактивних систем, а також моделей, у яких кожна дія є незалежною та не породжує подальших переходів. Відповідне дослідження має потенціал для застосування в теоретичних аспектах комп'ютерних наук, пов'язаних з формальним моделюванням, аналізом та трансформацією дискретних систем.

УДК: 004:378

Впровадження Agile-методологій у навчальний процес підготовки IT-фахівців

доц. Олійник Р.В. (Львівський торговельно-економічний університет)

Умови стрімкої цифрової трансформації та динамічні зміни вимог IT-ринку зумовлюють необхідність перегляду традиційних підходів до організації навчального процесу у закладах вищої освіти. Сучасний фахівець з комп'ютерних наук має володіти не лише ґрунтовними теоретичними знаннями, а й практичними навичками командної роботи, гнучкого планування, швидкої адаптації до змін та безперервного самонавчання. Відтак особливої актуальності набуває адаптація Agile-методологій як складника новітніх інформаційних технологій у навчальному процесі.

Agile-підхід у навчальному процесі доцільно розглядати як практичну модель організації проєктної роботи студентів, де навчання будується навколо коротких ітерацій та регулярного отримання перевірюваного результату. На відміну від лінійної схеми, Agile-організація може забезпечувати постійні точки контролю прогресу, раннє виявлення проблем і своєчасне коригування як технічних рішень, так і процесу командної взаємодії.

У межах підготовки фахівців з комп'ютерних наук запропонований підхід може реалізовуватися через навчальні проєкти тривалістю 4–8 тижнів, які доцільно розділяти на 2–4 спринти по 1–2 тижні. На старті кожного спринту команда може формувати короткий backlog із user stories та простими критеріями приймання. Завершення спринту доцільно фіксувати демонстрацією інкременту та короткою ретроспективою, де визначаються 1–2 покращення на наступну ітерацію. Такий формат може зменшувати ризик «проєкту наприкінці семестру», коли результат складно запустити або оцінити об'єктивно.

З технічної точки зору Agile у навчанні доцільно поєднувати з інструментами, що відображають реальну практику розробки. Зокрема, може бути виправданим використання Git-репозиторію, трекера задач, а також базових практик якості: лінтинг, форматування, мінімальні тести та CI. У межах спринтів студенти можуть проходити повний цикл створення програмного продукту: уточнення вимог, проєктування (контракти API, структура даних), реалізація модулів, тестування, підготовка релізу та короткий опис рішення.

Практичний результат такого впровадження може проявлятися у формуванні компетентностей, які складно отримати традиційними лабораторними роботами: декомпозиція задач і планування, командна координація, відповідальність за інкремент, комунікація під час code review, презентація результату та аргументація технічних рішень. Для викладача підхід може дати більш об'єктивне оцінювання, оскільки оцінюються не лише звіти, а й

артефакти розробки: виконані задачі, якість pull request, проходження тестів, відтворюваність збірки та узгодженість документації з продуктом.
Отже, адаптація Agile-методологій у навчальному процесі може розглядатися як практичний напрям упровадження новітніх інформаційних технологій в освіту. Вона може підвищувати прикладну цінність навчання, наближати підготовку студентів до реальних умов ІТ-індустрії.

УДК 004.9

Метод виключення великоперіодичних нерівностей поверхні

мол. наук. співр. Бондар Є.А. (Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України), ст. викл. Поляков В.В, студент Титович Д.С.

На виробництві знання шорсткості поверхні матеріалів має важливе значення. Підбір оптимальних параметрів шорсткості поверхонь, що механічно взаємодіють для приладів, машин, агрегатів подовжує термін їх експлуатації, економить електроенергію. Вивчення шорсткості поверхонь відбувається на різних масштабних (макро-, мезо-, мікро- і нано) рівнях, в залежності від конструктивних вимог.
У випадку даного повідомлення досліджували поверхню шорсткості алюмінію марки АД0 по зображенню, збільшеного в 1000 разів, яке було отримане на оптичному профілометрі. Зображення оброблялося в програмному пакеті OriginLab. Зображення шорсткої поверхні матеріалу розглядають як матрицю дискретних значень шорсткості, де темні ділянки відповідають мінімумам, а світлі максимумам поверхні, відносно середнього значення. Як відомо є значення шорсткості з великим періодом нерівностей (хвилястість), середнім і малим, що відповідає повільній зміні інтенсивності зображення, середній і швидкій. При вивченні шорсткої поверхні на мікрорівні часто виключають нерівності з великим періодом. Для цього застосовують фільтри високої частоти, але вони можуть спотворювати значення шорсткості, які знаходяться поза діапазоном роботи фільтру.
Запропонований нами метод дозволяє уникнути ці недоліки. Суть метода полягає в тому, щоб від матриці зображення відняти площину, яка має той самий нахил і найбільший період нерівностей, що і досліджувана поверхня (це досягається за допомогою функції апроксимації площиною). Найбільший період нерівностей визначаються за допомогою стандартних функцій швидкого перетворення Фур'є в OriginLab за допомогою яких знаходимо найбільш потужні гармоніки нерівностей поверхні вздовж її довжини і ширини.
Переваги методу відносна простота реалізації виключення великоперіодичних мезомаштабних нерівностей поверхні за допомогою програмного пакету OriginLab з метою вивчення мікрошорсткості поверхні.

УДК 004.9

Додаток для передачі повідомлень в інфокомунікаціях

магістр Комар Г.М., студент Шарій Є.В., проф. Зубрецька Н.А.

Інфокомунікації – сукупність засобів телекомунікації (електрозв'язку) та інформатики, що забезпечує доставляння сигналів електрозв'язку від джерел до

споживачів, уможливлюючи ідентифікацію інформаційного змісту цих сигналів і використання оптимальних методів їх обробки, зокрема передавання, маршрутизації, перетворення, програмування. Оптимізація ефективності роботи інфокомунікаційних систем стає нагальною проблемою, вирішення якої можливе, якщо одночасно використовувати сучасні технології зв'язку та інформаційні технології. У результаті аналізу процесів і засобів моделювання, характеристик сучасних інокомунікаційних мереж, сформульовано переваги і недоліки розподілених систем та їх апаратних рішень, вимоги до сучасних методів і засобів моделювання. Окрему увагу приділено дослідженню наукових шкіл побудови сучасних інфокомунікаційних систем і технологій, інформаційний пошук з використанням інформаційно-довідкових систем і спеціалізованих баз даних дозволив знайти аналоги розроблюваної системи та класифікаційні шифри МПК.

Обгрунтовано вибір засобів розробки системи обміну повідомленнями для опису інтерфейсу, створення динамічних, інтерактивних веб-сторінок, зазначено характеристики та переваги технології серверних сценаріїв Active Server Pages (ASP), ASP.NET Core і ASP.NET MVC, сформульовано відмінності між Razor Pages та MVC. Проаналізовано та обґрунтовано використання інструментарію – Blazor Hybrid, SignalR, gRPC. Розроблено програмну реалізацію додатку, наведено його загальну характеристику із зазначенням архітектури, багатофункціональної серверної структури і способів побудови сервера. Показано складові додатку обміну даними між компонентами розподіленої системи (системи ідентифікації та обліку стану клієнтів, доставки повідомлень), показано її інтерфейс, як сукупність специфікацій усіх сервісів програмної компоненти. Розроблений додаток характеризується високою автономністю клієнтів, можливістю відкритого шифрування повідомлень без участі сервера та полегшеним масштабуванням серверів.

УДК 004.9

Розробка веб-застосунку для автоматизації процесів обліку товарів та управління замовленнями магазину комп'ютерної техніки

студент Муравов А.К., доц. Кучер П.В.

Ефективність функціонування магазинів комп'ютерної техніки значною мірою визначається рівнем автоматизації процесів обліку товарів зі специфічними технічними характеристиками, зокрема сумісністю комплектуючих, робочими частотами, типами та обсягами пам'яті, а також ефективністю управління замовленнями клієнтів. Наявність великої кількості позицій із подібними назвами, але різними параметрами, ускладнює ручний облік і підвищує ризик виникнення помилок. Використання застарілих або недостатньо автоматизованих засобів обліку призводить до пересортиці товарів, неточностей у складських залишках та затримок в обслуговуванні клієнтів, що негативно впливає на якість сервісу, рівень задоволеності покупців і загальну ефективність діяльності магазину.

Актуальність даної роботи зумовлена необхідністю впровадження спеціалізованого програмного забезпечення, яке забезпечує мінімізацію впливу

людського фактору під час виконання операцій складського обліку та обробки замовлень. Автоматизація ключових процесів дозволяє знизити ймовірність помилок, пов'язаних із ручним введенням даних, підвищити точність облікової інформації та суттєво прискорити бізнес-процеси, пов'язані з управлінням товарними залишками, формуванням і супроводом замовлень клієнтів.
Метою роботи є проектування та реалізація веб-застосунку для автоматизації складського обліку та управління життєвим циклом замовлень. Об'єктом дослідження є процес управління продажами комплектуючих, предметом – методи створення веб-орієнтованих систем. Для реалізації системи обрано архітектуру Client-Server (REST API). Клієнтська частина (Frontend) розроблена на React 18 із використанням TypeScript. Це забезпечує сувору типізацію та знижує кількість помилок. Для адаптивного інтерфейсу та Dashboard-панелі використано фреймворк Tailwind CSS. Серверна частина (Backend) побудована на NestJS (Node.js). Модульна архітектура та підтримкою Dependency Injection дозволяють легко масштабувати систему. В якості СУБД обрано PostgreSQL, що гарантує надійність даних (ACID). Взаємодія з базою реалізована через Prisma ORM, що автоматизує генерацію типів.
Функціонал системи включає: модуль CRUD-операцій для товарів зі складною структурою характеристик; трекінг статусів замовлень (Processing, Shipped, Delivered); валідацію даних для захисту від SQL-ін'єкцій. Практичне значення роботи полягає у створенні продукту, що скорочує час обробки замовлення на 30-40% та автоматизує контроль складських залишків.

УДК 004.8

Машинне навчання у створенні інтелектуальних програмних систем

асист. Богуславський М.Ю., студентка Василишенко І.В., проф. Гавриленко В.В.

Машинне навчання є одним із найдинамічніших напрямів розвитку сучасних інформаційних технологій, що забезпечує створення програмних систем, здатних до самостійного аналізу даних, адаптації до змін середовища та прийняття рішень без прямого програмування кожного кроку. Його основою є використання алгоритмів статистичного аналізу, нейронних мереж і методів оптимізації, які дозволяють системам навчатися на основі накопиченого досвіду. У сучасному цифровому середовищі обсяги даних зростають експоненційно, що робить машинне навчання ключовим інструментом для ефективної обробки інформації.
У перспективі машинне навчання сприятиме створенню автономних інтелектуальних систем, здатних самостійно оптимізувати процеси в промисловості, транспорті, медицині та державному управлінні. Однак ефективне впровадження цих технологій потребує поєднання технічних інновацій із відповідальним підходом до роботи з даними, етичними принципами та міждисциплінарною співпрацею фахівців різних галузей. Додатково важливим напрямом розвитку є створення інтерпретованих моделей машинного навчання, які забезпечують зрозумілість рішень для користувачів і підвищують рівень довіри до автоматизованих систем. Удосконалення стандартів прозорості алгоритмів сприятиме безпечнішому впровадженню інтелектуальних технологій у суспільстві та бізнесі.

УДК 004.77

Хмарні технології як фундамент сучасної програмної інфраструктури

асист. Богуславський М.Ю., студент Калюжний Є.Б., проф. Гавриленко В.В.

Однією з головних переваг хмарних технологій є можливість динамічного масштабування ресурсів залежно від навантаження. Це дозволяє забезпечувати стабільну роботу вебзастосунків і корпоративних систем навіть у періоди пікової активності користувачів. Моделі програмного забезпечення як сервісу, платформи як сервісу та інфраструктури як сервісу значно спрощують процеси розробки, тестування та розгортання програмних продуктів. Завдяки цьому розробники можуть зосередитися на створенні функціоналу та бізнес-логіки застосунків, не витрачаючи ресурси на адміністрування серверної інфраструктури.

Одним із ключових питань є забезпечення інформаційної безпеки та захисту персональних даних. Передача інформації через мережу Інтернет і зберігання її на віддалених серверах підвищують ризики несанкціонованого доступу та витоку даних. Для мінімізації загроз використовуються сучасні методи шифрування, багаторівневі системи автентифікації, контроль доступу та постійний моніторинг інфраструктури.

Отже, хмарні технології виступають фундаментом сучасної програмної інфраструктури, забезпечуючи гнучкість, масштабованість і доступність цифрових сервісів. Їх подальший розвиток визначатиме напрям еволюції інформаційних систем у різних галузях економіки. Водночас ефективне використання хмарних платформ потребує комплексного підходу до безпеки, правового регулювання та управління ризиками, що дозволить повною мірою реалізувати потенціал цих технологій у цифровому суспільстві. Подальші дослідження у сфері хмарних обчислень мають бути спрямовані на підвищення рівня автономності сервісів.

УДК 004.777

Сучасні підходи до розробки високопродуктивних веб-застосунків

асист. Богуславський М.Ю., студентка Василишенко І.В., проф. Гавриленко В.В.

Важливим аспектом сучасної веб-інженерії є автоматизація процесів розгортання та тестування. Використання безперервної інтеграції та доставки дозволяє швидко впроваджувати оновлення, зменшуючи ризик помилок і простоїв сервісів. Автоматизовані середовища забезпечують відтворюваність конфігурацій і спрощують масштабування системи в умовах зростання навантаження. У перспективі розвиток веб-застосунків буде спрямований на подальше підвищення продуктивності, інтеграцію з інтелектуальними сервісами та адаптацію до нових типів пристроїв. Зростання ролі хмарних платформ і розподілених обчислень сприятиме створенню більш гнучких і стійких рішень.

Сучасні підходи до розробки веб-застосунків базуються на поєднанні ефективної архітектури, оптимізації ресурсів і комплексного забезпечення безпеки. Їх подальший розвиток визначатиме якість цифрових сервісів у різних галузях економіки та суспільства. Подальші дослідження мають бути

спрямовані на вдосконалення методів масштабування, автоматичного управління навантаженням і підвищення стійкості веб-систем у середовищах із високою динамікою використання.

УДК 004.62

Аналітика великих даних як інструмент розвитку цифрової економіки

асист. Богуславський М.Ю., студент Калюжний Є.Б., проф. Гавриленко В.В.

Аналітика великих даних дозволяє організаціям перетворювати необроблену інформацію на цінні знання для прийняття управлінських рішень. Завдяки використанню розподілених обчислювальних систем і сучасних алгоритмів обробки інформації стає можливим аналіз даних у режимі реального часу. Це особливо важливо для електронної комерції, фінансового сектору та логістики, де оперативність реагування на зміни ринку визначає конкурентоспроможність компаній.

Важливим елементом аналітики великих даних є інтеграція методів машинного навчання, які дозволяють автоматично виявляти закономірності, прогнозувати поведінку користувачів і оптимізувати бізнес-процеси. Наприклад, у маркетинговій сфері Big Data використовується для персоналізації рекламних кампаній, аналізу споживчих уподобань і формування індивідуальних пропозицій. У фінансових установах аналітичні системи допомагають оцінювати кредитні ризики та виявляти підозрілі операції, зменшуючи рівень шахрайства.

Окрім бізнес-застосувань, великі дані відіграють важливу роль у розвитку науки, медицини та державного управління. Аналіз медичних записів і результатів обстежень сприяє ранньому виявленню захворювань та формуванню персоналізованих підходів до лікування. У сфері міського управління дані з сенсорів і транспортних систем використовуються для оптимізації руху, енергоспоживання та забезпечення безпеки громадян. Таким чином, Big Data стає основою створення інтелектуальних міст і цифрових сервісів нового покоління.

УДК 004.42

Оцінювання ефективності принципів геймифікації у веб-інтерфейсах освітніх платформ

доц. Сватко В.В., PhD студент Бодня А.В.

Сучасні освітні платформи активно впроваджують елементи геймифікації (бали, рівні, бейджі, прогрес-бари) для підвищення мотивації та залученості користувачів. Водночас актуальною залишається проблема об’єктивного оцінювання їх ефективності та реального впливу на взаємодію з веб-інтерфейсом.

У роботі запропоновано підхід до оцінювання ефективності геймифікації на основі аналізу поведінкових метрик: тривалості навчальної сесії, частоти повернення, рівня завершення модулів та активності взаємодії з елементами інтерфейсу. Оцінювання здійснюється шляхом порівняння показників до та після впровадження геймифікаційних механік або в межах A/B-тестування.

Отримані результати дозволяють виявити найбільш впливові механіки та сформувати рекомендації щодо оптимізації веб-інтерфейсів освітніх платформ з метою підвищення залученості користувачів і якості цифрового навчального середовища.

УДК 656.013:004.73

IoT-пристрої моніторингу завантаженості дорожньої мережі в інформаційних системах управління доставкою вантажів

доц. Сватко В.В., PhD студент Шишлянніков О.Ю.

Зростання транспортного навантаження в місті Києві потребує використання сучасних IoT-пристроїв для оперативного моніторингу стану дорожньої мережі. До основних засобів збору даних належать відеокамери з функціями комп'ютерного зору, індукційні петлі, радарні та магнітометричні сенсори, а також GPS-трекери й телематичні модулі вантажного транспорту. Зазначені пристрої забезпечують отримання в режимі реального часу інформації про інтенсивність руху, швидкість транспортних потоків і фактичний час проходження маршрутів на вулично-дорожній мережі Києва.

Інтеграція даних із IoT-пристроїв в інформаційні системи управління доставкою вантажів створює основу для формування адаптивних маршрутів з урахуванням поточної завантаженості мережі. Використання сенсорних і телематичних технологій підвищує точність оцінювання дорожньої ситуації, зменшує ризик затримок та сприяє підвищенню ефективності логістичних рішень в умовах динамічного міського середовища Києва.

УДК 004.42

Алгоритми адаптивної маршрутизації в інформаційних системах логістичного управління

доц. Сватко В.В., PhD студент Попченко Є.С.

Сучасна логістика функціонує в умовах динамічного транспортного середовища, де інтенсивність руху, затори та обмеження на окремих ділянках мережі змінюються в режимі реального часу. Для забезпечення ефективності доставки вантажів необхідне застосування адаптивних алгоритмів маршрутизації, які здатні оперативно враховувати поточний стан транспортної мережі та підбирати оптимальні маршрути з урахуванням часу доставки, витрат і надійності перевезень.

У роботі розглянуто інтеграцію класичних алгоритмів пошуку найкоротших шляхів з методами оптимізації маршрутів транспортних засобів та метаевристичними підходами, такими як генетичні алгоритми і алгоритми мурашиних колоній. Використання інформаційних систем дозволяє обробляти дані з IoT-пристроїв, GPS-трекерів та сенсорів дорожньої мережі, формувати альтернативні маршрути та автоматично пропонувати найбільш ефективний варіант для доставки вантажів. Запропоновані алгоритми забезпечують підвищення оперативності, точності прийняття рішень і зниження логістичних витрат у динамічних умовах міського та міжміського транспорту.

УДК 004.9:378.147

Структура професійної компетентності програміста

ст. викл. Бердо Р.С.

У сучасних умовах цифрової трансформації суспільства професійна діяльність програмістів характеризується високим рівнем складності, міждисциплінарності та соціальної зумовленості, що актуалізує переосмислення традиційних підходів до формування професійної компетентності фахівців у галузі інженерії програмного забезпечення. Відтак, компетентність програміста доцільно розглядати як цілісне інтегративне утворення, що поєднує технічні та м'які компоненти і забезпечує ефективність професійної діяльності в умовах командної розробки програмних продуктів.

Технічні компетентності програміста виступають базовим структурним компонентом зазначеної моделі та охоплюють систему спеціалізованих знань, умінь і навичок, необхідних для проєктування, реалізації, тестування та супроводу програмного забезпечення. До їх складу належать володіння мовами програмування, алгоритмічним мисленням, структурами даних, принципами об'єктно-орієнтованого та компонентного проєктування, архітектурними патернами, технологіями роботи з базами даних, системами керування версіями та засобами забезпечення інформаційної безпеки. Зазначені компетентності забезпечують технічну коректність, продуктивність і масштабованість програмних систем.

Водночас м'які компетентності виконують функцію регулятора та модератора професійної діяльності програміста, забезпечуючи ефективну реалізацію технічного потенціалу в соціально-організаційному середовищі. До них відносять комунікативну, командну, рефлексивну, організаційну та адаптивну компетентності, а також здатність до критичного аналізу професійних ситуацій і прийняття обґрунтованих рішень в умовах невизначеності. Саме м'які компетентності визначають рівень професійної взаємодії між учасниками проєкту, якість міжособистісної комунікації та здатність до ефективного розв'язання конфліктних і проблемних ситуацій.

У межах структурно-функціональної моделі інтеграція технічних і м'яких компетентностей розглядається як взаємозумовлений процес, у якому технічний компонент забезпечує предметно-змістову основу професійної діяльності, а м'який – її соціально-психологічну та організаційну ефективність. Така інтеграція сприяє формуванню програміста як суб'єкта професійної діяльності, здатного до саморозвитку, професійної рефлексії та адаптації до динамічних умов ІТ-галузі.

Отже, підготовка майбутніх програмістів має здійснюватися з урахуванням інтегративного характеру професійної компетентності, що передбачає цілеспрямоване формування як технічних, так і м'яких компетентностей у межах освітнього процесу закладів вищої освіти.

УДК 004.946

Інтерактивний симулятор метро: цифрова реконструкція Харківського метрополітену станом на 1975 рік

ст. викл. Бердо Р.С., студент Піддубний О.Р.

У контексті розвитку цифрових технологій та зростання інтересу до збереження культурної й інженерної спадщини особливої актуальності набувають проєкти, спрямовані на віртуальну реконструкцію об’єктів міської інфраструктури. Харківський метрополітен як складний інженерний і соціокультурний об’єкт є важливим елементом історичного розвитку міста, а його цифрове відтворення дозволяє поєднати освітні

Метою проєкту є створення інтерактивного тривимірного симулятора першої черги Харківського метрополітену, що забезпечує можливість віртуального відвідування станцій метро у вигляді, наближеному до їх стану на момент відкриття у 1975 році, з використанням сучасних засобів 3D-моделювання та інтерактивної візуалізації.

У межах проєкту застосовано методи аналізу архівних матеріалів, просторового 3D-моделювання, цифрової візуалізації та інтерактивного проєктування. Віртуальне середовище формується на основі історичних фотодокументів, креслень і описів, що забезпечує достовірність відтворення архітектурних та дизайнерських особливостей станцій метрополітену.

Проєкт передбачає детальне візуальне відтворення інтер’єрів станцій, симуляцію руху поїздів, функціонування інформаційних табло та відтворення характерного звукового середовища. Реалізовано можливість віртуальної 3D-прогулянки з інтерактивними елементами, які дозволяють користувачеві взаємодіяти з об’єктами середовища та отримувати додаткову довідкову інформацію.

Розроблений симулятор може бути використаний у освітньому процесі закладів вищої освіти, музейній та виставковій діяльності, а також як інструмент цифрового збереження історико-інженерної спадщини та популяризації міської історії засобами інформаційних технологій.

УДК 539.3

Новий метод визначення форм пружних хвиль (коливань) у періодично-неоднорідних середовищах

доц. Левченко В.В. (Національний університет біоресурсів і природокористування України)

У класичних лінійних задачах теорії хвиль і коливань дискретних і континуальних систем з дискретними (скінченими або зліченими) частотними спектрами алгоритм визначення власних частот і форм вимагає першочергового обчислення власних частот з наступним визначенням власних форм. Аналогічна послідовність дій розв'язку спектральних завдань була запропонована у статті і застосована у наступних публікаціях для систем з кусково-неперервним спектром для поширення об'ємних хвиль у періодично-неоднорідних середовищах. У цій роботі спочатку знаходяться зони

пропускання об'ємних хвиль, а потім для довільних частот з цих зон за загальним розв'язанням задачі визначаються відповідні форми хвильових рухів.
В даній роботі пропонується новий метод визначення форм колівань для систем із кусково-неперервним спектром. Метод полягає в тому, що спочатку задається кратною періоду структури періодичності обвідної кривої загального розв'язку, потім знаходяться частоти коливань із зони пропускання (власні частоти) і для них будують форми хвильових рухів у структурі (у межах заданої періодичності обвідної).

УДК 534.21:537.226.86

Акустоелектричні хвили зсуву в слоїсто-періодичній структурі «п'єзоелектрик - щілина»

доц. Левченко В.В. (Національний університет біоресурсів і природокористування України)

Широке застосування в різних галузях науки і техніки знайшли багатошарові слоїсто-періодичні структури з електропружних матеріалів, що зумовлює потребу в детальному моделюванні та вивченні закономірностей поширення акустоелектричних хвиль у шаруватих середовищах з п'єзоефектом. У рамках концепцій механіки суцільного середовища для побудови та аналізу дисперсійних рівнянь, що описують поширення об'ємних, поверхневих та хвилеводних мод різної поляризації в шарувато-періодичних середовищах різних типів, було запропоновано низку підходів. У цій роботі на основі підходу вивчаються об'ємні акустоелектричні хвилі зсуву, що поширюються в регулярно-шаруватій структурі «п'єзоелектрик-вакуумний проміжок». Дисперсія таких хвиль визначається зв'язком п'єзоелектричних шарів електричними полями через проміжок.
Отримані результати дозволяють простежити зміну ширини зони пропускання зі зростанням товщини вакуумного проміжку.
В результаті чисельних експериментів встановлено існування зон пропускання для об'ємних електроакустичних хвиль у регулярно-шаруватих середовищах типу «п'єзоелектрик – щілина». Ці зони дуже вузькі в порівнянні з зонами запирання і локалізовані в околиці кривих дисперсійних нормальних хвиль у пластині п'єзоелектрика Зі збільшенням товщини вакуумного зазору ширина зон пропускання стає дедалі меншою і вироджується в лінію.

УДК 004.5

Суб’єктивні та об’єктивні аспекти розробки користувацьких інтерфейсів

асист. Карманов Р.В., проф. Зубрецька Н.А.

У сучасних стандартах розробки інтерфейсів користувача існує проблема співвідношення об’єктивних формалізованих метрик архітектури та суб’єктивної стилізації окремих елементів з врахуванням особливостей психофізичного сприйняття людини. Методологія розмежування цих аспектів передбачає оцінювання низки прикладних інтерфейсів за об’єктивними показниками (швидкість завантаження, доступність шрифтів та елементів, ієрархія інформації та розмежування змістових блоків) й суб’єктивними

(кольорова палітра, візуальна симетрія, простота фігур елементів, плавність анімацій взаємодії). Для оцінки ефективності суб'єктивних критеріїв, передбачено створення комбінацій з перемішуванням цих аспектів, зберігаючи функціональні властивості, з метою подальшого залучення респондентів.
Результати кореляційного аналізу демонструють, що об'єктивні функціональні метрики не впливають на психологію сприйняття користувача, а суб'єктивні показники різняться в залежності від респондента, при цьому рівень їх впливу на користувацький досвід є значно меншим у порівнянні з базовими об'єктивними критеріями. Це демонструє, що процес розробки архітектури інтерфейсу може бути відокремлений від суб'єктивної стилізації, не жертвуючи функціоналом заради візуальної узгодженості.

УДК 004.5

Розмежування суб'єктивних та об'єктивних принципів побудови інтерфейсів на прикладі відключення CSS при розробці HTML сторінки

асист. Карманов Р.В., проф. Зубрецька Н.А.

У сучасній цифровій доктрині інтерфейс слугує посередником між користувачем та інформаційною системою, що створює необхідність врахування впливу фактору людського сприйняття функціональної архітектури. Однією з ключових проблем при розробці є змішування машинних (об'єктивних) та людських (суб'єктивних) норм, що ускладнює масштабування, підтримку та адаптацію інтерфейсу до різних платформ.
Репрезентативним прикладом розмежування цих аспектів є відокремлення структури HTML документу від його стилістичного оформлення за допомогою CSS файлу. Об'єктивні принципи HTML побудови базуються на логіці архітектури системи, її семантичній структурі, сценаріях взаємодії, ієрархії елементів та апаратних можливостях. Вони визначають каркас системи незалежно від її зовнішнього оформлення. Суб'єктивні принципи охоплюють закони симетрії та гармонії візуальної композиції, стилістичну ідентичність, типографіку та підбір кольорів для впливу на психіку людини, з метою донесення бажаного настрою та заклику до дії. У разі відключення CSS налаштувань, функціональна та змістова цілісність сторінки зберігається, тобто HTML документ є повністю придатним для взаємодії, а його зміст залишається зрозумілим для користувача. В той же час, після повторного включення CSS файлу, змінюється лише швидкість взаємодії та час, проведений користувачем.

УДК 004.9

Застосування технологій реального часу для моніторингу та оптимізації виробничих процесів у закладах харчування

аспірант Скригун В.О., проф. Грибков С.В. (Національний університет харчових технологій, м. Київ)

Впровадження технологій Інтернету речей (IoT) та систем аналітики в реальному часі дозволяє трансформувати операційні процеси закладів харчування, переводячи їх на якісно новий рівень управління.

Дослідження Roy et al. (2022) демонструє, що застосування аналітики даних у ресторанному бізнесі створює нові можливості для оптимізації ключових операційних процесів: управління резервуваннями, проектування меню, багатоканального прийому замовлень. Protopappas et al. (2025) розробили IoT-сервіси для моніторингу ланцюгів постачання харчової продукції, що дозволяють відстежувати температуру, вологість та інші критичні параметри у режимі реального часу. Alimadani et al. (2025) у своєму системному огляді виявили основні напрямки застосування IoT у харчовій промисловості: моніторинг вологості, pH, вмісту жирів та цукру, контроль температури та вологості середовища протягом усього виробничого процесу.

Запропонована інформаційна технологія базується на трирівневій архітектурі: рівень збору даних (IoT-сенсори температури, вологості, ваги, якості повітря), рівень обробки та аналізу (edge computing, хмарні платформи), рівень прийняття рішень (dashboard-системи, AI-модулі прогнозування). Інтеграція цих компонентів забезпечує безперервний моніторинг критичних параметрів виробництва.

Основні переваги технології: контроль якості та безпеки - автоматичне відстеження температурних режимів зберігання та приготування продукції з миттєвими сповіщеннями про відхилення від норм HACCP; оптимізація запасів - прогнозування попиту на основі історичних даних та поточних трендів, що дозволяє зменшити харчові відходи на 15-25%; підвищення продуктивності - аналіз часу виконання замовлень, виявлення вузьких місць у виробничому процесі; енергоефективність - моніторинг та оптимізація роботи холодильного та теплового обладнання;

Впровадження системи передбачає інсталяцію бездротових сенсорів у критичних точках (холодильні камери, зони приготування, склади), інтеграцію з існуючими POS-системами, налаштування автоматизованих звітів та сповіщень. Хмарна платформа забезпечує доступ до даних у реальному часі через вебінтерфейс та мобільний додаток.

Основні недоліки полягають в необхідності інвестицій у IoT-інфраструктуру, навчання персоналу, забезпечення кібербезпеки даних. Перспективними напрямками є інтеграція з системами штучного інтелекту для предиктивної аналітики, використання технології blockchain для повної трансформації виробничих процесів закладів харчування.

Застосування технологій реального часу для моніторингу виробничих процесів у закладах харчування є критично важливим фактором підвищення конкурентоспроможності. Інтеграція IoT-сенсорів, систем аналітики та AI створює передумови для переходу від реактивного до проактивного управління, забезпечуючи високу якість продукції, операційну ефективність та задоволеність клієнтів.

УДК 004

Реактивне програмування у мобільних застосунках

аспірант Поліщук Ю.О., проф. Грибков С.В. (Національний університет харчових технологій, м. Київ)

Обґрунтовано доцільність застосування реактивного програмування для розроблення сучасних мобільних застосунків, що характеризуються високою асинхронністю та динамічністю потоків даних.

Сучасні мобільні застосунки характеризуються високим рівнем складності, інтерактивності та асинхронності. Користувач очікує миттєвої реакції інтерфейсу на свої дії, а дані можуть надходити з багатьох джерел: локальної бази даних, мережевих запитів, сенсорів пристрою тощо. Традиційний імперативний підхід до управління станом у таких умовах призводить до складного у підтримці коду та помилок неузгодженості стану, коли одні й ті самі дані оновлюються в кількох місцях незалежно.

Реактивне програмування покликане вирішити дану проблему. У цій парадигмі дані представляються як потоки (streams), на які компоненти застосунку можуть підписуватись та автоматично отримувати оновлення при зміні значень. Це дозволяє уникнути ручної синхронізації стану та значно спрощує архітектуру застосунку.

Сім'я бібліотек Rx (RxJs, RxDart, Rx.NET) є однією з найпопулярніших реалізацій реактивного програмування. Вона надає примітив Observable — об'єкт, що представляє потік даних у часі, та велику кількість операторів для їх трансформації, фільтрації та комбінування. Це дозволяє описувати складні асинхронні сценарії у декларативному стилі.

Реактивний підхід природно інтегрується з компонентною моделлю React Native. Компонент підписується на Observable, а отримані дані автоматично оновлюють стан та спричиняють гранульований перерендеринг інтерфейсу. Це забезпечує консистентність відображення даних у всіх частинах застосунку без додаткових зусиль з боку розробника.

До переваг реактивного підходу можна віднести: спрощення управління асинхронними операціями, автоматичну синхронізацію UI зі станом даних, покращену модульність коду та легше тестування окремих компонентів. Серед недоліків варто зазначити вищий поріг входження для розробників, складність відлагодження та потенційні проблеми з витоком пам'яті при неправильному управлінні підписками.

Отримані положення можуть бути використані при проєктуванні та реалізації архітектур мобільних застосунків із високими вимогами до реактивності інтерфейсу та обробки асинхронних даних, зокрема у фінансових, телеметричних або мультимедійних системах. Крім того, результати доцільно застосовувати в освітньому процесі під час викладання сучасних підходів до розроблення програмного забезпечення, а також у науково-дослідних роботах, спрямованих на порівняльний аналіз реактивних та імперативних моделей управління станом у кросплатформних мобільних фреймворках.

УДК 004.8

Методи ансамблевого навчання для підвищення точності прогнозування кривої дохідності фінансових інструментів

аспірант Вовченко О.О., проф. Грибков С.В. (Національний університет харчових технологій, м. Київ)

Прогнозування кривої дохідності фінансових інструментів є однією з ключових задач сучасної фінансової економіки та залишається об’єктом підвищеної уваги з боку центральних банків, інституційних інвесторів і фінансових посередників. Емпіричні дослідження свідчать про відсутність універсальної моделі, здатної забезпечувати стабільно високу точність прогнозування за різними фазами економічного циклу та ринкових умов.

Запропонована інформаційна технологія прогнозування кривої дохідності ґрунтується на багаторівневій ансамблевій архітектурі. Концептуальна основа ансамблевих методів полягає в агрегуванні прогнозів кількох гетерогенних моделей з метою підвищення точності та стабільності результатів. На першому рівні використовуються базові моделі DNS і Svensson для відображення структурних характеристик кривої дохідності, а також алгоритми XGBoost і LSTM для моделювання нелінійних залежностей. Другий рівень реалізує механізм агрегування прогнозів, який може варіюватися від простого середнього значення до адаптивних схем із динамічним визначенням ваг залежно від поточного ринкового режиму. Третій рівень забезпечує калібрування кінцевого прогнозу з урахуванням релевантних макроекономічних індикаторів.

Ключовою особливістю запропонованого підходу є можливість адаптивного зважування окремих моделей ансамблю. За умов відносної макроекономічної стабільності пріоритет може надаватися економетричним моделям завдяки їхній прозорості та інтерпретованості, тоді як у періоди підвищеної волатильності доцільним є збільшення ваги моделей машинного навчання, які потенційно швидше адаптуються до нових ринкових умов.

Для визначення ефективності запропонованої моделі планується здійснити на основі квартальних даних Federal Reserve Economic Database для різних строків до погашення. Очікується, що ансамблевий підхід забезпечить покращення прогнозної точності порівняно з окремими моделями, що буде оцінено за допомогою стандартних метрик RMSE та MAE. Особливу увагу передбачається приділити аналізу результатів для середньострокових фінансових інструментів, де поєднання економетричних і машинних підходів може виявитися найбільш ефективним.

Важливою складовою дослідження є аналіз стійкості моделей за різних ринкових режимів. Очікується, що завдяки диверсифікації методів ансамблева модель продемонструє більш стабільну продуктивність, а також підвищену здатність адаптуватися до структурних зламів, зокрема під час економічних криз або суттєвих змін у монетарній політиці.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на розширення переліку базових моделей, удосконалення механізмів агрегування прогнозів та розробку методів автоматичного визначення оптимальної структури ансамблю залежно від характеристик вихідних даних.

УДК 004

Розроблення інтернет-платформи підтримки відділу продажу агенції нерухомості

студентка Буцик А.О., ст. викл. Сєдих О.Л., проф. Грибков С.В. (Національний університет харчових технологій, м. Київ)

Ефективність роботи з клієнтами та швидкість закриття угод є критичними факторами конкурентоспроможності сучасних агенцій нерухомості. Одним із ключових інструментів оптимізації цих процесів є впровадження спеціалізованих інтернет-платформ, що забезпечують централізоване управління базою об’єктів та автоматизацію взаємодії з лідами. В умовах динамічного ринку та високої конкуренції ручне ведення клієнтської бази та паперовий документообіг стають малоефективними й призводять до втрати потенційних прибутків. Виникає нагальна потреба в інтегрованій системі, яка б забезпечила швидкість обробки заявок, прозорість статусів об’єктів нерухомості та зручний доступ до актуальної інформації.

Враховуючи динамічність ринку нерухомості, критичну важливість зручності інтерфейсу для агентів (UX/UI) та потребу в постійній адаптації функціоналу під потреби відділу продажу, для проєкту «Розроблення інтернет-платформи підтримки відділу продажу агенції нерухомості» найбільш обґрунтованим є застосування гнучкого Agile-підходу, зокрема фреймворку Scrum. Дана методологія дозволить забезпечити високу швидкість реагування на зміни вимог, гарантувати якість програмного продукту та поетапно впроваджувати найбільш пріоритетні бізнес-інструменти.

Функціональні вимоги до платформи охоплюють повний цикл операційної діяльності менеджера з продажу — від візуального підбору житла до юридичного оформлення угоди. Система має підтримувати наступний комплекс можливостей: інтерактивна шахматка – візуальне відображення поверховості та розташування квартир із кольоровою індикацією їхніх статусів (вільно, бронь, продано); система фільтрації та пошуку – швидкий пошук об'єктів за площею, кількістю кімнат, ціною та іншими технічними параметрами; фінансові інструменти – вбудований калькулятор розстрочки для миттєвого розрахунку графіка платежів залежно від першого внеску; документообіг – автоматичне формування комерційних пропозицій у форматі PDF та генерація договорів за заздалегідь визначеними шаблонами; інтеграція з CRM – автоматична синхронізація даних про клієнтів та статуси квартир із зовнішньою CRM-системою для уникнення дублювання інформації.

Ключовим результатом є створення єдиного цифрового простору, де менеджер може в один клік отримати повну інформацію про об'єкт та надати клієнту необхідні розрахунки. Це забезпечить керівництво агенції об’єктивною аналітикою продажів та підвищить швидкість обслуговування покупців.

В процесі роботи було проведено аналіз функціональних та нефункціональних вимог до платформи (включаючи модулі CRM, бази об'єктів та аналітики), обґрунтовано необхідність власної розробки. Розроблено ієрархічну структуру робіт (WBS) та виконано календарне планування. Було застосовано метод критичного шляху (CPM) для визначення мінімальної тривалості розробки та

використано аналіз освоєного обсягу (EVM) для контролю фінансової ефективності та збалансованості «проєктного трикутника». Обґрунтовано вибір гібридного інструментарію систем управління проєктами (СУП) для стратегічного моніторингу та операційного керування командою.
Практична цінність роботи полягає у створенні готового управлінського плану, який може бути використаний керівництвом агенції нерухомості для ефективного запуску та контролю проєкту з автоматизації відділу продажу, що дозволить підвищити швидкість обробки заявок та конверсію угод.

УДК 004

Розроблення інформаційної системи анонімного опитування здобувачів

студентка Вдовенко Д.О., ст. викл. Сєдих О.Л., проф. Грибков С.В. (Національний університет харчових технологій, м. Київ)

Якість вищої освіти безпосередньо залежить від зворотного зв'язку між здобувачами та адміністрацією університету, а однією з ефективних можливостей це забезпечити є опитування здобувачів про якість освіти. Розробка веб-орієнтованої інформаційної системи призначена проводити анонімні опитування студентів стосовно якості викладання дисциплін. Система автоматизує процес збору даних, забезпечує конфіденційність респондентів та надає інструменти для оперативного аналізу результатів структурними підрозділами університету (деканатами, кафедрами).
Процес розробки інформаційної системи розпочався з формування гнучкої та відмовостійкої інфраструктури на основі контейнеризації. Замість традиційного локального встановлення компонентів середовища було використано технологію Docker Compose, що дозволило розгорнути повний стек необхідних сервісів в ізольованому стані. Веб-сервер Nginx забезпечує ефективну обробку вхідних запитів та їх маршрутизацію до інтерпретатора PHP-FPM, який відповідає за виконання всієї серверної логіки додатка. Для збереження даних використовується реляційна СУБД MariaDB, яка характеризується високою продуктивністю при роботі з великою кількістю зв'язаних таблиць. Такий архітектурний підхід гарантує легке масштабування системи та стабільність її роботи незалежно від апаратного забезпечення сервера.
Центральне місце в системі займає база даних, структура якої була спроєктована в середовищі phpMyAdmin. Логічна модель охоплює всі рівні університетської ієрархії, включаючи факультети, кафедри та спеціальності, а також детальний каталог дисциплін і викладацького складу. Окремий сегмент бази даних відповідає за механізм опитування, де зберігаються шаблони анкет, типи запитань та анонімні результати відповідей студентів.
Користувацький інтерфейс системи реалізований як багатофункціональна робоча область, доступ до якої регулюється через систему авторизації. Безпека даних реалізована на рівні сервера шляхом хешування паролів за алгоритмом BCRYPT, що виключає зберігання конфіденційної інформації у відкритому вигляді. Головне меню системи виступає вузлом навігації, що дозволяє адміністратору керувати обліковими записами користувачів, створювати та редагувати анкети, а також налаштовувати параметри опитувань на поточний

семестр. Взаємодія між фронтендом та бекендом базується на передачі даних методом POST, що забезпечує надійне наповнення бази даних через спеціалізовані веб-форми.
Аналітичний модуль системи базується на використанні складних SQL-запитів, які забезпечують динамічне формування звітності. Завдяки використанню параметричних запитів та механізмів об'єднання таблиць, система здатна генерувати статистичні дані у реальному часі, відображаючи відсоток проходження опитувань за різними критеріями. Впроваджена система багатофакторної фільтрації дозволяє користувачам вибирати дані за конкретним підрозділом, курсом чи назвою анкети. Поєднання серверної обробки на PHP та клієнтських скриптів JavaScript робить процес пошуку інформації швидким та інтерактивним, що є критично важливим для аналізу якості освітнього процесу відповідними структурами університету.

УДК 004

Розроблення інформаційної системи анонімного опитування здобувачів

аспірант Мороз Д.Ю., доц. Андріюк О.П., проф. Грибков С.В. (Національний університет харчових технологій, м. Київ)

При розробці ПЗ для автономних БПЛА для завдань контролю стану у складських системах слід розглянути наступні методи та алгоритми.
Моделі та алгоритми комп’ютерного бачення для детекції об’єктів та можливого трекінгу. Об’єктам в даній системі будуть виступати маркери, QR-коди, стелажі та штрихкоди. Однією із найбільш ефективних моделей для виконання поставлених задач є моделі YOLO. Вони мають окремі різновиди моделей нано, які ідеально підходять для мікрокомп’ютерів, які мають обмежені ресурси, наприклад Raspberry PI. Також, в розрізі поставлених задач можна розглядати алгоритми та об’єднанні мультисенсорні моделі, які можуть обробляти інформації з декількох сенсорів наприклад двох камер чи лідара і камера, що дає більш ширшу картину розташування об’єктів в 3D просторі, популярними моделями для виконання даних задач є моделі PointNet.
Важливою складовою є методи є локалізація БПЛА в приміщенні. Автономні БПЛА мають розроблятись без використання GPS підходів, таких, як Single Point Positioning (обчислення координат за сигналами) чи диференціальні методи (базова станція з відомими координатами передає корекції рухомому приймачу). GPS сигнал може бути недоступним або обмеженим у використанні, тому одним із підходів забезпечення локалізації для автономних систем є використання методів візуальної одометрії та SLAM. Такі алгоритми, як ORB-SLAM або RTAB-Map, дозволяють будувати карту приміщення та визначати поточне положення БПЛА в ній. Побудована карта складу можу використовуватися для планування маршрутів обльоту стелажів.
Для планування траєкторій руху автономного БПЛА доцільно застосовувати алгоритми пошуку шляху, такі як A*/D* Lite або RRT*. Дані алгоритми дозволяють враховувати обмеження простору, наявність перешкод та динамічні зміни середовища, зокрема рух персоналу або техніки на складі у поєднанні з даними сенсорів (лідар або стереокамер).

Після розпізнавання об’єктів виконується агрегація та синхронізація з системами управління складом (WMS/ERP), можуть використовуватись асинхронна передача даних з використанням високопродуктивних брокерів повідомлень, як Appache Kafka.

УДК 004:519.87

Використання мережевих методів для вирішення задач планування й управління підприємством

аспірант Лімaнський М.В., ст. викл. Лімaнська Н.В., проф. Грибков С.В. (Національний університет харчових технологій, м. Київ)

Використання мережевих графіків як засобу результативного планування в системах із мережевим представленням технологій та обмеженими ресурсами допомагає вдосконалити процес прийняття управлінських рішень адже на основі мережевих графіків засноване виробниче календарне планування. Адже мережеві графіки складають і вивчають для оптимального дослідження робіт і їх взаємозв'язку в часі.

Побудова моделі, наприклад, виробничого процесу підприємства, яка буде відображати цей процес в часі і просторі, дозволить наочно дослідити роботи та оптимізувати їх взаємозв’язки в часі.

Частіше за все на практиці використовуються два методи побудови графіків планування та управління підприємством. У першому випадку завдання зображуються у вигляді дуг, а події, що означають завершення тих чи інших робіт, позначаються вузлами. У другому випадку – завдання виступають вузлами графа, а дуги відображають зв'язки між окремими діями у процесі їх виконання. Оскільки графи, збудовані за другим принципом, зазвичай є більш заплутаними та менш придатними для аналізу, перевагу надають першому методу, відомому також як принцип «події-завдання».

Досліджуваний процес варто розбити на окремі роботи та події, окреслити їх логічні зв’язки, чітко визначити їх послідовність виконання та закріплення за відповідальними виконавцями. Після оцінки тривалості кожної роботи, будується мережевий графік для проведення аналізу, оптимізації та визначення резервів часу. Слід врахувати, що в мережевій моделі, окрім завершальної події, не повинно бути подій, що не пов’язані з жодною роботою. В моделі не може бути з’єднань, що сполучають подію саму з собою, тобто замкнутих контурів. Будь-які дві події повинні бути безпосередньо пов'язані не більш ніж однією роботою-стрілкою. Якщо у мережі виявилося більше одного входу чи виходу, потрібно ввести фіктивні події і роботи для стабілізації мережі.

Застосування мережевих методів у процесах планування і управління на підприємстві сприяє оптимізації доставки продукції, раціональному використанню виробничих ресурсів та підвищенню їх ефективності.

УДК 004

Розроблення мобільного додатку для підтримки доставки замовлень суші-бару

студентка Івахіна А.М., ст. викл. Сєдих О.Л., проф. Грибков С.В. (Національний університет харчових технологій, м. Київ)

Якість організації сервісу доставки є одним із ключових чинників конкурентоспроможності закладів громадського харчування. Для суші-барів ефективність процесів приймання, обробки та виконання замовлень безпосередньо впливає на рівень задоволеності клієнтів і лояльність споживачів. В умовах активної цифровізації сфери послуг використання застарілих або фрагментованих способів обробки замовлень, зокрема через телефонні дзвінки та сторонні платформи, призводить до зростання кількості помилок, затримок у доставці та втрати оперативного контролю над процесами. У зв'язку з цим виникає потреба у впровадженні мобільного додатку для підтримки доставки замовлень суші-бару, який забезпечить автоматизацію ключових бізнес-процесів, централізований облік замовлень, оперативну взаємодію між клієнтами, персоналом і кур'єрами, а також підвищення швидкості та прозорості обслуговування. До основних функцій відносять: управління меню; прийом та обробка замовлень (CRM); формування документів для доставки; оплата та розрахунки; управління приготуванням і пакуванням; планування та виконання доставки; аналітика та звітність; адміністрування користувачів; клієнтська взаємодія та сповіщення.

Впровадження мобільного додатку для доставки замовлень суші-бару дозволяє зменшити витрати часу на обробку замовлень, підвищити швидкість обслуговування клієнтів та забезпечити приріст доходів за рахунок обробки більшої кількості замовлень.

УДК 004.89

Інформаційна технологія підтримки прийняття рішень для обґрунтованого вибору постачальників для молокозаводів

аспірантка Чорнобай К.Ю., проф. Грибков С.В. (Національний університет харчових технологій, м. Київ)

У сучасних умовах актуальною задачею є впровадження інтелектуальної технологій підтримки прийняття рішень яка ґрунтується на поетапному підході з використанням моделей дерева рішень для обґрунтованого вибору постачальників молока.

На першому етапі здійснюється попередній відбір постачальників шляхом перевірки відповідності молочної сировини обов'язковим фізико-хімічним, мікробіологічним та технологічним показникам. Постачальники з критичними порушеннями виключаються з подальшого аналізу, що дозволяє мінімізувати ризик використання непридатної сировини.

Другий етап технології передбачає аналітичну оцінку постачальників із застосуванням моделей дерева рішень. Вхідною інформацією для побудови дерева рішень слугують історичні дані щодо якості молочної сировини та параметрів постачання за визначений період. Модель дерева рішень формує

ієрархічну систему правил типу «якщо – то», яка відображає причинно-наслідкові зв’язки між показниками якості молочної сировини та рівнем надійності постачальників, при цьому найбільш критичні ознаки (наявність антибіотиків, бактеріальне забруднення, порушення температурного режиму) мають пріоритет і розміщуються у верхніх вузлах дерева; за результатами класифікації постачальники поділяються на категорії «надійний», «ризиковий» та «неприйнятний», що дає змогу не лише обґрунтовано оцінювати стабільність показників якості та процесів постачання, але й забезпечує прозорість логіки прийняття управлінських рішень, можливість їх подальшого аналітичного опрацювання та адаптації до вимог систем управління безпечністю харчових продуктів, а також формалізацію експертних знань у вигляді структурованих аналітичних правил.

Третій етап передбачає застосування ансамблевих методів машинного навчання, зокрема алгоритмів Random Forest та XGBoost, які ґрунтуються на агрегуванні множини дерев рішень у межах єдиної узагальненої моделі. Застосування ансамблевих методів дозволяє не лише підвищити точність класифікації постачальників, але й кількісно оцінити внесок окремих критеріїв у формування кінцевого рішення. Аналіз вагомості ознак створює можливість ідентифікації ключових факторів ризику та визначення пріоритетних напрямів управлінського впливу. В результаті формується обґрунтований рейтинг постачальників із прогнозною оцінкою ймовірності виникнення відхилень у якості або стабільності постачання. Алгоритм Random Forest реалізує принцип випадкової агрегації дерев рішень, що дозволяє зменшити перенавчання базових моделей і підвищити стабільність результатів класифікації. Алгоритм XGBoost дозволить ефективно виявляти складні нелінійні залежності між параметрами якості молочної сировини, характеристиками постачання та рівнем ризику співпраці з конкретним постачальником. Застосування регуляризаційних механізмів в алгоритмі XGBoost дозволяє досягти оптимального співвідношення між точністю моделювання та здатністю моделі до узагальнення, що має принципове значення для підтримки управлінських рішень у реальних виробничо-технологічних умовах.

УДК 004.89

Інформаційна інтелектуальна технологія оптимізації стратегічного запасу сировини молокопереробного підприємства

аспірантка Чорнобай К.Ю., проф. Грибков С.В. (Національний університет харчових технологій, м. Київ)

Інформаційна інтелектуальна технологія оптимізації стратегічного запасу сировини молокопереробного підприємства розглядається як інтегрована система методів штучного інтелекту, економіко-математичних моделей та програмно-апаратних засобів, призначена для інтелектуальної підтримки управлінських рішень у сфері формування, підтримання та використання запасів молочної сировини в умовах високої мінливості зовнішнього та внутрішнього середовища. Базові економічні моделі оптимізації доповнюються алгоритмами машинного навчання та елементами експертних систем, що

дозволяє враховувати нелінійні залежності між показниками якості сировини, обсягами її надходження, виробничими потужностями та ринковим попитом.
Архітектура інформаційно-інтелектуальної технологія має багаторівневу структуру. На рівні даних забезпечується інтеграція корпоративних інформаційних систем, лабораторних інформаційних систем контролю якості, сенсорних IoT-платформ та зовнішніх джерел даних. Це створює єдине інформаційне середовище, в межах якого здійснюється накопичення, попередня обробка та семантична уніфікація різнорідних даних.
Використання запропонованої інформаційної інтелектуальної технології в управлінні стратегічним запасом молочної сировини забезпечить підвищення точності прогнозів, зменшення невизначеності при прийнятті рішень та оптимізацію сукупних витрат підприємства. У результаті реалізації технології буде забезпечено реалізацію адаптивної, самонавчальної системи управління запасами, яка підвищує економічну стійкість молокопереробного підприємства та його здатність до ефективного функціонування в умовах динамічного ринку.
Реалізація запропонованої технології планується в системі підтримки управлінських рішень, що поєднує математичне моделювання, формалізовані галузеві знання та аналіз можливих сценаріїв розвитку ситуації. Система підтримки управлінських рішень здатна адаптувати управлінські рекомендації до змін виробничої ситуації, виявляти потенційні ризики дефіциту або надлишку сировини та пропонувати превентивні управлінські дії.

УДК 681.3:004.9

Проектування мікрофронтенд-архітектури для адаптивної SaaS-платформи управління персональною продуктивністю

доц. Комісаренко О.С., студент Ружинський М.В.

У сучасних умовах розвитку SaaS-рішень для управління персональною продуктивністю ключовим завданням є забезпечення масштабованості, гнучкості та високої адаптивності платформи до потреб різних категорій користувачів. Традиційні монолітні фронтенд-архітектури обмежують можливості швидкого оновлення функціональних блоків, уповільнюють впровадження нових сервісів та ускладнюють інтеграцію сторонніх модулів. Мікрофронтенд-архітектура вирішує ці проблеми шляхом розділення великого інтерфейсу на автономні, незалежні компоненти, що дозволяє розробляти, тестувати та впроваджувати кожен модуль окремо, без ризику порушити роботу всієї системи.
Такий підхід сприяє не лише технічній гнучкості, а й персоналізації користувацького досвіду. Окремі компоненти можуть динамічно підключатися, відключатися або налаштовуватися відповідно до ролі користувача, його завдань та пріоритетів. Це дозволяє реалізувати адаптивний інтерфейс, який підлаштовується під конкретні сценарії використання, а також інтегрує аналітичні модулі, мотиваційні сервіси, інструменти трекінгу продуктивності та рекомендаційні системи, що підвищує ефективність управління особистими та командними завданнями.

Мікрофронтенд-архітектура також забезпечує підвищення надійності та стійкості SaaS-платформи. Незалежний розвиток та масштабування окремих фронтенд-модулів дозволяє мінімізувати ризики простою, швидше реагувати на зміни вимог бізнесу та інтегрувати нові сервіси без зупинки основної системи. Крім того, використання мікрофронтендів полегшує командну роботу: окремі команди можуть розвивати різні модулі паралельно, застосовуючи власні технології та стек розробки, при цьому зберігаючи єдину узгоджену платформу. Впровадження мікрофронтенд-архітектури також сприяє економії ресурсів і оптимізації витрат на підтримку платформи, оскільки дозволяє перерозподіляти обчислювальні навантаження між компонентами та масштабувати лише ті частини, які потребують додаткових ресурсів. У результаті платформа набуває високої гнучкості, що є критично важливим для адаптації до швидко змінних бізнес-вимог і різноманітних сценаріїв використання в рамках персонального і командного управління продуктивністю.

Таким чином, мікрофронтенд-архітектура є ключовим інструментом для створення адаптивних, стійких і масштабованих SaaS-платформ, що забезпечують ефективне управління персональною продуктивністю, інтеграцію аналітичних та мотиваційних сервісів, а також високу якість користувацького досвіду у різних організаційних і технічних контекстах.

УДК 681.3:004.9

Вебзастосунок для бронювання переговорних кімнат офісу

доц. Комісаренко О.С., студент Чирва Є.М.

Розробка вебзастосунку для бронювання переговорних кімнат офісу є сучасним інструментом оптимізації використання ресурсів компанії та підвищення ефективності внутрішніх комунікацій. Така система дозволяє співробітникам у реальному часі перевіряти доступність кімнат, бронювати їх на конкретний час, отримувати автоматичні підтвердження та нагадування. Це значно зменшує ймовірність накладок у розкладі, спрощує організацію зустрічей і підвищує дисципліну у використанні ресурсів офісу.

Вебзастосунок забезпечує централізоване управління всіма приміщеннями, включаючи їх характеристики (розмір, обладнання, максимальну кількість учасників), інтеграцію з корпоративними календарями та електронною поштою, а також можливість налаштування правил бронювання. Наприклад, можна обмежити тривалість зустрічей, встановити пріоритет для певних департаментів або автоматично блокувати кімнати у випадку конфліктів розкладу. Додатково система може надавати аналітику щодо використання переговорних, що дозволяє оптимізувати кількість приміщень, планування офісних зон та підвищити ефективність їх експлуатації.

Використання сучасних вебтехнологій забезпечує доступ до системи з будь-якого пристрою, включно з ноутбуками, планшетами та смартфонами, що робить бронювання зручним у будь-якому місці та у будь-який час. Централізована база даних гарантує надійне зберігання інформації про всі бронювання, історію використання приміщень та дозволяє автоматизувати процеси звітності для керівництва.

Інтерфейс вебзастосунку може бути адаптивним та інтуїтивно зрозумілим, що спрощує навчання нових співробітників і знижує кількість помилок при бронюванні. Крім того, система може підтримувати функції колективного планування, наприклад, автоматичне підбору кімнати з урахуванням усіх учасників зустрічі та доступності обладнання.

Впровадження такого вебзастосунку підвищує продуктивність співробітників, зменшує час на організацію зустрічей і сприяє раціональному використанню офісних ресурсів, створюючи прозору, ефективну і зручну систему управління корпоративними приміщеннями.

УДК 681.3:004.9

Програмна система ідентифікації персони за технологіями Computer Vision

доц. Комісаренко О.С., студент Плюта А.В.

Програмна система ідентифікації персони на базі технологій Computer Vision є сучасним інструментом автоматизації процесів контролю доступу та підвищення безпеки в організаціях. Система використовує алгоритми глибинного навчання та нейронні мережі для обробки статичних зображень і відеопотоків, дозволяючи визначати унікальні ознаки обличчя, пози та рухів користувача з високою точністю та у реальному часі.

Система інтегрується з корпоративними базами даних для швидкої аутентифікації співробітників, підтвердження прав доступу та ведення журналів активності. Аналітичні модулі дозволяють відстежувати використання ресурсів, вести облік відвідувань, формувати статистику та виявляти аномалії у поведінці користувачів. Це підвищує ефективність управління безпекою та знижує ризики несанкціонованого доступу чи шахрайства.

Технології Computer Vision забезпечують адаптивність системи до різних умов експлуатації: зміни освітлення, ракурсів камери, виразів обличчя, носіння аксесуарів (окуляри, маски) та часткове перекриття обличчя. Крім того, система підтримує інтеграцію з іншими безпековими та аналітичними рішеннями, включно з системами відеоспостереження, моніторингу робочих процесів та контролю доступу на різних рівнях.

Архітектура системи передбачає використання серверних та клієнтських модулів, що дозволяє обробляти дані локально або централізовано, масштабувати систему під кількість користувачів та обсяг відеопотоків, а також забезпечує швидкий відгук у реальному часі. Крім традиційних офісних та промислових сценаріїв, система може застосовуватися у транспортних вузлах, аеропортах, роздрібних мережах та освітніх закладах, забезпечуючи надійну ідентифікацію великої кількості людей одночасно.

Впровадження таких систем дозволяє оптимізувати процеси безпеки, автоматизувати облік і контроль персоналу, скоротити витрати на ручний контроль доступу та підвищити швидкість і точність ідентифікації, створюючи ефективне і надійне рішення для сучасних організацій і підприємств.

УДК 004.056:004.8:519.876

Підвищення енергоефективності та робастності систем кібербезпеки

студент Юсипів А.Р. (Західноукраїнський національний університет)

Сучасний етап розвитку інформаційних технологій характеризується стрімким поширенням розподілених кіберфізичних систем, хмарних сервісів та інфраструктур Інтернету речей, що функціонують у динамічному середовищі з високим рівнем невизначеності. За таких умов ключовою вимогою до систем кібербезпеки стає не лише здатність ефективно протидіяти загрозам, а й забезпечення енергетичної раціональності функціонування та стійкості до параметричних і структурних збурень.

Традиційні підходи до проєктування систем захисту, як правило, орієнтовані на оптимізацію окремих характеристик, зокрема точності виявлення атак або швидкодії алгоритмів. Проте ігнорування енергетичних витрат і робастності призводить до зниження ефективності систем у реальних умовах експлуатації, особливо в розподілених середовищах з обмеженими ресурсами. Це зумовлює необхідність переходу до багатокритеріальних моделей, здатних одночасно враховувати різні аспекти функціонування.

Перспективним напрямом у цьому контексті є використання гібридних інтелектуальних методів, які поєднують можливості нечіткої логіки для формалізації невизначених знань і еволюційних алгоритмів для глобальної оптимізації.

Метою запропонованого дослідження є розробка гібридної моделі на основі нечітких генетичних алгоритмів (FGA) для одночасної оптимізації безпеки, енергоефективності та робастності.

Нечіткі системи дозволяють описувати складні залежності між параметрами безпеки та поведінкою системи, тоді як генетичні алгоритми забезпечують ефективний пошук оптимальних рішень у просторі великої розмірності.

Запропонований підхід базується на побудові багатокритеріальної функції як зваженої комбінації показників безпеки, енергоефективності та робастності. Оптимізація цієї функції за допомогою нечіткого генетичного алгоритму дозволяє адаптивно налаштовувати параметри політики безпеки залежно від умов функціонування системи. Чисельні експерименти підтверджують, що такий підхід забезпечує підвищення інтегральної ефективності системи та зменшує чутливість до збурень.

Перевагою запропонованої моделі є її універсальність та можливість адаптації до різних типів інформаційних систем. Використання нечіткої логіки дозволяє враховувати експертні знання, тоді як генетичні алгоритми забезпечують ефективний пошук оптимальних рішень.

Водночас модель може бути розширена шляхом використання методів глибинного навчання для автоматичного формування нечітких правил, а також шляхом інтеграції механізмів онлайн-навчання. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на розширення моделі для адаптивних та самонавчальних архітектур, а також на її апробацію в реальних мережевих середовищах.

УДК 004.4

Вебзастосунок для конфігурування персональних комп'ютерів на основі дерева рішень

проф. Безверхий О.І., магістр Кривов`яз О.О.

У період інтенсивного розвитку цифрових технологій персональні комп'ютери стали необхідним інструментом як у професійній діяльності, так і у повсякденному житті. Зі зростанням вимог до продуктивності зростає й потреба користувачів у регулярному оновленні або модернізації своїх систем. Процес вибору оптимальної конфігурації часто є складним завданням, особливо для користувачів без технічної підготовки. Саме тому постає потреба у створенні інструментів, що забезпечують автоматизоване та зручне конфігурування комп'ютерів відповідно до індивідуальних потреб і бюджету. Використання дерева рішень дозволяє систематизувати критерії вибору, такі як бюджет, призначення комп'ютера, вимоги до продуктивності, енергоспоживання та сумісність компонентів.

У контексті конфігурування комп'ютерів дерево рішень може враховувати низку параметрів: бюджет користувача, цільове призначення системи (офісна робота, ігрові застосунки, мультимедіа тощо), вимоги до продуктивності, фізичні розміри корпусу, теплові характеристики та інші чинники. На основі цих даних система формує збалансовану конфігурацію, що включає процесор, оперативну пам'ять, відеокарту, накопичувачі та додаткові комплектуючі. Однією з головних переваг використання дерева рішень є його гнучкість і можливість подальшого розширення. У разі появи нових технологій або компонентів структура дерева може бути швидко адаптована. Крім того, веб-застосунок, що працює на основі дерева рішень, є доступним для широкого кола користувачів, оскільки може бути використаний із будь-якого пристрою з доступом до Інтернету. Це особливо важливо в умовах поширення віддаленої роботи, дистанційного навчання та збільшення потреби в сучасних, продуктивних комп'ютерах. Алгоритм дозволяє системі визначати найбільш доцільні компоненти відповідно до бюджету, призначення комп'ютера та технічних вимог, забезпечуючи наочність, прозорість та високу точність результатів. Початковим вузлом дерева є бюджет користувача, який визначає доступний діапазон комплектуючих. Далі система враховує призначення ПК (офіс, мультимедіа, ігри, професійна робота), що істотно впливає на вимоги до продуктивності. На основі цих двох ключових параметрів дерево рішень переходить до покрокового вибору компонентів, забезпечуючи оптимальне співвідношення ціна/потужність/функціональність для кожного сегмента. Починаючи від введення бюджету й призначення ПК до формування фінальної конфігурації. Стек технологій було обрано з урахуванням швидкості розробки, інтеграції з AI-алгоритмами, масштабованості та простоти підтримки. Streamlit забезпечує ефективну реалізацію клієнтської частини, Python виступає основою серверної логіки, а обрані СУБД дають можливість ефективно зберігати та

обробляти дані. Одним із ключових елементів застосунку є дерево рішень, яке визначає механізм підбору сумісних комплектуючих. У даному проєкті дерево реалізоване у вигляді вкладеного словника Python, що забезпечує простоту модифікації, читабельність і розширюваність. Реалізоване дерево рішень дозволяє формувати конфігурації з урахуванням сумісності, а проведене тестування підтвердило коректність роботи ключових компонентів, надійність системи та відповідність функціональним вимогам.
Проєктування інтерфейсу користувача (UI/UX) є ключовим етапом створення веб-застосунку для підбору комп'ютерних комплектуючих, оскільки саме від якості інтерфейсу залежить зручність, швидкість та ефективність взаємодії користувача з системою. Основне завдання інтерфейсу — створити інтуїтивне середовище, у якому користувач без додаткових інструкцій зможе пройти всі етапи конфігурації ПК, отримати рекомендації та, за потреби, оформити замовлення. Інтерфейс веб-застосунку проєктувався відповідно до принципів UX- дизайну, адаптивності, доступності, а також з урахуванням того, що система використовує елементи штучного інтелекту та інтерактивне дерево рішень.

УДК 004.9

Створення ментальних карт з використанням LLM

проф. Безверхий О.І., магістр Басай І.В.

У сучасному інформаційному середовищі обсяг даних, що потребують аналізу та структурування, постійно зростає. Людина взаємодіє з великими масивами інформації – від коротких текстових запитів до комплексних описів систем, бізнес-процесів, наукових концепцій чи навчальних матеріалів. Природним інструментом для структуризації таких даних стали ментальні карти та концептуальні діаграми, які дозволяють візуально відобразити взаємозв'язки між окремими поняттями та сформувати цілісне уявлення про досліджувану проблему.
У роботі було виконано комплексне дослідження та реалізовано програмне забезпечення MindCraftAI, призначене для автоматизованого створення ментальних карт і візуалізації концептуальних зв'язків на основі локальних великих мовних моделей. Робота охопила увесь цикл проєктування — від аналізу предметної області та вибору технологій до архітектури, реалізації та тестування готової системи. Показано, що використання локальної моделі знімає залежність від мережі Інтернет, гарантує конфіденційність даних та забезпечує високу швидкість обчислень на Apple Silicon. Сформульовано вимоги до системи та обґрунтовано вибір технологій: SwiftUI, MVVM, Canvas, жестів масштабування і панорамування, а також генеративної архітектури "LLM → Swift-моделі". Застосовано локальну LLM Apple Foundation Models для генерації структурованих Swift-моделей, виконано інтеграцію інтелектуальної генерації з інтерактивним графічним рушієм та розроблено алгоритм кріплення ребер, адаптованого під реальний UX редакторів ментальних карт. На відміну від традиційних підходів, запропонована система не використовує JSON, а отримує від моделі безпосередньо валідний Swift-код,

що усуває необхідність парсингу та значно підвищує надійність. Створено генеративний модуль, який формує дорожню карту за текстовим запитом. Мовна модель генерує повністю готову структуру дорожньої карти, включно з вузлами, зв'язками, пріоритетами та списками ресурсів. Створено алгоритм побудови ребер, який визначає оптимальну точку кріплення лінії до відповідного боку вузла. Це забезпечує високу читабельність та естетичність візуалізації, наближену до індустріальних графових редакторів.
Розроблений застосунок може бути використаний: студентами для генерації конспектів і навчальних дорожніх карт; розробниками як інструмент планування технічного навчання; менеджерами продуктів для швидкого створення roadmap; аналітиками для структурування складних інформаційних просторів; дослідниками як інструмент візуалізації знань.
Система може бути легко розширена завдяки модульній архітектурі та структурованим Swift-моделям.

УДК 004.4

Інтелектуальна система для виявлення фейкових новин

проф. Безверхий О.І., магістр Гуль Д.Д.

Стрімке зростання обсягів інформаційних потоків, розвиток соціальних мереж, цифрових медіа та онлайн-платформ створює як значні можливості, так і нові загрози. Однією з таких загроз є поширення фейкових новин — навмисне створеної або спотвореної інформації, яка має на меті маніпулювати свідомістю людей, формувати хибні уявлення, викликати паніку, впливати на суспільні настрої або спонукати до певних дій. Проблема дезінформації стала глобальною й охоплює політичну, економічну, соціальну та навіть наукову сфери.
У роботі проаналізовано теоретичні основи виявлення фейкових новин, досліджено сучасні підходи автоматичної класифікації текстових матеріалів та механізми поширення дезінформації. Розглянуто методи NLP та архітектури на основі Attention (Transformer, BERT, RoBERTa), Доведено, що саме використання архітектур на основі attention-механізмів забезпечує найкращий результат у задачах аналізу новинних повідомлень, визначено вимоги до інтелектуальної системи детекції фейків. Розроблено архітектуру системи з модулями збору, обробки та класифікації новин, а також компонентом пояснення рішень за допомогою attention heatmap. Було реалізовано модуль збору новин з різних джерел, модуль попередньої обробки (очищення, нормалізація, лематизація), класифікаційний модуль на основі сучасної мовної моделі та модуль пояснюваності результатів. Особлива увага приділена візуалізації attention-weight, що дозволяє користувачу розуміти логіку прийнятого рішення. Реалізовано прототип, проведено навчання та тестування моделі на корпусі реальних українських і міжнародних новин, отримано високі показники Precision, Recall, Accuracy та F1-score. Виконано аналіз модуля explainability, наведено приклад його практичного застосування. Проведено масштабне тестування системи в реальних умовах. Для цього були зібрані 450 новин з різних джерел – Telegram, Facebook, X/Twitter та новинних сайтів.

Система успішно продемонструвала високу точність на реальних даних:точність – 92%, precision – 0,90, recall – 0,93, F1-score – 0,915.Такі результати свідчать про надійність моделі та її практичну придатність для застосування у новинних платформах, редакціях, системах модерації та державних аналітичних центрах. Крім загальних метрик, проведено детальний аналіз типових помилок моделі: клікбейт-заголовків, коротких фраз без контексту, сатира чи гумору, а також складних маніпулятивних конструкцій. Система здатна працювати у реальному часі: середній час відповіді становить близько 150 мс, що дозволяє застосовувати її у браузерних розширеннях, Telegram-ботах, інформаційних платформах та системах моніторингу новин. Також проведено аналіз роботи explainability-модуля, у тому числі побудовано heatmap attention для окремих прикладів новин. Це дозволило оцінити, як модель інтерпретує текст та які елементи вважає найбільш вагомими.
Система може стати важливим інструментом у боротьбі з фейками.

УДК 681.3

Інтелектуальний аналіз даних у системі комп'ютерних технологій статистичної обробки інформації

студент Кісельов П.С., ст. викл. Ковальчук О.П.

Інтелектуальний аналіз даних (Data Mining) посідає провідне місце серед задач комп'ютерних технологій статистичної обробки інформації, оскільки забезпечує поглиблений аналіз великих, різнорідних та слабо структурованих масивів даних з метою виявлення прихованих закономірностей, тенденцій і взаємозв'язків, які неможливо визначити за допомогою традиційних статистичних підходів. У сучасних умовах цифровізації та широкого впровадження інформаційних систем саме методи Data Mining стають основою для перетворення даних у знання. У межах даної задачі поєднуються класичні статистичні методи з алгоритмами класифікації, кластеризації, асоціативного аналізу та зменшення розмірності, що дозволяє автоматизувати процес аналізу даних і підвищити точність та інформативність результатів. Особлива увага приділяється етапам попередньої підготовки даних, зокрема очищенню, нормалізації, відбору інформативних ознак і оцінюванню якості вихідної інформації, від яких безпосередньо залежить ефективність інтелектуального аналізу. Вивчення інтелектуального аналізу даних у навчальному процесі сприяє формуванню у здобувачів освіти системного бачення процесу роботи з даними, розвитку аналітичного та критичного мислення, а також набуттю практичних навичок використання сучасних програмних засобів і бібліотек для аналізу даних. Опанування цієї задачі створює підґрунтя для подальшого вивчення методів машинного навчання, штучного інтелекту та розробки інтелектуальних інформаційних систем, що визначає її високу актуальність і значущість у системі професійної підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій.

УДК 004.932

Системи автоматичного перетворення рукописних документів у цифровий формат

студентка Кормаліта М.О., ст. викл. Ковальчук О.П.

Методи розпізнавання тексту є важливим напрямом сучасних інформаційних технологій та комп'ютерного зору. Вони дозволяють автоматично перетворювати текстову інформацію з різних форматів — сканованих документів, зображень або рукописних записів — у структуровану цифрову форму, придатну для подальшого зберігання, обробки та аналізу. Основу сучасних методів розпізнавання тексту становлять алгоритми обробки зображень та машинного навчання. Попередня обробка зображення включає фільтрацію шуму, корекцію освітлення, бінаризацію та сегментацію символів або слів. Після цього застосовуються алгоритми розпізнавання символів, серед яких класичні методи, такі як порівняння шаблонів, та сучасні підходи на основі штучних нейронних мереж — згорткових (CNN) або рекурентних (RNN, LSTM). Серед особливостей розпізнавання рукописного тексту можна виділити варіативність почерку, нерівномірність символів та наявність сполучених букв, що ускладнює процес автоматичної ідентифікації. Методи глибокого навчання дозволяють ефективно адаптуватися до таких відмінностей, підвищуючи точність і надійність систем. Розробка систем розпізнавання тексту має широке практичне застосування: автоматичне введення даних, архівування рукописних документів, підтримка електронного документообігу, розпізнавання номерів, форм та анкет, а також допомога особам з порушеннями зору. Ефективність методів розпізнавання тексту безпосередньо впливає на швидкість обробки інформації та якість цифрових сервісів, що робить цю галузь актуальною для досліджень і впровадження сучасних інформаційних технологій.

УДК 004.932

Методи та алгоритми розпізнавання об'єктів на зображеннях із застосуванням комп'ютерного зору та штучного інтелекту

студент Кошовий Н.О., ст. викл. Ковальчук О.П.

Розпізнавання об'єктів на зображеннях є однією з ключових задач комп'ютерного зору та сучасних інформаційних технологій. Ця технологія дозволяє автоматично ідентифікувати, класифікувати та локалізувати об'єкти в цифрових зображеннях, що знаходить широке застосування в безпілотних системах, відеоспостереженні, медичній діагностиці, промисловій автоматизації та робототехніці. Основу сучасних методів розпізнавання об'єктів становлять алгоритми обробки зображень та штучні нейронні мережі. На етапі попередньої обробки зображень виконуються операції фільтрації шуму, нормалізації освітлення та сегментації об'єктів. Для власне розпізнавання застосовуються класичні алгоритми (наприклад, Haar-каскади, HOG) та сучасні підходи на основі глибокого навчання, такі як CNN (згорткові нейронні мережі) і моделі детекції об'єктів (YOLO, Faster R-CNN, SSD). Розробка ефективних систем розпізнавання об'єктів дозволяє підвищити швидкість обробки інформації, точність класифікації та автоматизацію багатьох

процесів у промисловості, транспорті та побуті. Високий рівень адаптивності сучасних алгоритмів до різних умов зйомки та варіативності об’єктів робить цю галузь надзвичайно актуальною для наукових досліджень та практичної реалізації.

УДК 004.932

Методи розпізнавання емоцій людини на зображеннях з використанням комп’ютерного зору та штучного інтелекту

студент Лапа П.І., ст. викл. Ковальчук О.П.

Розпізнавання емоцій людини на зображеннях є важливим напрямом сучасних інформаційних технологій та штучного інтелекту. Ця технологія дозволяє автоматично визначати емоційний стан людини за виразом обличчя, жестами та іншими візуальними ознаками, що знаходить застосування в психології, маркетингу, системах безпеки, робототехніці та інтерактивних інтерфейсах. Основу сучасних методів розпізнавання емоцій становлять алгоритми обробки зображень та нейронні мережі. На етапі попередньої обробки здійснюється виявлення обличчя, нормалізація зображення та виділення ключових ознак (очі, рот, брови). Для безпосереднього визначення емоцій використовуються глибокі нейронні мережі, такі як CNN (згорткові мережі), RNN (рекурентні мережі) або комбіновані моделі, здатні адаптуватися до різних умов освітлення, кута зйомки та індивідуальних особливостей людей. Розробка ефективних систем розпізнавання емоцій підвищує точність аналізу поведінки людини, сприяє розвитку інтелектуальних сервісів та автоматизації взаємодії людини з комп’ютером, що робить цю галузь надзвичайно актуальною та перспективною для наукових досліджень і практичного застосування.

УДК 04.6

Система автоматичного кодування відкритих відповідей для маркетингових досліджень

проф. Вітер М.Б., магістр Сяський І.В., студентка Волосожар В.А.

У роботі досліджено проблему перетворення відкритих текстових відповідей респондентів у структурований формат, придатний для кількісного аналізу в маркетингових дослідженнях. Показано обмеження традиційного ручного кодування, а також класичних підходів на основі bag-of-words, TF–IDF і простих класифікаторів. Обґрунтовано використання сучасних моделей семантичних ембеддингів, зокрема BGE-M3, для побудови системи семантичного автокодування, здатної працювати з українськими та змішаними за мовою відповідями.

Запропоновано архітектуру системи, яка включає модулі побудови чернеткового кодбука за допомогою моделі BGE-M3 та алгоритму кластеризації HDBSCAN, автоматичного кодування відповідей на основі фінального кодбука, сценарій «людина в циклі» для рев’ю результатів, формування еталонного набору mapping_gold, донавчання моделі та оцінки якості. Реалізовано набір скриптів на мові Python, що працюють із табличними файлами формату XLSX/Parquet, підтримують технічні коди 97/98/99,

формують top-3 кандидатів кодів та різні режими впевненості автокодування. Експериментальна частина виконана на реальних даних маркетингових проєктів. Показано, що базова модель BGE-M3 без донавчання демонструє низьку точність на рівні детальних кодів і обмежену корисність на рівні макро-груп. Після формування еталонного набору mapping_gold та донавчання моделі на парах «відповідь – код» досягнуто суттєвого підвищення точності автокодування до рівня, придатного для практичного використання в робочому процесі агенції.

УДК 004.8

Розробка інтелектуального програмного модуля для інтеграції в сучасні системи управління складом

проф. Безверхий О.І., аспірант Шапошник Б.І.

Зростанням обсягів електронної комерції, що висуває кардинально нові вимоги до швидкості та ефективності логістичних операцій. Споживачі очікують доставку в той же або на наступний день, що перетворює складські комплекси з простих місць зберігання на високодинамічні центри обробки замовлень. У цій парадигмі неефективність внутрішніх процесів стає головним обмежувальним фактором. Однією з найбільш ресурсомістких операцій є комплектація замовлень, де до 60% робочого часу витрачається на переміщення персоналу або техніки по складу. Традиційні системи управління складом (WMS), які покладаються на статичні (fixed slotting) або прості реактивні (ABC-analysis) методи розміщення товарів, не здатні адекватно реагувати на сучасні виклики: високу волатильність попиту, розширення асортименту та необхідність обробки великої кількості малих замовлень. Це призводить до системних проблем: збільшення пробігу комплектувальників, утворення "заторів" у проходах, помилок при відборі та, як наслідок, до зростання операційних витрат і зниження рівня клієнтського сервісу. Задача розміщення залишається складною комбінаторною проблемою, що потребує окремого оптимізаційного алгоритму.

Найсучаснішим напрямом є застосування глибокого навчання з підкріпленням (DRL) – галузі штучного інтелекту, де агент вчиться приймати оптимальні рішення через взаємодію з середовищем. Застосування автономного ШІ-агента, навченого за допомогою глибокого навчання з підкріпленням, дозволяє синтезувати таку політику динамічного розміщення товарів, яка є статистично значущо ефективнішою за традиційні та евристичні методи. Очікується, що агент навчиться не лише реагувати на прогнозований попит, а й проактивно готувати склад до майбутніх піків, враховуючи складні, нелінійні залежності між розташуванням товарів, поточною завантаженістю та структурою замовлень. Імітаційне моделювання є ключовим інструментом для створення безпечного, контрольованого та масштабованого середовища для тренування ШІ. Основою розробки є методи глибокого навчання з підкріпленням, зокрема, сучасні actor-critic алгоритми, такі як PPO (Proximal Policy Optimization) через його стабільність у навчанні, та SAC (Soft Actor-Critic) через його високу ефективність використання даних. Теорія нейронних мереж застосована для

проєктування архітектури агента та предиктивної моделі. Оцінка результатів проводилась за допомогою методів математичної статистики.
Результати розробки можуть бути втілені у вигляді прототипу інтелектуального програмного модуля для інтеграції в сучасні системи управління складом (WMS). Такий модуль зможе надавати операторам складу конкретні рекомендації щодо переміщення товарів у періоди низького навантаження, тим самим проактивно готуючи склад до майбутніх піків замовлень та потенційно скорочуючи операційні витрати на 10-15%.

УДК 004.9:656.01:629.3

Інформаційна технологія автоматизованого паркування транспортного засобу

доц. Шумейко О.А., студент Седлер А.Ю.

Розглядається процес розробки програмного забезпечення для автоматизованої паркування транспортного засобу. Інформаційна технологія автоматизованого паркування – це комплекс апаратно-програмних засобів, що дозволяє автомобілю здійснювати маневри для постановки на місце стоянки з мінімальною участю водія або повністю автономно. В даному випадку розглядається реалізація технології рівня Automated Valet Parking (AVP), відповідно до ISO 23374 - це технологія автономного водіння, яка дозволяє водієві залишити автомобіль у зоні висадки, після чого транспортний засіб самостійно знаходить вільне місце та паркується без присутності людини в салоні. Актуальність теми обумовлена тим фактом, що щільність забудови мегаполісів досягла піку, а технологія AVP дозволяє ущільнювати паркування на 20–25%, оскільки автомобілі стоять «дзеркало до дзеркала», а простір для відкриття дверей і пішохідні зони всередині паркінгу більше не потрібні. Технологія розглядається як елемент концепції Smart City, що безпосередньо впливає на екологію, економічну ефективність, безпеку, комфорт та пропускну здатність доріг. Розглядаються практичні питання програмної реалізації технології.

УДК 004.8

Розробка нейронної мережі для розпізнавання пташиного співу

студент Мацюк М.П., мол. наук. співр. Ляшко В.С. (Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України), ст. викл. Огарков А.В.

Стрімкий розвиток інформаційних технологій і методів штучного інтелекту суттєво трансформує підходи до збору, аналізу та обробки даних про природне середовище. Застосування цифрових рішень відкриває нові можливості для дослідження екосистем і здійснення моніторингу біологічного різноманіття. За умов постійного зростання обсягів аудіоданих, що записуються в природних умовах, особливої актуальності набуває проблема автоматизованого аналізу біоакустичної інформації, важливу частину якої становлять записи пташиного співу.
Необхідність даного дослідження зумовлена потребою у точній та оперативній ідентифікації видів птахів для наукових, екологічних та природоохоронних

цілей. Традиційні методи аналізу аудіозаписів є трудомісткими та залежать від експертної оцінки, що обмежує їх масштабованість. У зв'язку з цим доцільним є застосування методів машинного навчання та нейронних мереж, які дозволяють автоматизувати процес розпізнавання пташиного співу та підвищити точність класифікації біоакустичних даних.

УДК 004.8

Розробка веб-застосунку для аналізу ефективності контенту в соціальних мережах з використанням штучного інтелекту

студент Самар Я.О., проф. Гавриленко В.В., ст. викл. Огарков А.В.

Зі стрімким розвитком соціальних мереж та зростанням обсягів відеоконтенту постає потреба в об'єктивній та комплексній оцінці його ефективності. Традиційні інструменти аналітики, орієнтовані переважно на кількісні показники (перегляди, вподобайки, коментарі), не завжди дозволяють повною мірою оцінити якість контенту та його відповідність вимогам цільової аудиторії. У зв'язку з цим актуальним є створення вебсайту аналітики ефективності контенту в соціальних мережах із використанням технологій штучного інтелекту.

У межах дослідження розглянуто концепцію сайту, що інтегрує AI-модулі для автоматизованого аналізу відеоконтенту за ключовими параметрами, зокрема візуальною привабливістю обкладинки, якістю та читабельністю субтитрів, тривалістю відео, динамікою кадрів та загальною відповідністю алгоритмічним вимогам популярних соціальних платформ. Це дозволяє здійснювати глибокий аналіз контенту та формувати рекомендації щодо його покращення. У результаті систематизації функціональних можливостей AI-аналітики визначено основні переваги запропонованого підходу, серед яких підвищення якості контенту, оптимізація часу його створення, зменшення впливу суб'єктивних оцінок та адаптація матеріалів під вимоги конкретних соціальних мереж.

УДК 004.4

Розробка інтелектуального мобільного застосунку для планування завдань та комунікації з використанням мовних моделей

студент Ісаєнко В.В., проф. Гавриленко В.В., ст. викл. Огарков А.В., провідн. інженер Бондар О.С. (Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України)

Сучасні мобільні застосунки все частіше поєднують у собі функції планування, комунікації та персональної організації діяльності користувача. Зростання обсягу інформації, кількості завдань і подій потребує більш ефективних інструментів управління часом, які були б зручними, інтуїтивними та доступними у повсякденному використанні. Основна технічна проблема полягає в тому, що традиційні планувальники вимагають ручного введення даних і не враховують природні способи взаємодії користувача із застосунком, зокрема голосове керування та інтелектуальну обробку запитів.

Мобільні застосунки для планування часто стикаються з такими проблемами: складність інтерфейсу та перевантаженість елементами управління; обмежені можливості автоматизації створення подій і нагадувань; відсутність

інтелектуальної інтерпретації користувацьких запитів; низька інтеграція між плануванням, комунікацією та системою сповіщень. Це негативно впливає на користувацький досвід та знижує ефективність використання таких застосунків. Для вирішення зазначених проблем доцільно застосовувати технології штучного інтелекту та голосового керування, які дозволяють автоматизувати процес планування завдань на основі природної мови. Інтеграція AI-асистента у мобільний застосунок забезпечує інтелектуальне розпізнавання голосових команд, перетворення їх у структуровані дії та подальше створення подій, нагадувань і сповіщень. Використання платформи .NET MAUI дозволяє реалізувати кросплатформний мобільний застосунок з високою продуктивністю, зручною архітектурою та можливістю подальшого розширення функціоналу.

УДК 004.4

Розробка інформаційної системи управління логістичними процесами з використанням інтелектуальних агентів

студент Касянчук С.І., мол. наук. співр. Ляшко В.С. (Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України), ст. викл. Огарков А.В.

Сучасні логістичні системи характеризуються високою складністю та динамічністю, що зумовлює необхідність автоматизації процесів прийняття рішень у сфері планування маршрутів, розподілу ресурсів і управління доставками. Традиційні підходи до логістичного управління не завжди забезпечують достатню гнучкість та оперативність реагування на зміну умов, таких як пріоритети замовлень, часові обмеження або зміна вхідних даних у реальному часі. У зв’язку з цим актуальним є застосування інтелектуальних агентів та технологій штучного інтелекту для підвищення ефективності логістичних процесів.

У даній роботі розглядається розробка інформаційної системи управління логістичними процесами, яка використовує інтелектуальних агентів для аналізу логістичних даних та підтримки прийняття рішень. Система реалізується у вигляді серверного програмного забезпечення з API-інтерфейсом, що забезпечує взаємодію між модулями обробки даних, логістичної оптимізації та інтелектуального аналізу. Для автоматизації та координації бізнес-процесів використовується платформа оркестрації, яка дозволяє реалізувати автономну взаємодію між компонентами системи.

Розроблена система забезпечує прийом та обробку логістичних даних, формування оптимальних маршрутів доставки з урахуванням заданих обмежень, а також генерацію рекомендацій і пояснень прийнятих рішень на основі інтелектуальних алгоритмів. Запропонований підхід демонструє можливість поєднання автоматизації процесів та інтелектуальних агентів у межах єдиної інформаційної системи, що створює передумови для її практичного використання в реальних логістичних процесах, зокрема для підтримки прийняття управлінських рішень, оптимізації маршрутів доставки та підвищення ефективності операційної діяльності підприємств.

УДК 004.4

Розробка веб-застосунку для практики усної та письмової англійської мови

студент Терещенко Р.В., доц. Харитонова Л.В., ст. викл. Огарков А.В.

У роботі пропонується розробка інтерактивного веб-застосунку з супровідним Telegram-ботом, що забезпечує практику англійської мови через текстовий та голосовий діалог з AI-репетитором. Застосунок реалізовано з використанням сучасного стеку технологій (бекенд на Python/Django з Django REST Framework і Django Channels, фронтенд на React + TypeScript, фонові воркери Celery, PostgreSQL, Redis) і передбачає локальні адаптери для ASR, TTS та LLM (whisper.cpp, Coqui TTS, llama.cpp) для прототипування без залежності від платних сервісів.

Основні функції включають прийом голосових і текстових повідомлень, ASR-транскрипцію, фонетичний аналіз на рівні фонем з категоризацією помилок і рекомендаціями, LLM-корекцію та генерацію підказок, автоматичне виявлення лексики і фонову генерацію карток для повторення за алгоритмом SM-2 (переклади, приклади, зображення, TTS-аудіо). Особливу увагу приділено питанням згоди на зберігання аудіо, idempotency критичних операцій, безпеці доступу до медіа та синхронізації історії чатів між веб-інтерфейсом і Telegram.

Розробка такого застосунку дозволяє створити зручний інструмент для індивідуальної практики мови, що поєднує миттєвий зворотний зв’язок, адаптивне навчання та автоматизацію процесу запам’ятовування лексики.

УДК: 004.8:37

Застосування ШІ в освітній діяльності та ризики при цьому

доц. Новосад З.Г. (Львівський торговельно-економічний університет)

Штучний інтелект сьогодні виступає одним із провідних чинників модернізації освітнього процесу, надаючи йому більшої гнучкості, актуальності та відкритості для всіх учасників навчання. Його впровадження є закономірною реакцією на суспільний запит щодо інноваційних рішень, здатних ефективно відповідати як на усталені, так і на нові освітні виклики.

Завдяки використанню технологій ШІ навчання виходить за межі традиційної моделі однобічної трансляції знань і набуває рис інтерактивного та персоналізованого процесу. Такі інструменти розширюють можливості здобувачів освіти й педагогів у сфері комунікації, обробки інформації та розроблення навчальних матеріалів. За цих умов особливої актуальності набуває експертний метод, який дозволяє комплексно оцінити педагогічну доцільність, етичність і безпечність застосування ШІ.

Експертний метод ґрунтується на системному залученні фахівців із різних галузей знань (педагогіка, психологія, інформаційні технології, етика) з метою формування узгоджених висновків щодо складних об’єктів дослідження. Типова експертна група у сфері освітнього ШІ включає: викладачів закладів вищої освіти; методистів; фахівців з машинного навчання та психологів.

Експертний метод дозволяє нам оцінити технічні ризики, а саме помилки алгоритмів, обмеженість навчальних даних; педагогічні ризики – зниження ролі викладача, стандартизація мислення; соціально-психологічні ризики –

залежність від ШІ, зниження автономності здобувача вищої освіти; етичні ризики – упередженість алгоритмів, порушення приватності.
Застосування експертного методу в дослідженні використання штучного інтелекту в освітній діяльності дозволяє здійснити комплексний аналіз педагогічних, психологічних, технічних та етичних аспектів цифровізації навчального процесу. На відміну від суто кількісних методів, експертне оцінювання забезпечує глибше розуміння якісних змін, що відбуваються у взаємодії між здобувачем, викладачем і технологіями.
Результати експертного аналізу свідчать, що ефективність застосування ШІ безпосередньо залежить від ступеня його інтеграції у традиційну педагогічну модель. Надмірна автоматизація навчання може призводити до зниження рівня критичного мислення та автономності студентів, тоді як поміркованe використання ШІ як інструменту підтримки сприяє підвищенню мотивації, індивідуалізації навчання та якості зворотного зв'язку.
Отже, експертний метод виступає ключовим інструментом для оцінювання ризиків та формування науково обґрунтованих рекомендацій щодо впровадження штучного інтелекту в освітню діяльність. Його використання дозволяє мінімізувати ризики, забезпечити дотримання принципів академічної доброчесності та бути одним з важливих елементом сучасної освіти.

УДК 004.8

Використання штучного інтелекту для автоматизованої оцінки доступності візуальних інтерфейсів

доц. Зацерковний Р.Г., ст. викл. Крутяк М.Б. (Львівський торговельно-економічний університет)

Відомо, що сучасні цифрові візуальні інтерфейси широко застосовуються в інформаційних, освітніх та сервісних системах, однак у багатьох випадках не відповідають вимогам інклюзивного дизайну. Це призводить до обмеження доступу до інформації для користувачів з порушеннями зору, кольоросприйняття та когнітивних функцій, а також знижує загальну зручність використання цифрових продуктів. Існуючі підходи до оцінки доступності інтерфейсів базуються переважно на ручному тестуванні, застосуванні формалізованих чек-листів та експертному аналізі, що обмежує масштабованість таких підходів і ускладнює їх застосування на етапах швидкої розробки та оновлення інтерфейсів.
Застосування методів штучного інтелекту та машинного навчання відкриває можливості для автоматизації процесу аналізу візуальних інтерфейсів шляхом обробки зображень екранів і даних про структуру інтерфейсу. Алгоритми комп'ютерного зору дозволяють здійснювати виявлення та класифікацію елементів інтерфейсу, оцінювати контрастність, розмір і читабельність текстових компонентів, а також аналізувати просторову ієрархію та взаємне розташування візуальних об'єктів з погляду доступності.
Використання моделей машинного навчання дає змогу виявляти типові патерни порушень вимог доступності, здійснювати порівняльну оцінку різних варіантів інтерфейсів та формувати рекомендації щодо їх адаптації до потреб різних груп

користувачів. У доповіді розглядаються підходи до побудови інтелектуальних систем автоматизованої оцінки доступності візуальних інтерфейсів, можливості їх інтеграції у процеси проєктування та тестування цифрових продуктів, а також перспективи використання таких систем для підвищення рівня інклюзивності цифрового інформаційного середовища.

Перспективним напрямом подальших досліджень є розроблення програмних засобів, що поєднують методи комп'ютерного зору та машинного навчання для інтегрованої оцінки доступності візуальних інтерфейсів у режимі реального часу. Реалізація таких засобів дозволить впровадити автоматизований контроль інклюзивності на ранніх етапах проєктування цифрових продуктів, зменшити залежність від суб'єктивної експертної оцінки та підвищити загальну якість і доступність цифрового інформаційного середовища.

УДК 004.855.5

Історичний огляд розвитку нейронних мереж

проф. Аніловська Г.Я., студент Пухальський М.М. (Львівський торговельно-економічний університет)

Нейронні мережі, ключовий інструмент у галузі штучного інтелекту, мають багату історію, що сягає 1940-х років. Розвиток цієї технології можна розділити на кілька етапів: від ранніх моделей, натхненних біологією, через період застою, до сучасного відродження, пов'язаного з розвитком глибокого навчання. Історія нейронних мереж відображає як технологічний прогрес, так і зміну дослідницьких парадигм.

Історія нейронних мереж починається в 1943 році, коли Уоррен Маккалок та Волтер Піттс опублікували статтю, в якій запропонували першу формальну модель штучного нейрона. Ця модель, заснована на основних принципах логіки, мала на меті імітувати спосіб обробки інформації біологічними нейронами. Їхня робота надихнула наступні покоління дослідників досліджувати можливості створення машин, що імітують функціонування людського мозку.

Наступним важливим кроком у розвитку нейронних мереж стала розробка перцептрона Френком Розенблаттом у 1958 році. Перцептрон був простою моделлю нейронної мережі, здатною класифікувати лінійно роздільні шаблони, що зробило його першим практичним застосуванням нейронних мереж у розпізнаванні образів. Незважаючи на початковий ентузіазм, обмеження перцептрона, виявлені Мінксі та Папертом, зокрема його нездатність вирішувати нелінійні задачі, призвели до періоду застою в дослідженнях нейронних мереж.

У 1970-х роках розвиток нейронних мереж значно сповільнився через критику та обмеження перцептрона. Публікація Мінксі та Паперта «Перцептрони» продемонструвала, що перцептрон не здатний вирішувати такі проблеми, як функція XOR, що нівелювало бажання дослідників продовжувати роботу в цій галузі. Цей період, який часто називають «Зимою штучного інтелекту», тривав близько десятиліття. Протягом цього часу дослідження нейронних мереж були значною мірою відсунуті на другий план на користь інших методів, таких як експертні системи.

Прорив відбувся на початку 1980-х років, коли Пол Вербос та команда Девіда Румельхарта, Джеффрі Хінтона та Рональда Вільямса незалежно розробили алгоритм зворотного поширення, який дозволив ефективно навчати багатошарові перцептрони. Цей алгоритм дозволив обчислювати градієнти та оновлювати ваги в багатошарових мережах, що відкрило шлях до навчання складніших мереж, здатних вирішувати нелінійні задачі.

У 1980-х та 1990-х роках досягнення в комп'ютерних технологіях та доступ до великих наборів даних дозволили розробити складніші моделі нейронних мереж, що, у свою чергу, призвело до їх широкого використання в різних галузях, таких як розпізнавання мовлення та зображень.

На початку XXI століття, завдяки збільшенню обчислювальної потужності та наявності великих наборів даних, нейронні мережі вступили в нову еру, яка називається «ера глибокого навчання». Глибокі нейронні мережі, що складаються з кількох шарів, дозволяють автоматично видобувати ознаки та ефективно розпізнавати образи у складних даних. Ключовим моментом стало впровадження згорткових нейронних мереж (ЗНМ) Яном ЛеКуном та його командою, які революціонізували розпізнавання зображень. У 2012 році команда Хінтона досягла приголомшливого успіху в конкурсі ImageNet, здобувши величезну перемогу, використовуючи глибокі ЗНМ. Ця подія викликала широкий інтерес до глибокого навчання та призвела до вибуху досліджень цього підходу, що охоплював не лише розпізнавання зображень, але й обробку природної мови, генерацію тексту та навіть навчання за допомогою комп'ютерних ігор.

В сучасних умовах розвиток нейронних мереж триває в багатьох напрямах. Одним із них є навчання з підкріпленням, яке в поєднанні з глибокими нейронними мережами призвело до створення таких систем, як AlphaGo, які перевершують людську продуктивність у складних стратегічних іграх. Іншою сферою досліджень є теорія адаптивного резонансу (ART), яка знаходить застосування в системах, що потребують стабільного навчання в умовах змінного середовища.

Нейронні мережі зараз є невід'ємною частиною багатьох систем штучного інтелекту, що використовуються в промисловості, медицині, фінансах та інших галузях. Їхня здатність обробляти та аналізувати великі набори даних і вивчати складні закономірності робить їх ключовим інструментом у розвитку сучасних технологій.

Історія нейронних мереж – це історія проривів, застою та динамічного розвитку. Від скромних початків, натхненних нейробіологією, через періоди критики та нехтування, до сучасного відродження, нейронні мережі перетворилися на потужний інструмент, що використовується майже в кожній галузі науки і техніки. Їхній розвиток демонструє важливість міждисциплінарних досліджень та здатність адаптуватися до нових технологічних викликів.

UDC 004.89

Intelligent Redundancy Search in an Integrated Monitoring and Navigation System Based on Deep Learning

PhD student Sharapov M.G., Professor Kravchenko Yu.V. (Taras Shevchenko National University of Kyiv)

The paper addresses the problem of ensuring functional resilience in an integrated monitoring and navigation system through the use of redundancy. Traditional approaches, practices, and methods of redundancy management implemented in modern integrated monitoring and navigation systems are analyzed, as well as methods for optimizing these processes using artificial intelligence, in particular deep learning.

Mathematical models for formalizing redundancy features and their use to enhance the resilience of an integrated monitoring and navigation system are considered. The optimal use of redundancy to ensure the functional resilience of an automated air traffic control system is based on the proposed method of step-by-step reduction of the power of the permutation polyhedron basis, as well as on the principle of forming a maximal basis when embedding the set of admissible solutions into a partially ordered set for which the objective function and its gradient are monotonic.

The implementation of an intelligent redundancy management strategy in the integrated system is planned to be based on combined models and methods using original inference approaches, namely: the so-called FS-system, categorical inference models, fuzzy N-ary semantic networks, and modified gradient methods of discrete optimization.

The rapid development of artificial intelligence provides new opportunities for creating intelligent control systems. Therefore, the application of artificial intelligence—particularly deep learning – to redundancy detection appears promising. A fundamental paradigm of functional resilience is the redistribution of system resources to counteract the effects of external and internal adverse factors. The use of artificial intelligence technologies makes it possible to address this problem comprehensively and to ensure effective system operation under off-nominal and emergency conditions.

***УДК* 004.89**

Перспективи розробки та використання інструментів на основі ШІ для оптимізації роботи менеджерів із продажу

PhD студент Корж С.С., проф. Гавриленко В.В.

Актуальність та мета дослідження. У сучасному бізнесі ефективність відділу продажів є критично важливою, оскільки від неї безпосередньо залежить зростання виручки та конкурентоспроможність компанії. За даними McKinsey, підприємства, які оптимізували продажі за допомогою технологій Штучного Інтелекту (ШІ) та Машинного Навчання (МН), отримують приріст продуктивності на рівні 10–15%. Застосування ШІ дозволяє автоматизувати рутинні операції, звільняючи менеджерів для стратегічних завдань і побудови відносин з клієнтами. Метою запропонованого дослідження є розробка концептуальної моделі та прототипу програмного комплексу на основі ШІ для

оптимізації діяльності менеджерів з продажу, зокрема у сфері транспортних послуг. Актуальність підтверджується тим, що транспортна галузь активно діджиталізується, і поєднання CRM із предиктивною аналітикою відкриває нові можливості для оптимізації продажів у цьому секторі.
Наукова новизна та методологія. Наукова новизна роботи полягає у розробці комбінованого підходу, який одночасно інтегрує: прогнозування попиту; автоматизовану пріоритизацію лідів; генеративну обробку текстів для персоналізованих комунікацій; та адаптивні аналітичні панелі у режимі реального часу, об'єднані в єдину CRM-орієнтовану платформу.
Дослідження ґрунтується на інтеграції різних методів:
Прогнозування продажів: Використання моделей LSTM, Random Forest, XGBoost, ARIMA/SARIMA для аналізу історичних даних та зовнішніх факторів (сезонності, ринкового попиту) для точного прогнозу обсягів перевезень.
Аналіз та пріоритизація лідів (Lead Scoring): Застосування класифікаційних алгоритмів та логістичної регресії для оцінки ймовірності конверсії потенційного клієнта, дозволяючи менеджерам фокусуватися на найбільш перспективних контактах.
NLP-модуль: Використання GPT-моделей для генерації персоналізованих відповідей та email-шаблонів, а також для автоматичного відповідання на типові запити через чат-боти та віртуальні асистенти.
Аналіз комунікацій: Інструменти NLP-аналізу можуть обробляти тексти розмов (дзвінки, чат-переписки) з метою оцінки якості комунікацій, виявлення аномалій та зон для тренування персоналу.
Візуалізація: Створення інтерактивних BI-дашбордів (наприклад, через Power BI, Tableau) для відстеження показників продажів у реальному часі.
Система реалізується на основі мікросервісної архітектури з API-інтеграцією в існуючі CRM-системи.
Очікувані результати та практична значущість. Очікується, що впровадження прототипу AI-CRM модуля (серверна частина з AI-моделями, CRM-інтеграція та аналітична панель) дозволить: підвищити точність прогнозів продажу, знизити час на виконання рутинних операцій, збільшити конверсію угод, покращити якість клієнтського сервісу через більш релевантні та персоналізовані пропозиції, підтвердити гіпотезу про підвищення продуктивності менеджерів на 10–15%.
Практична значущість дослідження визначається можливістю впровадження розробленого рішення у корпоративні системи управління продажами, що сприятиме підвищенню ефективності бізнес-процесів та конкурентоспроможності транспортних підприємств.

УДК 004.89

Впровадження технологій штучного інтелекту для підвищення ефективності роботи відділу продажів у транспортних компаніях

PhD студент Корж С.С., проф. Гавриленко В.В.

У сучасному бізнесі ефективність відділу продажів є критично важливою, оскільки від неї безпосередньо залежить зростання виручки та

конкурентоспроможність компанії. Впровадження цифрових технологій та Штучного Інтелекту (ШІ) в процеси продажів вже демонструє відчутні результати, зокрема підвищення продуктивності на рівні 10–15% за світовими даними. Застосування ШІ дозволяє побудувати більш гнучку та орієнтовану на дані організацію, де рутинні операції автоматизовані, дозволяючи менеджерам фокусуватися на стратегічних завданнях і побудові відносин із клієнтами.

Особлива актуальність цього дослідження стосується транспортного сектору (логістика, вантажні та пасажирські перевезення), який активно проходить цифрову трансформацію. Глобальні технології, такі як ШІ, Інтернет речей та блокчейн, розширюють можливості компаній у цій галузі, тоді як поєднання сучасних CRM-систем із предиктивною аналітикою відкриває нові можливості для оптимізації продажів. Наприклад, ШІ-алгоритми аналізують історичні та зовнішні фактори, такі як сезонність, ринковий попит та ціни на паливо, для точного прогнозування обсягів перевезень та ресурсного планування.

Метою запропонованого дослідження є розробка концептуальної моделі та прототипу програмного комплексу на основі ШІ для оптимізації діяльності менеджерів з продажу, зокрема у сфері транспортних послуг.

Наукова новизна полягає у розробці комбінованого підходу, що інтегрує: прогнозування попиту; автоматизовану пріоритизацію лідів (Lead Scoring); генеративну обробку текстів для персоналізованих комунікацій; та адаптивні аналітичні панелі у режимі реального часу в єдину CRM-орієнтовану платформу.

Дослідження ґрунтується на інтеграції методів машинного навчання (включно з моделями ARIMA, LSTM та алгоритмами класифікації), технологій обробки природної мови (NLP) та бізнес-аналітики (BI).

Очікуваними результатами є підвищення точності прогнозів продажу, зниження часу на виконання рутинних операцій, зростання конверсії угод та покращення якості клієнтського сервісу.

Практична значущість дослідження визначається можливістю впровадження розробленого рішення у корпоративні системи управління продажами, що сприятиме зростанню ефективності бізнес-процесів та конкурентоспроможності підприємств.

УДК 004.8:658.8

Оптимізація процесів продажу в транспортних компаніях за допомогою сучасних AI-технологій

PhD студент Корж С.С., проф. Гавриленко В.В.

У сучасному бізнесі відділ продажу відіграє вкрай важливу роль – ефективність менеджерів із продажу безпосередньо впливає на зростання доходів компанії та її конкурентоспроможність. Упровадження цифрових технологій та штучного інтелекту в процеси продажу вже демонструє відчутні результати: компанії, які автоматизували й оптимізували свої процеси за допомогою CRM-систем, аналітики та машинного навчання, досягають підвищення продуктивності приблизно на 10–15%.

Використання штучного інтелекту дає можливість будувати більш гнучку й орієнтовану на дані організацію, де рутинні операції автоматизовані, а

менеджери можуть зосередитися на розвитку взаємин із клієнтами. Опитування українських компаній показують, що понад 90% співробітників мають досвід використання ШІ на роботі, а 55% застосовують його регулярно. Тому розроблення програмних інструментів на основі ШІ для відділів продажу є актуальним як у глобальному, так і в українському контексті.

Відділ продажу в транспортному секторі (логістика, вантажні та пасажирські перевезення) генерує значну частку доходів компаній, тому його ефективність безпосередньо впливає на конкурентоспроможність. Водночас транспортна галузь активно проходить цифрову трансформацію. Глобальні технології (ШІ, Інтернет речей, блокчейн) розширюють можливості компаній, знижують бар'єри входу на ринок і посилюють конкуренцію.

Наприклад, цифрові платформи бронювання вантажних перевезень дають змогу миттєво перевірити наявність і поточні тарифи, порівняти пропозиції перевізників та одразу підтвердити доставку.

Аналітичні алгоритми на основі ШІ в транспорті аналізують історичні дані та зовнішні фактори (такі як сезонність, попит на ринку та ціни на пальне), забезпечуючи точне прогнозування обсягів перевезень і планування ресурсів. Таким чином, поєднання сучасних CRM-систем і прогнозної аналітики відкриває нові можливості для оптимізації продажів у транспортному секторі.

UDC 004.89

Induced ai-theory expansion (iai-te): engineering self-consistent scientific theories with LLMS

Associate Professor A.V. Lemeshko, Professor O.M. Tkachenko (Taras Shevchenko National University of Kyiv)

We introduce Induced AI-Theory Expansion (IAI-TE), a formal methodology for developing scientific theories in collaboration with large language models (LLMs). IAI-TE reframes LLM "hallucination" as unfiltered statistical fantasy — analogous to human imagination but devoid of innate reality-checking mechanisms. The methodology counteracts this by constructing a framework of artificial reality filters: (1) a lossless, context-window-optimized Axiomatic Core (A-Core), (2) a predefined Structural Template (S-Template), and (3) an iterative Consistency-Enforcement Protocol (CE-Protocol) that integrates both textual and symbolic verification. We demonstrate IAI-TE's efficacy by detailing its role in constructing the Temporal Theory of the Universe (TTU), a coherent, ~50-page theoretical manuscript. IAI-TE provides a blueprint for transforming LLMs from sources of confabulation into disciplined engines for logical extrapolation, establishing a new paradigm for human-AI co-authorship in fundamental science.

UDC 004.8

Ai-resilient science: the birth of self-restoring theories and the post-book era of knowledge

Associate Professor A.V. Lemeshko, Professor O.M. Tkachenko (Taras Shevchenko National University of Kyiv)

For the first time in the history of science, a fundamental physical theory — the Temporal Theory of the Universe (TTU) — has been formulated not merely as a

written document, but as a multi-layered, algorithmically reconstructible knowledge system. This paper introduces the concept of AI-Resilient Scientific Theories: theories designed from first principles to be recoverable, extensible, and logically verifiable by artificial intelligence without reliance on human interpretive memory. We present the three-tier architecture of TTU (core kernel, conceptual codex, full specification), detail the human–AI symbiotic methodology used in its development, and argue that this approach solves long-standing epistemological challenges of knowledge preservation, scalability, and reproducibility. TTU serves as a prototype for a new paradigm — post-book science — where theories become executable, immortal, and platform-agnostic entities. This marks the beginning of algorithmic epistemology and a new era in which AI acts not only as a tool but as a custodian of fundamental knowledge.

УДК 004.855.5

Підвищення точності та стабільності нейромережевої кластеризації даних методом автоматичної редукції ознак

аспірант Іващенко О.В., студентка Колосовська Д.В., проф. Федін С.С.

Точність та стабільність результатів кластеризації на основі нейронних мереж Кохонена, тобто самоорганізаційних карт – Self-Organizing Maps (SOM) значною мірою залежить від інформативності початкового набору ознак. Однак, наявність малозначущих ознак призводить до збільшення обчислювальних витрат, ускладнення інтерпретації та зниження стабільності результатів кластеризації. У зв’язку з цим актуальним є розроблення методів автоматичної редукції ознак, здатних забезпечити збереження структури даних без втрати їх інформативності.

Запропоновано метод автоматичного відбору малозначущих ознак на основі алгоритму міжквартильного розмаху (Interquartile Range, IQR), який застосовується на етапі первинного навчання SOM. Після початкового формування карти обчислюються дисперсії вагових коефіцієнтів для кожної ознаки та з використанням алгоритму IQR визначається їхня варіативність. Ознаки з низькою варіативністю вилучаються, після чого здійснюється повторне навчання карти на скороченому наборі даних.

Експериментальні дослідження проведено на реальній вибірці клієнтської бази телекомунікаційної компанії. Здійснено порівняльний аналіз результатів кластеризації до та після редукції ознак за фіксованих параметрів навчання та незмінного значення *seed* – параметра, що визначає початковий стан генератора випадкових чисел та забезпечує відтворюваність ініціалізації вагових коефіцієнтів нейронів. Візуальне порівняння карт, а також кластеризація за алгоритмом k-means при різних значеннях *k* засвідчили практично повне збереження топологічної структури карти після виключення малозначущих ознак. Статистичний аналіз підтвердив високий рівень відповідності результатів.

Таким чином, запропонований метод редукції ознак на основі алгоритму IQR дозволяє забезпечити точність та стабільність результатів нейромережевої кластеризації, при збереженні інформативності даних та зменшенні обчислювальних витрат.

УДК 004.8

Визначення кількості параметрів нейромереж у мовних моделях

PhD студент Товстенко М.А., проф. Гавриленко В.В.

Швидка еволюція LLM призвела до виникнення нової категорії нейромереж, що отримали назву Small Language Models (малі мовні моделі або SLM). Попри їхню зростаючу популярність в академічних колах та у прикладних спеціалістів, сам термін SLM залишається розмитим. На сьогодні у науковому дискурсі відсутня уніфіковане визначення, що чітко розмежовує «великі» (LLM) та «малі» моделі: для поточних моделей, що сягають трильйону параметрів, «малою» може вважатися модель на 70 мільярдів параметрів, тоді як для мобільних розробників цей поріг є значно нижчим. Навіть є моделі, які показують результат за менше ніж 3 мільярдів параметрів. Така суб'єктивність ускладнює систематизацію досліджень, бенчмаркінг та оцінку ресурсоємності алгоритмів.

Для подолання цієї невизначеності пропонується запровадити жорсткий кількісний критерій класифікації, базований на архітектурній ємності мережі. Ми визначаємо SLM як мовні моделі, кількість навчальних параметрів яких є меншою за порогове значення у 15 мільярдів (≤ 15B), а TLM – менше за 5 мільярдів параметрів (≤ 5B).

Вибір саме цього порогу є емпірично обґрунтованим, оскільки він охоплює сучасні state-of-the-art архітектури (Llama 3 8B, Mistral, Gemma, Phi), які демонструють відносно високі показники обмірковування, але при цьому залишаються придатними для локального розгортання на обладнанні звичайного споживача. Встановлення чіткої межі у 5B та 15B дозволить стандартизувати підходи до розробки локальних ШІ-агентів, зосередивши увагу дослідників на оптимізації інференсу та ефективності навчання в умовах обмежених обчислювальних ресурсів.

УДК 004.8

Використання SLM – перехід від кількісних підходів до апаратно-функціонального підходу в мовних моделях

PhD студент Товстенко М.А., проф. Гавриленко В.В.

Стрімкий розвиток генеративного штучного інтелекту призвів до виокремлення класу «малих мовних моделей» (Small Language Models, SLM), проте в науковій спільноті досі відсутній консенсус щодо чіткого визначення цього терміну. Традиційні спроби класифікації, що базуються виключно на кількості параметрів (наприклад, моделі до 3 або 7 мільярдів параметрів), стають нерелевантними в умовах постійної оптимізації архітектур та методів квантування.

Одним з ключових переваг SLM є здатність функціонувати локально на пристроях з обмеженими обчислювальними ресурсами (ноутбуки, смартфони) без звернення до зовнішніх API. Дана особливість дозволяє використовувати такі моделі для виконання завдань над приватною інформацією, а також здешевлює витрати на використання LLM API навіть у випадках, коли SLM запущена на сервері.

Ми пропонуємо відійти від кількісних підходів до апаратно-функціонального підходу в мовних моделях. Пропонується визначення SLM як мовної моделі, що, на відміну від LLM, спеціалізується на вужчому спектрі завдань обробки природньої мови, але архітектурно оптимізована для автономного запуску на звичайному користувацькому обладнанні із забезпеченням прийнятної для інтерактивної взаємодії швидкості генерації тексту. Такий підхід дозволяє чітко розмежувати хмарні універсальні моделі та локальні спеціалізовані рішення, що добре підходить для комунікації під час розробки локальних довідникових систем.

УДК 004.8

Використання моделі SLM в обробці природньої мови

PhD студент Товстенко М.А., проф. Гавриленко В.В.

Термін Small Language Model (SLM) залишається розмитим і кількісно невизначеним, що створює плутанину в класифікації моделей штучного інтелекту. Наприклад на практиці, LLM-рушії виведення такі як vLLM та llama.cpp (разом з популярними для цього рушія обгортками як ollama та LM Studio), які використовуються для запуску мовних моделей на пристрої локально, не відрізняють SLM від LLM, а в публікаціях європейських моделей EuroLLM-1.7B та EuroLLM-9B обидві названі як LLM. Проте, навіть у менших моделях, призначених для робочих завдань, спостерігаються так звані емерджентні здібності, тобто здатність розв'язувати задачі, які безпосередньо не випливають із навчальних даних, подібно до LLM.

Ці функціональні ознаки свідчать про те, що робочі SLM фактично є Small Large Language Models, тобто вони досить великі, щоб демонструвати емерджентні здібності до виконання меншого обсягу завдань, на відміну від широкого спектра можливостей універсальних LLM. Ми пропонуємо формалізувати визначення: SLM – це підтип LLM, який зберігає емерджентність у вузьких рамках. Це дозволить створити більш точну таксономію, сфокусовану на функціональних можливостях, а не виключно на кількості параметрів, що є критично важливим для інженерії ефективних, ресурсо-заощадних AI-рішень.

УДК 004.89

Програмний додаток для підтримки прийняття рішень при оцінці якості послуг мобільного зв'язку

магістр Деменський А.М., проф. Зубрецька Н.А., студент Суліма Д.Д.

Процеси глобалізації інформаційних комунікаційних мереж і міжнародна інтеграція вимагають визначення можливих шляхів становлення і розвитку національної системи оцінки та управління якістю послуг зв'язку. В умовах сформованої в Україні єдиної системи показників якості та нормування вимог до них важливим завданням є порівняння якості послуг різних операторів мобільного зв'язку. Рішення даної задачі дозволить з високим ступенем достовірності оцінити якість послуг, що надаються різними компаніями за єдиною шкалою норм на узагальнені показники якості, а також сформувати

інтегральний підхід до контролю якості та оптимізації функціонування мережі. На основі проведеного аналізу методів, засобів та нормативної документації щодо надання послуг мобільного зв'язку запропоновано удосконалення методу оцінювання узагальненого показника якості послуг мобільного зв'язку за сукупністю одиничних показників системи «Зв'язок-якість» з використанням функції бажаності Харрінгтона. Із використанням мови програмування VB та Python створено програмне забезпечення для оцінювання та порівняння рівня якості послуг різних телекомунікаційних компаній та виконано практичну реалізацію створеного програмного продукту для порівняльної оцінки якості послуг мобільного зв'язку різних національних операторів телекомунікаційних послуг Київстар та Водафон за сукупністю нормованих одиничних показників за рахунок використання розробленого програмного забезпечення

УДК 004.89

Інформаційна система нейромережевого прогнозування та підтримки прийняття рішень при допусковому контролі технологічних процесів

магістр Рудь А.В., студент Таценко В.Є., проф. Зубрецька Н.А.

Із розвитком методів та систем штучного інтелекту зростає інтерес до інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень як до перспективної галузі використання інформаційно-аналітичних технологій і до інструментарію управління виробництвом на мікрорівні (ІСППР). ІСППР можна визначити як інтерактивну комп'ютерну систему, що призначена для інформаційної підтримки різних видів діяльності для підтримки прийняття рішень при управлінні технологічними процесами на основі структурованих, слабоструктурованих та неструктурованих даних. У результаті дослідження науково обґрунтована ефективність використання нейромережного та статистичного моделювання для встановлення багатокритеріальних залежностей між нормованими конструктивними характеристиками промислових виробів та сукупністю технологічних параметрів їх виготовлення. Розроблено комплекс моделей нейронних мереж для прогнозування якості виробів, використання яких дозволяє підвищити ефективність прийняття рішень при управлінні якістю технологічного процесу за рахунок отримання прогнозної інформації про характеристики виробів при зміні сукупності технологічних режимів їх виготовлення. Використання розробленої багатокритеріальної моделі нейронної мережі дає можливість генерувати різні варіанти залежностей між технологічними параметрами виготовлення виробів та їх конструктивними характеристиками. Це необхідно для оцінки та прогнозування рівня дефектності виробів і підтримки прийняття рішень при допусковому контролі якості продукції, що виготовляється за технологією контактного точкового зварювання.

УДК 004.89

Інтелектуальна система моніторингу та забезпечення безпеки мережевого трафіку

магістр Білько Б.А., проф. Зубрецька Н.А., студент Піддубний О.Р.

Широке використання Інтернет-технологій та зростаюча потреба в онлайн сервісах збільшують рівень кіберзлочинності, для боротьби з якою сьогодні

використовуються як активні (антивіруси, брандмауери тощо), так і пасивні засоби захисту – системи виявлення втручань. З метою покращення ситуації, яка склалася щодо виявлення вторгнень, проводиться пошук нових методів виявлення аномалій мережевого трафіку, які б мали всі переваги існуючих підходів, а також усували їх недоліки. Активний розвиток теорії машинного навчання в останні роки та його використання в різних сферах IT-сектору ставлять актуальне питання щодо застосування нейронних мереж у області виявлення вторгнень. У результаті досліджень, розроблено інтелектуальну систему моніторингу інформаційної безпеки, що реалізовує метод однокласового класифікатора загроз на основі застосування блоку кодування та нормалізації даних, моделі нейронної мережи та блоку прийняття рішень. Із використанням мови програмування Python, наборів даних KDD Cup 99, відкритої бібліотеці Keras (API для нейронних мереж) та середовища розробки Visual Studio Code створено нову модель моніторингу мережевого трафіку на основі синтезу методу пошуку відомих сигнатур та методу виявлення аномалій. Показано, що подальший розвиток побудованої програмної системи можна здійснити за рахунок побудови більш складної багаторівневої архітектури із використанням додаткових або модифікованих моделей на основі нейронних мереж. Результати проведених досліджень можуть бути використані як самостійне рішення в будь-яких сучасних системах забезпечення інформаційної безпеки.

УДК 004.89

Інформаційна система для відстеження швидких об'єктів у відеопотоці

магістр Гаркавий О.Ю., проф. Зубрецька Н.А., студент Писаний М.В.

При визначенні місця розташування об'єкта, що рухається в часі, алгоритми трекінгу аналізують кадри відео та визначає положення об’єкту. У найпростішій формі, трекінг можна визначити як оцінювання траєкторії об’єкту на кадрах відеопослідовності, а залежно від застосувань, трекер може надавати додаткову інформацію, таку як орієнтація, площа або форма об’єкта. При вирішенні будь-якої задачі трекінгу необхідно визначити тип об'єктів, їх можливу швидкість переміщення і можливі типи траєкторій. При цьому основна проблема трекінгу полягає в зіставленні положень цільового об'єкта на послідовності кадрів, особливо якщо об'єкт рухається швидко. У результаті дослідження виконано формалізацію завдання трекінгу швидких об’єктів у відеопотоці, визначено основні проблеми та систематизовано основні завдання, що виникають при побудові інформаційних систем трекінгу швидких об’єктів із застосуванням різних алгоритмів, зокрема алгоритмів CMS і CMT. З використанням мови програмування Python розроблено інформаційну систему трекінгу, яка поєднує два Mean Shift трекери на основі гістограми кольору і просторової інформації. Аналіз результатів використання розробленої системи у вигляді консольного додатку дозволив запропонувати способи його покращення і обгрунтувати його переваги над індивідуальними Mean Shift трекерами.

УДК 004.9

Автоматизована інформаційна система для управління методичною роботою

магістр Міщенко В.В., студент Литвин В.М., проф. Зубрецька Н.А.

Система управління методичною роботою у закладах вищої освіти (ЗВО) України є важливою складовою сучасного освітнього середовища. Висока конкуренція та зростаючі вимоги до якості освіти ставлять завдання постійного вдосконалення методологій навчання та підтримки освітнього процесу. Розробка і впровадження ефективних автоматизованих інформаційних систем для управління методичною роботою кафедри стає стратегічним завданням для забезпечення якісної освіти. У результаті аналізу, систематизації та узагальнення основних аспектів методичної роботи кафедри та в цілому вітчизняного ЗВО на основі досвіду Національного транспортного університету, системи її організаційного, нормативно-правового та інформаційного забезпечення, розроблено низку моделей: концептуальну модель складових методичної діяльності, ієрархічну структурно-функціональну суб'єктів та нормативно-правової бази методичної роботи. Виконано огляд і порівняльний аналіз існуючих програмних рішень, визначено їхні особливості та слабкі сторони. На основі складеного технічного завдання розроблено автоматизовану інформаційну систему управління методичною роботою кафедри в середовищі Microsoft Visual Studio Enterprise з платформою Windows Forms та мовою програмування C# на базі .NET Framework. Реляційна модель бази даних SQLite з розширенням SQLCipher розроблена з використанням менеджера баз даних SQLiteStudio. У ході розробки представлено діаграми варіантів використання, активності, послідовності, кооперації, компонентів, розгортання та діаграма «сутність-зв'язок», описано засоби для розробки, інтерфейс, функціонал та керівництво для користувачів системи.

УДК 004.89

Створення інтелектуальних карт з використанням API від OpenAI

студентки Корбецька Н.К., Могульова К.Д., проф. Зубрецька Н.А.

Сьогодні для побудови інтелектуальних карт застосовуються цифрові рішення, що демонструють високу варіативність функціональних підходів і охоплюють як прості візуалізаційні веб-застосунки, так і багаторівневі інструменти з функціями штучного інтелекту, хмарною інтеграцією, засобами командної взаємодії та програмною підтримкою на рівні API. Із розвитком штучного інтелекту з'являється можливість автоматизації процесу створення інтелектуальних карт. Особливо перспективним є використання моделей обробки природної мови (Natural Language Processing) на базі таких інструментів, як API OpenAI. Аналіз сучасних інструментів і технологій створення інтелектуальних карт дозволив обґрунтувати доцільність використання API OpenAI як засобу автоматизації процесу їх побудови. Показано, що інтеграція мовних моделей GPT з мовою програмування Python дозволяє здійснювати глибокий текстовий аналіз, виявляти релевантні концепти, категоризувати зміст і будувати ієрархічну структуру понять на

основі вхідних даних. Python-бібліотеки, як-от Matplotlib чи Graphviz, дозволяють візуалізувати результати автоматичного аналізу, що створює умови для отримання повноцінної інтелектуальної карти без ручного втручання користувача.

У результаті досліджень реалізовано функціональні компоненти ПЗ для обробки вхідного тексту, інтеграції з API OpenAI, аналізу, візуалізації за допомогою бібліотек Graphviz і NetworkX. Розроблене програмне рішення забезпечує побудову інтелектуальних карт з можливістю налаштування та експорту в різні формати. Комплексне тестування ПЗ (модульне, інтеграційне, функціональне, тестування продуктивності) підтвердило коректність роботи з текстами до 1000 слів і дозволило виявити обмеження щодо обробки великих обсягів даних і неангломовних текстів.

УДК 004

Використання нейронних мереж у логістиці

PhD Грама М.П. (Національний університет харчових технологій, м. Київ)

Сучасні логістичні системи функціонують в умовах зростаючої складності, високої динамічності та значних обсягів інформації, що потребує застосування ефективних інструментів аналізу й підтримки управлінських рішень. У цьому контексті нейронні мережі як один із ключових методів штучного інтелекту набувають особливої актуальності, оскільки здатні обробляти великі масиви структурованих і неструктурованих даних та виявляти приховані закономірності. Їх використання в логістиці сприяє підвищенню точності прогнозування, адаптивності систем і зниженню впливу людського фактору на процес прийняття рішень.

Одним із найбільш поширених напрямів застосування нейронних мереж є прогнозування попиту та управління запасами, що дозволяє оптимізувати рівень складських ресурсів і мінімізувати витрати на зберігання. Аналіз часових рядів за допомогою глибинних нейронних моделей забезпечує врахування сезонних коливань, трендів і зовнішніх чинників, які впливають на логістичні потоки. Крім того, нейронні мережі активно використовуються для оптимізації транспортних маршрутів, що дає змогу скоротити час доставки, зменшити витрати на паливо та підвищити загальну ефективність ланцюгів постачання.

Впровадження нейронних мереж у логістичні процеси створює передумови для формування інтелектуальних логістичних систем, здатних до самонавчання та адаптації до змін зовнішнього середовища. Такі системи забезпечують підвищення стійкості ланцюгів постачання шляхом раннього виявлення ризиків і аномалій, а також підтримують прийняття стратегічних і оперативних управлінських рішень. Отже, використання нейронних мереж у логістиці є перспективним науково-практичним напрямом, що сприяє цифровій трансформації підприємств і підвищенню їх конкурентоспроможності.

УДК 004

Роль аналітики великих даних у логістиці

PhD Грама М.П. (Національний університет харчових технологій, м. Київ)

Аналітика великих даних відіграє ключову роль у сучасній логістиці, оскільки дозволяє ефективно обробляти та інтерпретувати великі обсяги різнорідної інформації, що формується на всіх етапах логістичного ланцюга. Дані з систем управління складами, транспортними засобами, GPS-трекерів, сенсорів Інтернету речей, ERP- і CRM-систем створюють основу для глибокого аналізу процесів постачання, зберігання та розподілу товарів. Застосування методів аналізу великих даних дає змогу підвищити прозорість логістичних операцій, виявляти приховані закономірності, прогнозувати попит, оптимізувати маршрути доставки та зменшувати операційні витрати.

Використання аналітики великих даних у логістиці сприяє переходу від реактивного управління до проактивного та прогнозного підходу. На основі історичних і потокових даних логістичні компанії можуть завчасно виявляти ризики затримок, простоїв або перевантаження ресурсів, а також оперативно приймати обґрунтовані управлінські рішення. Інтеграція технологій машинного навчання та штучного інтелекту з аналітикою великих даних підвищує точність прогнозів і рівень автоматизації процесів, що особливо важливо в умовах динамічного ринку та зростаючих вимог клієнтів. Таким чином, аналітика великих даних стає стратегічним інструментом підвищення ефективності, конкурентоспроможності та стійкості логістичних систем.

Крім того, аналітика великих даних сприяє підвищенню рівня сервісу та клієнтоорієнтованості логістичних компаній. Завдяки аналізу поведінки споживачів, сезонних коливань і зовнішніх факторів, таких як погодні умови або зміни ринкової кон’юнктури, компанії можуть точніше планувати терміни доставки та адаптувати логістичні стратегії до індивідуальних потреб клієнтів. Це забезпечує скорочення часу виконання замовлень, зниження кількості помилок і підвищення рівня довіри з боку партнерів та споживачів, що в підсумку позитивно впливає на загальну ефективність логістичної діяльності.

УДК 004

Застосування інформаційних технологій аналізу користувачів у бізнес-процесах аналітики великих даних у логістиці

аспірант Гуро Д.А., проф. Грибков С.В. (Національний університет харчових технологій, м. Київ)

Аналіз користувацької активності являє собою комплексний науково-практичний процес, що базується на формалізованому збиранні, систематизації та багатовимірній обробці даних щодо взаємодії користувачів із веб-орієнтованими інформаційними системами. До ключових показників такої взаємодії належать кількість відвідувань, тривалість сесій, послідовності навігаційних переходів, частота повторних звернень, а також показники виконання цільових дій, визначених у межах бізнес-логіки веб-ресурсів. Зазначені дані формують релевантну емпіричну базу для оцінювання

ефективності та результативності бізнес-процесів, пов’язаних із цифровим маркетингом, реалізацією продуктів і наданням клієнтоорієнтованих сервісів.

Інформаційні технології аналізу користувачів охоплюють сукупність програмно-апаратних засобів і методологічних підходів, зокрема системи web-аналітики, платформи управління взаємовідносинами з клієнтами (CRM), інструменти бізнес-аналітики (Business Intelligence), а також методи аналізу великих даних і машинного навчання. Використання сучасних алгоритмічних підходів до обробки та інтерпретації великих масивів даних забезпечує можливість виявлення прихованих статистичних залежностей і патернів у поведінкових моделях користувачів, що, у свою чергу, формує аналітичне підґрунтя для підтримки прийняття управлінських рішень.

Особливу роль у процесі аналізу відіграють інструменти web-аналітики, які забезпечують автоматизований збір, агрегування та інтерпретацію поведінкових метрик у режимі, наближеному до реального часу, з урахуванням специфіки архітектури веб-додатків і користувацьких сценаріїв. Подання результатів аналітичної обробки у формі структурованих звітів і інтерактивних інформаційних панелей сприяє підвищенню когнітивної доступності даних, а також забезпечує більш ефективний моніторинг, контроль і оптимізацію бізнес-процесів.

Інтеграція інформаційних технологій аналізу користувацької поведінки в управлінські та операційні бізнес-процеси забезпечує перехід до парадигми управління, орієнтованого на дані (data-driven management). Такий підхід дає змогу підвищити рівень обґрунтованості управлінських рішень, забезпечити адаптивність бізнес-стратегії до динамічних змін цифрового середовища та вдосконалити механізми взаємодії з кінцевими споживачами. На основі результатів аналізу поведінкових даних підприємства отримують можливість реалізовувати персоналізовані інформаційні та комерційні пропозиції, а також підвищувати ефективність маркетингових комунікацій.

Водночас використання даних про активність користувачів зумовлює необхідність суворого дотримання нормативно-правових вимог у сфері захисту персональної інформації. Процеси збирання, зберігання та обробки даних повинні здійснюватися відповідно до принципів законності, конфіденційності, цільової обмеженості та мінімізації даних, а також із урахуванням положень чинного законодавства у сфері захисту персональних даних.

Систематизовані підходи до збору та аналізу даних про користувацьку поведінку доцільно застосовувати для удосконалення управлінських рішень у сферах маркетингу, продажів і клієнтського сервісу.

Результати дослідження використанні для розроблення практичних рекомендацій щодо персоналізації взаємодії з клієнтами, підвищення результативності маркетингових заходів і формування конкурентних бізнес-стратегій. Подальший розвиток дослідження направлений на розширення підходів методів аналізу великих даних та адаптації до реальних умов функціонування підприємств у цифровому середовищі.

УДК 004.8

Розпізнавання поведінки сільськогосподарських тварин з використанням нейромереж

PhD студент Градобоєв Д.А., доц. Кіктєв М.О. (Національний університет біоресурсів і природокористування України)

Останнім часом відбувається швидкий перехід до концепції точного тваринництва, яка ґрунтується на безперервному автоматизованому зборі та аналізі великих обсягів даних. Ключовим фактором цієї трансформації стала інтеграція інтелектуальних технологій, включаючи машинне навчання (МО), глибоке навчання (ГО), комп'ютерний зір (КЗ) та передові сенсорні системи. Ці технології дозволяють здійснювати об'єктивний та високоточний моніторинг окремих тварин, забезпечуючи перехід до активного управління виробничими процесами. Найбільш поширеними є ідентифікація розташування тварин та аналіз їх поведінки з використанням комп'ютерного зору (YOLO), надширокосмугових (UWB) та інерційних датчиків (акселерометрів) для виявлення аномалій, таких як кульгавість та агресія.

Відео знімається в корівнику, де безліч корів перекривають один одного. Автори беруть YOLOv5 і додають комбінацію ResNet+DensNet (Res-Dense), щоб модель могла краще бачити тварину в тінях та при частковому перекритті. В роботі модифікують YOLO, вставляючи блоки для кращого отримання просторових характеристик (RFR), щоб фіксувати поведінку саме в корівнику, а не на ідеальному тлі. Дослідники в роботі провели валідацію надширокополосної системи позиціонування для точного відстеження корів у комерційному стійловому корівнику, розмістили UWB (Ultra-Wide Band) у працюючому вільному стійлі та виміряли, наскільки система помиляється, коли корови рухаються/стоять. Обговорюється вплив металевих конструкцій та розміщення антен. Хороший «міст» між світом комп'ютерного зору та світом RTLS (Real-Time Location System). Класифікація поведінки великої рогатої худоби з використанням моделей глибокого навчання та акселерометрів включає подання необробленого сигналу CNN/LSTM, показуючи, що глибоке навчання краще вловлює відмінності між «жуванням стоячи» і «просто стоячи». Автори також обговорюють проблему незбалансованих класів (деякі поведінкові реакції трапляються рідко).

УДК 004.8

Застосування інтелектуальних технології при виробництві комбікормів і преміксів

PhD студент Правілов М.О., доц. Кіктєв М.О. (Національний університет біоресурсів і природокористування України)

Останні досягнення в галузі штучного інтелекту та комп'ютерного зору значно змінили ландшафт агропродовольчого виробництва, впровадивши нові рівні автоматизації, точності та надійності у моніторинг якості. Оскільки сільськогосподарські ланцюжки постачання все більше орієнтуються на дані, використання алгоритмів глибокого навчання, граничних обчислень та

інтелектуальних сенсорних систем дозволяє проводити оцінку якості кормів та преміксів у режимі реального часу.
Автоматизована система змішування кормів оснащена дозуванням на основі тензодатчиків та зворотним зв'язком від датчиків. Система забезпечила однорідність інгредієнтів до 98% та продемонструвала високу повторюваність. Впровадження машинного навчання (МО) у сільському господарстві, включає контрольовані та неконтрольовані алгоритми, які полегшують прогнозування врожайності, виявлення дефектів та класифікацію сільськогосподарських матеріалів на основі зображень. Їх аналіз підтвердив, що методи на основі нейронних мереж перевершують традиційні методи регресії та кластеризації під час роботи зі складними даними. В роботі досліджено застосування глибокого навчання (DL) у контролі якості в агропродовольчій переробці. Згорткові нейронні мережі (CNN), включаючи архітектури ResNet та EfficientNet, можуть успішно виявляти дефекти поверхні та текстурні аномалії у перероблюваних матеріалах, таких як порошки та зерно. Ці методи забезпечують методологічну основу контролю якості кормів, де візуальна гетерогенність сольових і мінеральних компонентів ускладнює ручний контроль. В інтернет-ресурсі представлено концепцію Edge-AI — розгортання полегшених моделей CNN безпосередньо на вбудованих пристроях поряд із виробничими лініями — для досягнення виявлення дефектів у реальному часі з мінімальною затримкою. Такі архітектури мають вирішальне значення для підприємств з виробництва преміксів, де затримки передачі можуть призвести до неправильної класифікації якості продукції.

УДК 681.3:004.9

Парадигмальні трансформації поліергатичних виробничих організацій в умовах глобальної еволюції та нестаціонарного довкілля

доц. Комісаренко О.С., проф. Баранов Г.Л., студенти Захарова М.М., Покровський В.О.

Наукове осмислення всесвітньої еволюції в контексті критичних змін суспільних технологій набуває історико-географічного виміру розвитку Homo sapiens у неоднорідних природних та соціальних умовах. Дослідження проблемних впливів факторів нестаціонарного довкілля фіксує формування нових парадигмальних взаємовідношень на всіх стадіях створення поліергатичних виробничих організацій (ПЕВО).
Різноманіття ергатичних взаємодій не скасовує наявності сутності, особливостей і специфіки функціонування кожної потокової складної динамічної системи, що тривалий час еволюціонує у зовнішньому середовищі. Такі системи характеризуються внутрішньою структурною впорядкованістю та адаптивністю до змін зовнішнього навколишнього середовища.
Глобальним зовнішнім навколишнім оточуючим середовищем (ЗНОС) постає Всесвіт, який, за сучасними астрономічними оцінками, існує мільярди років. У межах геліо-геосистеми спостерігаються явища втрати біорізноманіття та вимирання окремих видів, що зумовлено, зокрема, зростаючим технологічним впливом розвинених людських суспільств.

Глобальні проблеми сучасності сформувалися переважно впродовж останніх тисячоліть і мають системний характер. Тривалість «smart-часу» організаційного структурного управління варіюється залежно від вибору точки відліку та масштабної шкали аналізу — від річних циклів до їх поділу на місяці, сезони, робочі й святкові дні, а також добові ритми життєдіяльності суспільства, зокрема в умовах розвитку України.
Отже, дослідження еволюційних змін у поліергатичних виробничих організаціях потребує міждисциплінарного підходу, що інтегрує астрономічні, екологічні, соціально-економічні та управлінські аспекти розвитку складних динамічних систем в умовах глобальних трансформацій.

УДК 681.3:004.9

Цифровізовані інформаційно-інтелектуальні технології як парадигма розвитку комп'ютерних організаційних систем

доц. Комісаренко О.С., проф. Баранов Г.Л., студент Карачун Ю.М.

Цифровізація сучасних комп'ютерних систем і технологій у межах комплексних організаційних систем (КОС) формує нову інтегровану культуру інтелектуальної творчості. Цифровізовані інформаційно-інтелектуальні технології (ЦІІТ) системного аналізу виступають інструментом інтелектуального синтезу, що забезпечує розширення накопичених знань через розв'язання складних динамічних NP-задач та оптимізацію процесів прийняття рішень.
Підвищення ефективності комп'ютерних інформаційних технологій (КІТ) досягається на основі парадигмальних символьно-кодових структур. Традиційні інформаційні технології передбачають багаторазову трансляцію великих масивів лінгвістичних даних (Big Data), тоді як цифровізовані (бінаризовані) структури забезпечують їх цілеспрямоване спрощення, стискання та прискорене перетворення. Додаткова бінаризація складних задач потокових складних динамічних систем (ПСДС) дає змогу мінімізувати обсяги масивів і файлів, підвищуючи швидкодію та керованість процесів.
Для характеристики багатомасштабних ролей цифровізації необхідною є декомпозиція програмних дій та впровадження технологічних процедур, орієнтованих на створення якісно нових продуктів людського споживання. Відомі прикладні інформаційні системи та технології чисельного аналізу великого обсягу потребують обов'язкової цифровізації даних на основі бінарного коду (0,1), що сприяє розвитку цифрового суспільства в межах глобальної ноосфери.
У світовому масштабі цифровізовані інформаційно-інтелектуальні технології розв'язання інженерних задач, зокрема на засадах ТРІЗ, формують парадигмальний ефект самоорганізованого накопичення організаційних форм управління. Запропоноване тлумачення сфери ЦІІТ охоплює три взаємопов'язані аспекти:
1. Символьно-кодові цифровізовані знання — формування творчої компетентності та професійних навичок випускників закладів вищої освіти України.

2. Комбінаторно-інтелектуальне володіння КІТ — реалізація інноваційних проєктів у сферах економіки, енергетики, екології, машинобудування, інфраструктури, транспорту, агровиробництва, інформатики, медицини, бізнесу та фінансово-кредитної системи.
3. Інтеграція цифровізованого практичного досвіду — створення умов для розвитку складних інженерних рішень на основі математичних теорем, властивостей і відношень, що забезпечують прогнозованість, стійкість та адаптивність функціонування.
Нова символізація знань сприяє обґрунтуванню стійкості якісних ефектів завдяки точному прогнозуванню й оперативності дій комплексних організаційних структур (КОС). Цифровізовані системи з гарантовано-адаптивним управлінням (ГАУ) реалізують мінімаксну оптимізацію за множиною суперечливих критеріїв у багатомовних вхідних замовленнях.
Бінаризована інформація (0,1), інтегрована в розподілені цифрові ресурси КОС, забезпечує однозначність, точність і самоорганізацію синергетичних перетворень. Це створює передумови для отримання емержентних результатів у надзвичайних ситуаціях, за умов невизначених ризиків, загроз, катастроф та втрати живучості інформаційно-критичних технологій.
Таким чином, цифровізовані інформаційно-інтелектуальні технології формують концептуальну основу розвитку сучасного цифрового суспільства та гарантовано-адаптивного управління складними системами в умовах глобальних трансформацій.

УДК 681.3:004.9

Підвищення потенціалу інтелектуальних агентів суспільства як умова безпеки життєвих циклів біорізноманіття та стійкого розвитку техносфери

доц. Комісаренко О.С., проф. Баранов Г.Л., студенти Марченко Б.Р., Толстоногов А.С.

Актуальною науково-технічною проблемою забезпечення безпеки життєвих циклів (LC) біорізноманіття та функціональної стійкості галузей людської діяльності є підвищення потенціалу інтелектуальних агентів суспільства (ІАС). Це необхідно для ефективного застосування технологій розв’язання інженерних задач (ТРІЗ) під час побудови нової інфраструктури, модернізації промисловості, транспорту й енергетики, зокрема з використанням енергетичних мобільних установок (EMV) із замкненими контурами, здатних мінімізувати техногенні ризики та шкідливі викиди газів, рідин і твердих часток.
Започаткування нового етапу еволюції техносфери доцільно розпочати з вирішення проблем космічного та наземного сміття як глобальних джерел небезпечних областей носіїв (НОН). Системна ідентифікація, локалізація та прогнозування накопичення небезпечних носіїв створює передумови для формування безпечної області носіїв (БОН) — як сутності, особливості та специфіки функціонування (СОСФ) майбутнього розвитку за критеріями суспільної безпеки.

Ключову роль у реалізації коаліційних міжнародних проєктів відіграє інженер нового покоління — проєктант майбутнього, здатний до комплексного моделювання ефективних структур організаційного управління та міждержавної комунікації. Розвиток 4–6 поколінь комп'ютерних інформаційних технологій (КІТ) формує основу для масштабної цифровізації інформаційно-інтелектуальних технологій (ЦІІТ), що забезпечує адекватне відображення, аналіз і синтез проєктних рішень.

Базові принципи цифровізації спираються на бінарне кодування (ASCII), де кожен байт (8 біт) репрезентує символ-образ, що може відповідати як БОН, так і НОН. Незалежність цифрового представлення від фізичного розміщення даних у пам'яті процесорів забезпечує універсальність обміну інформацією. Водночас апаратно-залежні мови програмування враховують специфіку програмно-апаратних комплексів (ПАК), тоді як мови вищого рівня (natural-, macro-, meta-, specification) декларують алгоритми без обмежень на розрядність двійкових векторів комунікацій.

Нові засоби ЦІІТ дозволяють моніторити стан каналів обміну повідомленнями КІТ, зокрема в глобальних мережах Internet, що є критично важливим для реалізації проєктів космічного масштабу та управління ризиками в реальному часі.

Таким чином, визначальні сфери людської діяльності в умовах нестаціонарного довкілля та відкритої еволюції Всесвіту потребують адаптивних, самоорганізованих систем управління. Підвищення потенціалу інтелектуальних агентів суспільства на основі цифровізованих інформаційно-інтелектуальних технологій є стратегічною передумовою забезпечення стійкого розвитку геліо-гео-біо-соціальних систем і збереження біорізноманіття планети Земля.

УДК 681.3:004.9

Аналіз та прогнозування продажів з використанням методів машинного навчання

доц. Комісаренко О.С., проф. Баранов Г.Л., студент Воронцов Д.О.

У сучасних умовах цифрової трансформації економіки ефективне управління підприємством значною мірою залежить від точності аналізу та прогнозування продажів. Зростання обсягів даних, динамічність ринкового середовища, сезонні коливання попиту та зміни поведінки споживачів зумовлюють необхідність застосування інтелектуальних методів обробки інформації.

Методи машинного навчання забезпечують можливість виявлення прихованих закономірностей у великих масивах даних та формування адаптивних прогнозних моделей. На відміну від традиційних статистичних підходів, такі моделі здатні враховувати багатофакторний вплив внутрішніх і зовнішніх чинників, автоматично налаштовувати параметри та підвищувати точність передбачень у змінних умовах ринку.

Застосування алгоритмів регресії, ансамблевих методів і нейронних мереж дозволяє підвищити якість прогнозування коротко- та довгострокових обсягів продажів, зменшити похибку планування та забезпечити гнучкість управлінських рішень. Інтелектуальний аналіз даних сприяє оптимізації

товарних запасів, підвищенню ефективності маркетингових стратегій, раціоналізації логістичних процесів та мінімізації фінансових ризиків.
Таким чином, використання методів машинного навчання для аналізу та прогнозування продажів формує основу сучасних систем підтримки прийняття рішень і є важливим інструментом підвищення конкурентоспроможності підприємств у цифровому середовищі.

УДК 681.3:004.9

Організація ієрархічної розподіленої обчислювальної системи для розв'язання складних задач розвитку ITS

доц. Комісаренко О.С., проф. Баранов Г.Л., студент Придибайло В.В.

Раціональне централізоване використання апаратних, інформаційних і програмних засобів створює умови для ефективного розв'язання задач колективом користувачів. Водночас зростання складності завдань розвитку інтелектуальних транспортних систем (ITS) потребує залучення більш потужних обчислювальних ресурсів і організації їх цілеспрямованої взаємодії. До таких систем висуваються підвищені вимоги щодо швидкодії, оперативності обробки інформації та надійності функціонування.
Розв'язання складних задач доцільно організовувати шляхом інтеграції спеціалізованих підсистем, кожна з яких функціонує в межах єдиної ієрархічної структури на основі міжмашинного обміну даними. При цьому окремі вирішальні підсистеми можуть бути як новостворюваними, так і вже існуючими, що забезпечує гнучкість і масштабованість системи. Оснащення вузлів мережі сучасними програмно-апаратними засобами дозволяє реалізувати взаємодію без додаткового кадрового залучення за рахунок організації розподілених банків і баз даних колективного користування з програмно-диспетчерським управлінням процесами моделювання та розрахунків.
У випадках підвищеної складності доцільним є залучення спеціалізованих виконавців або фахівців інших відомчих структур, що забезпечує своєчасне отримання кваліфікованих рішень і мінімізує витрати часу на пошук інформації. Декомпозиція комплексної задачі на мережу взаємопов'язаних підзадач здійснюється провідною обчислювальною системою, яка формує умови для підлеглих підсистем. Кожна підсистема, у свою чергу, може деталізувати завдання, передаючи результати обчислень каналами зв'язку до вищого рівня для інтеграції та прийняття остаточного рішення.
Двоканальна схема інформаційної взаємодії забезпечує циркуляцію запитів і відповідей між рівнями ієрархії відповідно до загального графа комплексної задачі. Цілеспрямовані інформаційні зв'язки між підзадачами та спеціалізованими формоутвореннями обчислювальних комплексів сприяють компетентному, надійному й своєчасному вирішенню проблем розвитку системи, а також удосконаленню управління режимами її функціонування.
Практичні аспекти побудови єдиної мережевої обчислювальної системи, що обслуговує взаємодіючі міністерства, відомства та спеціалізовані підрозділи, є достатньо опрацьованими. Накопичений міжнародний досвід експлуатації таких систем підтверджує ефективність ієрархічно-розподіленої організації обчислювальних ресурсів для розв'язання складних міжгалузевих задач.

УДК 681.3:004.9

Мовно-орієнтований підхід до організації взаємодії в розподіленій обчислювальній системі розвитку ITS

доц. Комісаренко О.С., проф. Баранов Г.Л., студенти Граненко Д.Ю., Лисенко Є.Є.

Застосування спеціалізованих мов спілкування, наближених до природних, забезпечує підвищення якості взаємодії між вузлами розподіленої обчислювальної системи та суттєве скорочення обсягів передаваних даних. У процесі діалогу канали зв'язку використовуються переважно для передавання постановки завдання, уточнення обмежень, обміну запитами та відповідями, цілевказівок, коригуючої інформації й результатів розв'язання підзадач. Основні масиви даних великого обсягу зберігаються у спеціалізованих тезаурусах і базах даних, інтегрованих у центрах відомчого підпорядкування, що забезпечує ефективність та економію ресурсів.

Інтеграція даних у пам'ять ЕОМ створює можливість колективного обслуговування користувачів як для загальногалузевих задач, так і для вирішення багатоаспектних завдань у межах АСДУ ТЄТО. Реалізація такого підходу потребує насамперед організаційних змін, зокрема узгодження режимів роботи обчислювальних центрів і перерозподілу функцій між учасниками ієрархічної системи.

Координація роботи ЕОМ і каналів зв'язку, регламентація пріоритетів виконання задач, стандартизація мов обміну та форм розрахунку є необхідними умовами забезпечення точності, глибини аналізу й економічності обчислювального процесу. Узгоджене функціонування вузлів розподіленої системи дозволяє мінімізувати втрати машинного часу та підвищити ефективність кооперативної взаємодії при плануванні розвитку ITS.

УДК 681.3:004.9

Спеціалізація та комбіновані режими обробки інформації в єдиній обчислювальній системі розвитку ITS

доц. Комісаренко О.С., проф. Баранов Г.Л., студенти Корольов В.О., Стєклов М.А.

Апаратні, програмні та інформаційні засоби єдиної обчислювальної системи можуть ефективно використовуватися не лише користувачами АСУ, але й іншими розподіленими ієрархічними інформаційно-обчислювальними системами, створеними на базі спільних технічних і організаційних комплексів. Це підтверджує економічну доцільність комплексної автоматизації діяльності міністерств, відомств, підрозділів і підприємств на основі стандартизації способів розв'язання задач та міжмашинного обміну інформацією.

Раціональним є застосування комбінованого підходу до обробки інформації, що поєднує пакетний і діалоговий режими. Діалоговий режим використовується для етапів оптимізації, уточнення цілей і критеріїв, налагодження програм та реагування в екстрених ситуаціях. Пакетний режим є основним і забезпечує систематичне розв'язання складних, багатоваріантних задач планування розвитку ITS. Його доцільна спеціалізація для найбільш уживаного набору

програм передбачає створення системи з єдиною мовою управління завданнями, ієрархічною базою моделей і інтегрованими банками даних.
Спеціалізація інформаційно-обчислювальної системи сприяє прискоренню розв'язання типових задач, зменшенню витрат ресурсів та спрощенню кооперативної взаємодії між вузлами. Широке використання мовних засобів дозволяє зосередити увагу на формуванні цілей, критеріїв і обмежень, тоді як базові масиви даних зберігаються в пам'яті ЕОМ і автоматично обробляються службовими програмами. Такий підхід забезпечує підвищення продуктивності, надійності та результативності єдиної розподіленої системи при вирішенні складних задач розвитку ITS.

УДК 681.3:004.9

Ергатичне моделювання складних систем та процесів з використанням інформаційних технологій

доц. Комісаренко О.С., проф. Баранов Г.Л., студенти Писаний М.В., Каденюк Г.О.

Ергатичне моделювання (ЕМ) складних динамічних систем (СДС), об'єктів та процесів повинно бути конструктивним за підходом А.А. Маркова, що передбачає побудову моделей через послідовні (ланцюгові, конвеєрні) перетворення вхідних даних у формі авторської ідеї об'єкта (Авідо). Вхідні дані на спеціалізованій мові програмно-апаратного комплексу (ПАК) породжують часткові конструктивні процеси, які реалізуються за допомогою інформаційно-аналітичних та інструментально-апаратних засобів, з фіксацією результатів у вигляді конструктивних об'єктів-інформаційних вихідних даних на довготривалих носіях, наприклад, у середовищі Internet.
Конструктивна логіка, реалізована у ступеневій семантичній предикативній моделі, дозволяє представити сутності СДС через окремі знаки або коди, які на кожному ієрархічному рівні можуть підставлятися іншими конструктивними об'єктами для отримання проміжних результатів. Послідовності таких конструктивних об'єктів, слів або чисел формують алгоритми-правила формальних перетворень, що забезпечують покрокову трансформацію вхідних даних у вихідні результати.
Таким чином, запропонований підхід дозволяє моделювати реальні серійно-функціонуючі комп'ютерні системи, автоматизовані комплекси та ІТ-продукти, забезпечуючи комплексне покрокове моделювання СДС з урахуванням конструктивної логіки і можливостей сучасних інформаційних технологій.

УДК 004:001.89

Нормативно-правове та організаційне забезпечення наукової діяльності фахівців з інформаційних технологій

студентка Корнєва О.А., проф. Зубрецька Н.А.

З метою систематизації та узагальнення сучасного стану наукових досліджень у сфері інформаційних технологій проаналізовано методологічні, нормативно-правові та організаційні засади національної системи наукової діяльності України. У результаті класифікації наук за предметом дослідження, ступенем

практичного застосування та рівнем абстракції встановлено, що інформаційні технології є міждисциплінарною галуззю на перетині математики, технічних, природничих та суспільних наук, що визначає їхній особливий статус у системі наукового знання. Виконано структурне моделювання методологічних складових наукових досліджень: об'єктів, суб'єктів, видів наукової діяльності, їх мети та результатів, форм наукового і прикладного результату. Відповідно до вимог національного законодавства та нормативних документів виконано систематизацію та структуризацію переліків: напрямків підготовки фахівців галузі знань F, посад фахівців спеціальностей F2 і F3, рівнів та ступенів їх освіти, наукових ступенів та вчених звань, основних посад наукових і науково-педагогічних працівників з вимогами до кожної. Окрему увагу приділено дослідженню системи національних стандартів в галузі ІТ, зокрема стандартів якості ПЗ, інформаційної безпеки, управління та документування. Аналіз організаційних засад наукових діяльності в Україні дозволив визначити основні органи управління (МОН, Національна рада з питань розвитку науки і технологій) і дослідні установи (НАН України, галузеві академії, інститути), що складають інфраструктуру фундаментальних і прикладних досліджень.

СЕКЦІЯ 8
ТЕОРЕТИЧНОЇ ТА ПРИКЛАДНОЇ МЕХАНІКИ І МАШИНОЗНАВСТВА

УДК 539.3

Розв'язання задачі про напружений стан тришарових суцільних циліндрів із неперервно-неоднорідним заповнювачем за різних граничних умов на торцях.

проф. Рожок Л.С.

Розв'язується вісесиметрична задача лінійної теорії пружності про напружений стан тришарових циліндрів з неперервно-неоднорідним заповнювачем, що знаходяться під дією рівномірного нормального навантаження бічної поверхні за двох способів закріплення торців: шарнірного обпирання та жорсткого закріплення на основі чисельно-аналітичного підходу, що базується на використанні методу сплайн-апроксимації розв'язку в напрямку поздовжньої координати та стійкого чисельного методу дискретної ортогоналізації вздовж радіальної координати. При цьому розкривається невизначеність множників розв'язувальної системи звичайних диференціальних рівнянь у геометрично особливій точці (r=0). Розглядаються тришарові циліндри з ізотропними несучими шарами, що мають різні механічні характеристики, для матеріалу заповнювача обрано неперервно-неоднорідний за радіальною координатою матеріал, модуль пружності якого змінюється за квадратичним та лінійним законами, а коефіцієнт Пуассона дорівнює середньому арифметичному відповідних коефіцієнтів несучих шарів. Шари з'єднані між собою без проковзування і відриву, при цьому на границях шарів, заповнювач має модуль пружності, що дорівнює модулю пружності суміжного шару. Отримано розв'язки у вигляді графіків розподілу полів колових та поздовжніх напружень вздовж довжини та радіальної координати циліндра в залежності від закону зміни модуля пружності заповнювача, товщини середнього шару та способу закріплення торців.

УДК 531 (091)

Леонарда да Вінчі та його машини

проф. Рожок Л.С., студент Поманісточка А.П.

Чимало винаходів Леонардо да Вінчі залишились лише проєктами у вигляді паперових креслень. Хоча вони набагато років випередили свій час, за життя видатного науковця епохи Відродження так і не були реалізовані у життя. Деякі ідеї винаходів да Вінчі знайшли своє застосування вже у наші часи в тому чи іншому вигляді. Так, наприклад, самохідний триколісний візок, що рухався за допомогою пружинного механізму, нагадує сучасні роботизовані транспортні засоби. В роботі розкриваються технічні аспекти роботи деяких машин Леонардо да Вінчі з точки зору теоретичної механіки.

УДК. 539.3

Вплив положення навантаження від дії колеса транспортного засобу на напруженно-деформований стан цементобетонної плити жорсткого дорожнього одягу

доц. Соловйов І.Л., доц. Худолій С.М., магістрант Соловйов В.І.

Останні роки характеризуються значним зростанням інтенсивності руху на автомобільних дорогах, що супроводжується не лише збільшенням загальної кількості транспортних засобів, а й підвищенням частки великовантажного транспорту. Ці фактори спричиняють передчасне утворення тріщин, колій, просідання та інших деформацій, що знижує експлуатаційний ресурс доріг.

Враховуючи те, що на цементобетонне покриття автомобільної дороги діє складне просторове навантаження, доцільно використати числовий метод визначення напружено-деформованого стану покриття, що базується на розв'язанні рівнянь теорії пружності – методу скінченних елементів як найбільш універсального і ефективного.

Запропоновано розрахункову схему квазістатичної поведінки цементобетонної плити жорсткого дорожнього одягу на багатошаровій основі автомобільної дороги від дії навантаження коліс транспортних засобів для різних варіантів навантаження, які відрізняються положенням центру колеса по відношенню до краю плити. Дана розрахункова схема дозволила розробити скінчено-елементну модель даної конструкції для моделювання і визначення розтягуючих та дотичних напружень в цементобетонному покритті від дії навантаження транспортного засобу.

Проведено чисельний аналіз залежності величини максимальних напружень що виникають у конструкції жорсткого дорожнього одягу від геометричних та механічних параметрів цієї конструкції та положення навантаження від дії коліс транспортних засобів.

Знайдено параметри конструкції жорсткого дорожнього одягу для яких виконується критерій міцності для забезпечення тріщиностійкості цементобетонного покриття.

УДК 539.3

Дослідження динамічної поведінки зубчастого зачеплення механізмів з двома ступенями вільності з застосуванням кулачково – дискової муфти в середовищі програмування OpenModelica

доц. Мельник В.М., студенти Яценко Р.Я., Фартушний В.І.

Кулачково-дискова муфта (муфта Ольдгейма) складається з двох напівмуфт і проміжного диска.

На внутрішньому торці кожної напівмуфти виконано по одному діаметрально розташованому пазу. На обох торцях диска є по одному виступу, які розташовані у взаємно перпендикулярних напрямках. У зібраній муфті виступи диска входять у пази напівмуфт. Таким чином, диск з'єднує напівмуфти.

Перпендикулярне розташування пазів дозволяє муфті компенсувати **ексцентриситет** (радіальне зміщення) та **злам** (кутове зміщення) валів. При цьому виступи ковзають у пазах, а центр диска описує коло. Зазори між диском і напівмуфтами дозволяють компенсувати також і **поздовжні зміщення** валів, що для з’єднання механізму з двома ступенями вільності дуже важливо.

УДК 539.3

Проектування механізмів із взаємно огинальними профілями з застосуванням програмного застосування OpenModelica

доц. Мельник В.М., студенти Селюк О.С., Сліпко А.Є.

Практична реалізація кінематичного зачеплення за допомогою центроїд (наприклад, фрикційних коліс) має суттєві обмеження. Це призводить до неминучого ковзання, значного зносу та потребує великих притискних зусиль для передачі потужності.

Сутність підходу полягає у заміні ненадійного фрикційного контакту на позитивне зубчасте зачеплення. Це гарантує точну передачу руху із заданим передаточним відношенням, підвищує ККД та зносостійкість механізму.

Перехід від концепції матеріальних центроїд до взаємно огинальних зубчастих профілів є фундаментальним принципом проектування надійних та точних передач, таких як зубчасті, черв'ячні та гвинтові механізми.

УДК 539.3

Застосування програмного середовища OpenModelica для аналітичного знаходження профілю кулачка

доц. Мельник В.М., студенти Карпенко І.Г., Єгоров А.В.

Використання середовища OpenModelica як інструменту для математичного моделювання кінематики кулачкового механізму. Аналітичне визначення та оптимізація форми профілю кулачка на основі заданого закону руху штовхача (підйомника). Дослідження геометричних залежностей між профілем кулачка та траєкторією штовхача у вигляді системи рівнянь. Створення Modelica-моделі, що дозволяє: розраховувати масив точок профілю для дискретних значень, візуалізувати отриманий профіль, провести кінематичний аналіз (швидкість, прискорення штовхача) для перевірки відповідності заданому закону.

Використання OpenModelicaдає можливість легко змінювати закон руху та геометричні параметри, отримання профілю на основі строгих аналітичних залежностей, виключення ручних розрахунків, можливість параметричних досліджень та оптимізації, можливість динамічного моделювання роботи готового профілю для оцінки контактних напруг або динамічних навантажень.

УДК 531 (091)

Проведення структурного та кінематичного аналізу п'ятиланкового плоского важільного механізму

доц. Крук Л.А., студент Колгушов Р.А.

Завданнями курсової роботи з дисципліни «Теорія механізмів і машин» (ТММ) є, зокрема, проведення структурного аналізу та кінематичного дослідження методом планів плоских чотириланкових важільних механізмів: кривошипно-коромислового та кривошипно-повзунного. У даній роботі виконано структурний та кінематичний аналізи конкретного (наявного в лабораторії кафедри) п'ятиланкового плоского важільного механізму, до складу якого входить і коромисло, і повзун. За алгоритмом, створеним на підставі

аналітичних та векторних формул визначення кінематичних параметрів характерних точок ланок такого механізму, написано програму та здійснено числові розрахунки значень відповідних параметрів за допомогою електронних таблиць Excel. Одержані в роботі числові результати паралельно перевірялись іншими студентами, котрі в рамках самостійної роботи виконували силовий та динамічний аналізи даного механізму. Таким чином, студенти не лише поглиблювали теоретичні знання та впроваджували їх на практиці, але й вчилися працювати як самостійно, так і в команді. Матеріали доповіді можуть бути використані при проведенні практичних занять, створенні нових завдань лабораторних та курсових робіт з ТММ.

УДК 531 (091)

Щодо кінетостатичного дослідження п'ятиланкового плоского важільного механізму

доц.Крук Л.А., студентка Лисюк В.І.

Знання та навички, отримані при виконанні силового аналізу кривошипно-повзунного та кривошипно-коромислового механізмів, в рамках самостійної роботи, застосовано до кінетостатичного дослідження ускладненого механізму, котрий має і коромисло, і повзун. Дослідження проводилось для конкретної моделі з лабораторії кафедри. Використовуючи електронні таблиці Excel, для ускладненого механізму розроблено алгоритми програм та здійснено графо-аналітичні розрахунки реакцій в кінематичних парах структурних груп та основного механізму, обчислено та проаналізовано значення зрівноважувальної сили, визначеної за методом плану сил та за методом «жорсткого» важеля.

УДК 531 (091)

Оптимізація виконання динамічного аналізу та проєктування маховика для п'ятиланкового механізму

доц. Крук Л.А., студент Шульга Б.Г.

На прикладі конкретного плоского важільного п'ятиланкового механізму, що складається з кривошипа, шатунів, коромисла та повзуна, побудовано його динамічну модель. За допомогою електронних таблиць Excel визначено зведений момент $M_{зв}$ та зведений момент інерції $J_{зв}$ ланки зведення (вхідної ланки, якою є кривошип, що обертається рівномірно навколо нерухомої осі), виконано графічне інтегрування диференціальних рівнянь руху механізму та визначено потужність двигуна в режимі усталеного руху, а за допомогою побудованої діаграми «енергія-маса» спроєктовано маховик. Тож студенти на практиці змогли реалізувати системні підходи до проєктування та визначення динамічних характеристик механізмів, оптимізувати та пришвидшити проведення розрахунків шляхом застосування комп'ютерних технологій. Результати виконаного дослідження можуть бути впроваджені в освітній процес при проведенні практичних та лабораторних занять, а також при виконанні курсових робіт з теорії механізмів і машин.

УДК 621:656.1.078

Обґрунтування пріоритетних напрямів науково-технічних інновацій у галузі машинобудування для модернізації транспортного сектору

доц. Гайкова Т.В., магістр Карачевцев Я.Б. (Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського)

Для забезпечення інноваційного розвитку машинобудування необхідна розробка нової інноваційної політики, спрямованої на створення сучасного виробництва, що базується на застосуванні мікропроцесорів, програмного забезпечення та інформаційних технологій. Це має забезпечити технічний і технологічний прорив, а саме розроблення нових зразків техніки та їхнє практичне впровадження. Пріоритетними напрямами у цій сфері є тракторне та сільськогосподарське машинобудування (включаючи виробництво обладнання для переробної галузі), транспортне машинобудування (зокрема випуск цистерн, вагонів, дорожньої техніки та залізничного обладнання), а також нафтогазове, гірничо-металургійне машинобудування та автомобілебудування. Проте інфраструктура багатьох підприємств комплексу ще не відповідає міжнародній практиці через низький ступінь використання високотехнологічного обладнання, недостатнє застосування інтегрованих ІТ-систем та малий обсяг витрат на науково-дослідні роботи. За таких умов галузь потребує суттєвої державної підтримки та координації заходів розвитку. У доповіді буде зазначено, що для вирішення цих проблем необхідно активізувати інноваційну діяльність через формування агломерацій, які здатні здійснити масштабні інвестиції у розвиток машинобудування. Місцем формування агломерації транспортного машинобудування може стати місто Кременчук, а для верстатобудівного та приладобудівного напрямів доцільно використовувати потенціал Полтавської області.

УДК 621:006

Інноваційні складові вирішення актуальних завдань стандартизації та метрологічного контролю на машинобудівному виробництві

доц. Гайкова Т.В., магістр Воєнний В.В. (Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського)

Сучасні промислові підприємства машинобудівного комплексу стикаються з комплексом викликів, що вимагають переосмислення підходів до технічного регулювання та метрологічного забезпечення виробничих процесів. В умовах глобалізації ринків і посилення конкуренції особливої значущості набувають питання забезпечення стабільної якості продукції при одночасному підвищенні економічної ефективності виробництва. Бурхливий технологічний розвиток останніх років кардинально змінив ландшафт вимог до вимірювальних систем. Стандартизація в умовах цифрової трансформації спрямована на уніфікацію протоколів передачі даних та гармонізацію вітчизняних нормативів із міжнародними стандартами якості. Особливі складнощі виникають під час роботи з інноваційними матеріалами, що мають унікальні фізико-хімічні властивості. Композитні матеріали, наноструктуровані сплави, «розумні» матеріали з пам’яттю форми вимагають розробки принципово нових методик

вимірювань та спеціального вимірювального інструментарію. Адитивні технології, що стрімко набирають популярність у машинобудуванні, ставлять перед метрологами принципово нові завдання. Тривимірний друк металевих виробів потребує контролю параметрів на кожному шарі, що неможливо реалізувати традиційними методами. Це стимулює розвиток нових напрямів у метрології, таких як in-situ моніторинг адитивних процесів. Відповіддю на ці виклики стає перехід передових підприємств до концепції «розумних вимірювань», яка є комплексним підходом до організації метрологічного забезпечення. Цифровізація вимірювальних процесів йде за кількома напрямами. По-перше, це масове впровадження інтелектуальних датчиків нового покоління, оснащених цифровими інтерфейсами та вбудованими мікропроцесорами для первинної обробки даних. Такі датчики здатні самостійно діагностувати свій стан, компенсувати зовнішні впливи та адаптуватися до змінних умов вимірювань. По-друге, створюються автоматизовані вимірювальні комплекси, що об’єднують різні види контролю в єдину систему. Ці комплекси можуть включати координатно-вимірювальні машини, оптичні сканери, рентгенівські установки та інші види обладнання, керовані єдиною програмною платформою. По-третє, розвиваються системи збору та аналізу даних у реальному часі, що дозволяють не просто фіксувати параметри, а й оперативно впливати на перебіг технологічного процесу. Такі системи часто включають елементи штучного інтелекту для виявлення прихованих закономірностей та прогнозування якості. Впровадження інноваційних складових у метрологічну діяльність забезпечує не лише високу якість машинобудівних виробів, а й суттєво скорочує час на підготовку виробництва та проведення випробувань нових зразків техніки. У доповіді буде представлено аналіз сучасних методів інтелектуального вимірювання та обґрунтовано роль стандартизації як інструменту забезпечення конкурентоспроможності продукції на світовому ринку.

СЕКЦІЯ 9
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА АНАЛІТИКА ГІБРИДНИХ ЗАГРОЗ У ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ

УДК 004.94:629.7

Інформаційна модель цифрового двійника роботизованої платформи для дослідження алгоритмів керування

проф. Ніконов О.Я., студент Юрченко В.В.

У роботі розглянуто підхід до побудови інформаційної моделі цифрового двійника роботизованої платформи як складової багаторівневої інтелектуальної технології розроблення наземних безпілотних систем. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю підвищення ефективності проєктування, тестування та валідації алгоритмів керування в умовах невизначеності, динамічних змін середовища та обмеженості реальних експериментальних ресурсів.

Запропонована інформаційна модель базується на кібер-фізичному підході та передбачає інтеграцію фізичного, інформаційно-аналітичного та когнітивного рівнів управління. На фізичному рівні моделюються параметри руху платформи, сенсорні дані та характеристики виконавчих механізмів. Інформаційно-аналітичний рівень забезпечує оброблення даних, оцінювання стану середовища, навігацію та формування ознак для прийняття рішень. Когнітивний рівень реалізує алгоритми планування, адаптації та самонавчання на основі методів штучного інтелекту.

Особливістю моделі є використання цифрового двійника як віртуального середовища для симуляції сценаріїв функціонування роботизованої платформи, що дозволяє здійснювати тестування алгоритмів керування без ризиків для апаратної частини та зменшувати витрати на експерименти. Інформаційна модель забезпечує узгодження потоків даних між рівнями системи, підтримує масштабованість та модульність архітектури, а також інтеграцію нейроеволюційних і когнітивних алгоритмів.

У межах підходу передбачено використання мультимодальної сенсорної інформації, методів злиття даних та адаптивного керування, що підвищує стійкість системи до перешкод і зовнішніх збурень. Реалізація цифрового двійника у сучасних симуляційних середовищах дозволяє відтворювати типові тактичні сценарії та проводити верифікацію алгоритмів у наближених до реальних умовах.

Запропонована інформаційна модель цифрового двійника забезпечує підвищення автономності, адаптивності та надійності роботизованих систем, а також створює основу для подальшого впровадження інтелектуальних алгоритмів керування в умовах реального застосування.

УДК 004.738.5:004.42

Клієнт-серверна програмна система для моніторингу роботизованих платформ у реальному часі на основі WebSocket

проф. Ніконов О.Я., студент Гавінський В.С.

Робота є складовою комплексного проєкту створення інтелектуальної екосистеми наземних роботизованих платформ на основі технології цифрового двійника і присвячена розробленню комунікаційної підсистеми реального часу, що забезпечує обмін телеметричними даними між фізичною платформою, її цифровим двійником та оператором.

Задачею дослідження є забезпечення низьколатентного, масштабованого та надійного обміну даними в умовах обмежених каналів зв'язку та змінної мережевої топології.

Запропоновано клієнт-серверну архітектуру, побудовану на основі протоколу WebSocket, яка забезпечує постійне двонапрямлене з'єднання між компонентами системи. Архітектура включає сервер агрегації телеметрії, брокер повідомлень та клієнтські застосунки (операторський інтерфейс і модулі цифрового двійника). Передача даних реалізована з використанням компактних структур повідомлень (JSON/Protobuf), що дозволяє зменшити мережеве навантаження.

Науковою новизною є розроблення методу адаптивної маршрутизації телеметричних потоків, який враховує поточний стан мережі та пріоритезацію даних (критичні події, навігаційні параметри, службова інформація), що дозволяє оптимізувати використання пропускної здатності каналу та забезпечити гарантовану доставку критичних повідомлень.

Проведено імітаційне моделювання роботи системи, яке показало, що використання WebSocket у поєднанні з адаптивною маршрутизацією дозволяє зменшити середню затримку передачі даних на 30-45% у порівнянні з HTTP polling та підвищити стабільність з'єднання при втраті пакетів до 10%.

Система підтримує горизонтальне масштабування за рахунок розподілу навантаження між серверними вузлами та використання балансування трафіку, що забезпечує одночасну роботу з великою кількістю роботизованих платформ. Реалізовано механізми аутентифікації, шифрування каналів зв'язку та контролю цілісності повідомлень.

Інтеграція з цифровим двійником, описаним у межах проєкту, забезпечує синхронізацію станів фізичної та віртуальної платформ у реальному часі та створює основу для тестування алгоритмів керування в замкненому контурі «платформа-двійник-оператор».

Отримані результати можуть бути використані при побудові розподілених систем моніторингу автономних платформ, де критичними є вимоги до затримки, надійності та масштабованості передачі даних.

УДК 004.82:623.7

Інформаційна система підтримки прийняття рішень для наземних автономних платформ в умовах гібридних загроз

проф. Ніконов О.Я., студент Курбатов А.В.

Досліджуються принципи побудови інформаційної системи підтримки прийняття рішень для наземних автономних платформ, орієнтованої на функціонування в умовах гібридних загроз. Сучасні умови застосування роботизованих систем характеризуються високим рівнем невизначеності, динамічністю середовища та комплексним впливом кібернетичних, інформаційних і фізичних факторів, що потребує нових підходів до організації процесів управління.

Запропоновано концепцію інформаційної системи, що реалізує адаптивний цикл підтримки прийняття рішень, який включає моніторинг середовища, ідентифікацію загроз, ситуаційний аналіз, генерацію альтернатив і вибір оптимальної стратегії дій. Архітектура системи передбачає використання розподілених агентних компонентів, які забезпечують оброблення даних у реальному часі та підтримують координацію між підсистемами платформи.

Ключовою особливістю є застосування інтелектуальних методів оброблення інформації, зокрема машинного навчання, нейронних мереж і нечітких моделей, що дозволяє враховувати невизначеність і неповноту даних. Для оцінювання ризиків і прогнозування розвитку ситуації використовуються ймовірнісні моделі та сценарний аналіз, що підвищує обґрунтованість прийнятих рішень.

У системі передбачено механізми забезпечення стійкості до інформаційних і кібернетичних впливів, включаючи виявлення аномалій, фільтрацію недостовірних даних та адаптацію алгоритмів керування. Інтеграція з цифровим двійником дозволяє здійснювати моделювання поведінки платформи та перевірку рішень у віртуальному середовищі до їх реалізації в реальних умовах.

Практична цінність запропонованого підходу полягає у підвищенні ефективності функціонування автономних платформ, скороченні часу прийняття рішень і забезпеченні їх адаптивності до змін середовища.

УДК 004.75:004.9

Програмна система потокового оброблення телеметричних даних мобільних роботів та аналітика гібридних загроз

проф. Ніконов О.Я., студент Закусило Н.С.

Розроблено підхід до створення програмної системи потокового оброблення телеметричних даних мобільних роботів із функціями аналітики гібридних загроз. Актуальність дослідження обумовлена зростанням обсягів даних, що генеруються роботизованими платформами, а також необхідністю їх оперативного аналізу для забезпечення безпечного та ефективного функціонування в умовах динамічного та потенційно ворожого середовища.

Запропоновано архітектуру системи, що включає модулі збору телеметрії, брокер повідомлень (Kafka/RabbitMQ), компоненти потокового оброблення (Apache Flink/Spark Streaming) та аналітичний рівень. Оброблення даних здійснюється у вигляді безперервного конвеєра, який забезпечує фільтрацію,

нормалізацію, агрегацію та аналіз телеметричних потоків у режимі реального часу.

Науковою новизною є метод комбінованого виявлення аномалій, що поєднує статистичні критерії та моделі машинного навчання для аналізу багатовимірних телеметричних даних. Запропонований підхід дозволяє підвищити точність виявлення аномальних станів платформи та ідентифікації гібридних загроз, включаючи кібернетичні впливи, перешкоди у каналах зв'язку та фізичні відхилення у поведінці системи.

Проведено імітаційне моделювання потокового оброблення даних, яке показало, що запропонована система забезпечує оброблення телеметричних потоків із затримкою не більше 180 мс та підвищує точність виявлення аномалій на 15-25% у порівнянні з використанням окремих методів.

Система підтримує масштабування за рахунок розподіленої обробки даних і може інтегруватися з комунікаційною підсистемою реального часу та цифровим двійником платформи, що дозволяє здійснювати попередню аналітику даних перед передачею до модулів підтримки прийняття рішень та забезпечує формування сигналів тривоги і рекомендацій для оператора.

Практична цінність розробки полягає у підвищенні оперативності виявлення критичних станів, зниженні впливу шумів у даних та забезпеченні адаптивного реагування роботизованих платформ у складних умовах функціонування.

УДК 004.738.5:004.65

Розробка веб-орієнтованої системи управління внутрішніми процесами організації

студент Шелест О.О., проф. Ніконов О.Я.

У сучасних організаціях значна частина внутрішніх процесів досі ґрунтується на паперовому документообігу та розрізнених інформаційних ресурсах, що ускладнює доступ до актуальної інформації, знижує оперативність прийняття управлінських рішень та потребує додаткових часових витрат. Особливо актуальною ця проблема є для органів місцевого самоврядування та установ, діяльність яких пов'язана з обробкою значних обсягів документів і нормативної інформації.

У роботі проаналізовано особливості управління внутрішніми процесами організації та обґрунтовано доцільність використання веб-орієнтованих клієнт-серверних інформаційних систем для їх автоматизації. Визначено основні функціональні вимоги до системи, зокрема централізоване зберігання даних, підтримку обліку документів і активностей користувачів, актуалізацію нормативної інформації та забезпечення віддаленого доступу через вебінтерфейс.

Запропоновано архітектуру веб-орієнтованої системи управління внутрішніми процесами організації, побудовану на основі клієнт-серверної взаємодії з використанням REST API та реляційної бази даних. Реалізовано прототип вебзастосунку, який забезпечує виконання базових операцій створення, перегляду, редагування та видалення даних, а також фіксацію активностей користувачів у межах внутрішніх процесів.

Розроблене рішення дозволяє зменшити потребу у фізичному обміні документами, підвищити прозорість внутрішніх процесів та забезпечити оперативний доступ до актуальної інформації. Отримані результати можуть бути використані в діяльності органів місцевого самоврядування, установ та інших організацій як основа для впровадження або подальшого розвитку систем управління внутрішніми процесами.

УДК 004.738.5:004.65:004.89

Розробка веборієнтованої інформаційної системи підтримки вибору відеоігор

студент Краснопольський В.В., проф. Ніконов О.Я.

Розроблено веборієнтовану інформаційну систему підбору відеоігор на основі жанрових уподобань користувача. Реалізовано клієнт-серверну архітектуру застосунку з використанням реляційної бази даних із нормалізованою структурою (таблиці ігор, жанрів та зв'язків між ними). Запропоновано алгоритм ранжування, що визначає ступінь релевантності гри шляхом кількісної оцінки відповідності обраних користувачем жанрів характеристикам ігрового продукту. Реалізовано механізм багатокритеріальної фільтрації та оптимізовано SQL-запити, що забезпечило скорочення часу обробки вибірки та підвищення швидкодії системи. У результаті отримано функціональний вебресурс, який автоматизує процес вибору відеоігор та підвищує ефективність прийняття рішення користувачем.

Додатково проведено аналіз існуючих вебресурсів і платформ рекомендацій відеоігор, що дозволило виявити їх основні переваги та недоліки. Зокрема, встановлено, що більшість сервісів орієнтовані на популярність продуктів або рейтингові оцінки, що не завжди враховує індивідуальні вподобання користувачів. У зв'язку з цим запропоновано підхід, який базується на персоналізованому підборі ігор із використанням жанрових характеристик як ключового критерію.

У процесі розробки визначено функціональні та нефункціональні вимоги до системи, включаючи зручність інтерфейсу, швидкодію, масштабованість та можливість подальшого розширення функціоналу. Особлива увага приділялася реалізації інтуїтивно зрозумілого користувацького інтерфейсу, що забезпечує простоту взаємодії із системою та мінімізує час пошуку необхідної інформації.

Розроблена система передбачає можливість розширення за рахунок інтеграції додаткових критеріїв відбору, таких як рейтинг, платформа, рік випуску та відгуки користувачів, що дозволяє підвищити точність рекомендацій та адаптувати систему до різних категорій користувачів.

Отримані результати підтверджують ефективність запропонованого підходу та доцільність використання веборієнтованих технологій для створення інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень у сфері цифрових розваг. Розроблений вебресурс може бути використаний як основа для подальших досліджень у напрямі рекомендаційних систем та персоналізації контенту.

УДК 621.22

Діджиталізація, як основний тренд розвитку гідравлічних приводів

доц. Скворчевський О.Є. (Центр досліджень робототехніки, мехатроніки та інформатизації виробництва, м. Харків)

Сучасний глобальний ринок гідравлічного обладнання переживає якісну трансформацію під впливом трьох ключових факторів: електрифікації, діджиталізації та зеленого переходу. Діджиталізація виступає центральним трендом, що забезпечує інтеграцію гідравлічних систем з технологіями Industry 4.0 та Інтернету речей (IoT). Розвиток «розумної» гідравліки (SMART hydraulics) створює три основні напрямки створення цінності: оптимізацію енергоефективності, предиктивне обслуговування та системну оптимізацію гідравлічних контурів. Інтеграція цифрових технологій, хмарної аналітики та датчиків дозволяє забезпечити енергозбереження до 30%, підвищити час безперебійної роботи та продуктивність обладнання. Цифрова гідравліка стає конкурентною необхідністю для виробників промислової та мобільної техніки, оскільки дозволяє відповідати жорстким вимогам щодо енергоефективності та зниження викидів CO_2. Прогнозується, що ринок гідравлічного обладнання зростатиме в найближче десятиліття, при цьому діджиталізація залишається ключовим фактором конкурентоспроможності та інноваційного розвитку галузі.

Важливим аспектом діджиталізації гідравлічних приводів є впровадження цифрових двійників, які дозволяють моделювати роботу систем у віртуальному середовищі та здійснювати оптимізацію параметрів ще на етапі проєктування і експлуатації. Використання таких моделей у поєднанні з алгоритмами машинного навчання забезпечує адаптивне керування режимами роботи, своєчасне виявлення відхилень та мінімізацію енергетичних втрат.

УДК 621.822.1

Побудова моделі гідродинамічного підшипника ковзання на базі нейромережевої архітектури

ст. дослід. Успенський Б.В. (Інститут енергетичних машин і систем ім. А.М. Підгорного НАН України, м. Харків)

Гідродинамічні підшипники ковзання застосовуються в транспортному машинобудуванні в системах, що потребують високої вантажопідйомності та великих швидкостей обертання ротора. Однією з проблем проєктування систем на базі таких підшипників є можливість втрати ротором динамічної стійкості положення рівноваги внаслідок його взаємодії з масляною плівкою. Це призводить до прецесії ротора в підшипнику та його швидкому зносу. Цей дефект може бути виявлений на етапі проєктування підшипникової системи завдяки моделі гідродинамічних сил, що діють на ротор. Класичні моделі підшипника ковзання, що вводять коефіцієнти жорсткості та тертя для опису його динамічних характеристик, не дозволяють проаналізувати великі коливання ротора. При цьому динаміка масляного шару описується диференційними рівняннями Рейнольдса другого порядку в часткових похідних, аналітичний розв’язок яких є складним у загальному випадку.

Для дослідження руху ротора пропонується застосування апроксимуючої моделі сил масляного шару, яка будується на основі повнозв'язної нейронної мережі. В якості навчальних даних використовуються результати чисельного розв'язку рівнянь Рейнольдса масляного шару для різних положень ротора. Необхідність у апроксимуючій моделі пов'язана з великою обчислювальною складністю розв'язання задачі визначення сил масляного шару в кожній окремій точці.
Розроблена модель дозволяє аналізувати гідродинамічні сили, що діють на ротор, ефективно проводити чисельний аналіз його динамічної стійкості та досліджувати відгук ротора на зовнішній вплив.

УДК 004.4:004.6:004.9

Інтерактивна платформа для вивчання історії Формули 1

доц. Ткаченко К.О., доц. Ткаченко О.І., студент Горбачов Є.В.

Сучасні підходи до вивчення історії автоспорту потребують інтерактивних інструментів, що забезпечують наочність, швидкий доступ до інформації та можливість взаємодії з навчальним матеріалом. Існуючі online-ресурси з історії Формули 1 не охоплюють в повній мірі освітні потреби користувачів та мають недостатньо узагальнену інтерактивну структуру.
Проведене дослідження щодо розробки інтерактивної платформи для вивчення історії Формули 1, визначило основні вимоги щодо створення цієї платформи, орієнтованої на навчання історії Формули 1, з урахуванням потреб різних категорій користувачів, специфіки предметної області та сучасних підходів до подання інформації.
Було проведено аналіз предметної області та здійснено формування функціональних і нефункціональних вимог до інтерактивної платформи, що забезпечуватиме подання інформації щодо історії Формули 1, включаючи події, гонщиків, команди, сезони та статистичні дані.
Було здійснено систематичний огляд наявних online-ресурсів, присвячених історії Формули 1, включаючи історичні довідники, інтерактивні стрічки часу, статистичні портали та мобільні застосунки з відповідним контентом.
Проведений аналіз сприяв визначенню переваг цих рішень (наприклад, наявність структурованих даних, візуалізація статистики та мультимедійні матеріали), а також виявленню їхніх недоліки (зокрема таких, як відсутність інтерактивності навчального характеру, обмеженість функціоналу, відсутність єдиного комплексного середовища для навчання, надмірна фрагментованість інформації).
Проведений аналіз надав можливість сформувати цілісне бачення функціональних можливостей та вимог до інтерактивної навчальної платформи з історії Формули 1.
Перспективами подальших досліджень є розроблення архітектури програмної системи, створення прототипу інтерактивної платформи, реалізація модулів інтерактивної взаємодії та подальше тестування платформи на реальних класах задач, що виникають при інтерфейсі з реальним користувачем.

Розроблена інтерактивна платформа спрощує доступ до історичних даних щодо Формули 1 та може використовуватися як навчальний, довідковий або інформаційно-аналітичний ресурс. Перспективами подальшого розвитку є додавання статистичного аналізу, інтерактивних графіків, фільтрації даних та інтеграції з зовнішніми джерелами інформації.

УДК 004.4:004.6:004.9

Використання UI/UX-дизайну при розробці вебзастосунків

доц. Ткаченко К.О., доц. Ткаченко О.І., студентка Гречаник А.Р.

Сучасний рівень розвитку інформаційних та вебтехнологій обумовив зростання ролі веб-орієнтованих систем та вебзастосунків як одного з найбільш суттєвих інструментів взаємодії користувачів з відповідними інформаційними ресурсами.

Незважаючи на наявну досконаліть багатьох вебсистем та вебзастосунків, більшість з них не забезпечує потрібного рівня комфортності, зручності, інтуїтивності та ефективності користувацької взаємодії. Це обумовлює низький рівень залученості користувачів, зменшення лояльності та комерційної успішності таких систем та застосунків.

Таким чином, постає проблема інтеграції принципів UI/UX-дизайну в процес розроблення вебсистем та вебзастосунків для забезпечення як високого рівня якості користувацького досвіду, так і достатньої конкурентоспроможності розроблених програмних продуктів.

В проведеному дослідженні було обґрунтувано теоретичні основи та розроблено практичні рекомендації щодо ефективного застосування принципів UI/UX-дизайну в процесі створення вебсистем та вебзастосунків для підвищення зручності, привабливості та функціональної доступності користувацького інтерфейсу.

УДК 004.4:004.6:004.9

Деякі аспекти розробки чат-бота для організації особистих нагадувань

доц. Ткаченко О.А., доц. Ткаченко О.І., студентка Гринь К.О.

У сучасних умовах інформатизації суспільства особливої актуальності набуває проблема ефективного управління особистим часом. Значна кількість користувачів стикається з труднощами планування власної діяльності через перевантаження інформацією, багатозадачність та відсутність зручних інструментів контролю виконання завдань. Як наслідок, зростає ризик пропуску важливих подій, несвоєчасність виконання якихось дій, знижується рівень особистої продуктивності.

Одним із перспективних напрямів вирішення цієї проблеми є використання чат-ботів у популярних месенджерах. Платформи надають широкі можливості для створення інтерактивних сервісів завдяки відкритому програмному інтерфейсу, простоті інтеграції та доступності для користувачів. Використання чат-ботів дозволяє організувати процес нагадувань у зручному середовищі без необхідності встановлення додаткових програмних засобів.

Метою роботи є розробка чат-бота для організації особистих нагадувань, який забезпечує автоматизацію процесу планування подій та своєчасного інформування користувача. Дослідження передбачає створення відповідного функціоналу для додавання, редагування та видалення нагадувань, а також реалізація механізму автоматичного надсилання повідомлень у заданий час. У процесі розробки було розроблено програмне рішення, що забезпечує взаємодію з користувачем за допомогою текстових команд та дозволяє ефективно керувати процесом виконання особистих завдань.
Розроблений бот підтримує збереження запланованих подій та здійснює їх обробку з подальшим надсиланням повідомлень відповідно до встановленого часу. Результатом проведеного дослідження та його практичного втілення є створення чат-бота, який підвищує рівень організованості користувача, зменшує ймовірність пропуску важливих подій та оптимізує процес планування повсякденної діяльності. Розроблене рішення може бути використане як основа для подальшого розвитку систем персонального тайм-менеджменту.

УДК 342.738:004.056

Деякі правові аспекти збору Big Data великими технологічними компаніями

доц. Ткаченко К.О., доц. Ткаченко О.І., студент Недозимований Д.В.

Сучасний цифровий світ критично залежить від послуг великих технологічних компаній. Такі платформи, як YouTube, TikTok, Meta та Google, перетворилися зі звичайних інструментів на необхідну інфраструктуру для освіти, роботи, розваг та соціального життя. Через це суспільство стикається зі складною ситуацією: відмова від цих платформ призводить до соціальних та професійних обмежень, а їх використання означає втрату конфіденційності.
Методи збору Big Data виходять далеко за межі інформації, яку користувачі надають добровільно. Відповідні алгоритми автоматично збирають історію місцезнаходження та характеристики пристроїв, час затримки уваги та звички перегляду вебсторінок користувачами.
Наприклад, TikTok та YouTube не просто фіксують перегляди відповідного контенту; вони аналізують моменти пауз та швидкість прокручування інформаційної стрічки тощо. Це створює систему так званого «постійного відстеження», де всі можливі//-необхідні/доступні дані перетворюються на відповідні профілі користувачів для продажу таргетованої реклами.
Головною правовою проблемою при зборі Big Data є саме згода користувача. Сучасні правила (ліцензійні угоди з користувачем та банери про використання файлів cookie) неефективні. Згода не може вважатися вільною, коли альтернативою є виключення з цифрового світу. Користувачі постають перед несправедливим вибором: надати доступ до своїх даних або втратити доступ до важливих сервісів. Оскільки відмовитися від цих продуктів практично неможливо, користувачі майже не мають реального контролю над інформацією.
Крім того, чинне законодавство не встигає за розвитком технологій відстеження.
Вирішення проблеми конфіденційності вимагає визнання того, що покладання відповідальності за управління даними на самих користувачів є неефективним при їх «зустрічі» з великими технологічними компаніями. Справжньої

конфіденційності неможливо досягти лише шляхом ускладнення налаштувань акаунта. Потрібні відповідні зміни в законодавстві: слід встановити суворі правові обмеження щодо обсягу та типу Big Data (особливо користувацьких даних), які мають право збирати компанії незалежно від наявності/відсутності згоди користувача. Доки такі межі не будуть встановлені, масштабний збір Big Data користувачів залишатиметься неминучою частиною сучасного життя.

УДК 004.4:004.6:004.9

Інженерія безпеки реалізації P2P-протоколів: аналіз застосування мови RUST на прикладі TOX

доц. Ткаченко К.О., доц. Ткаченко О.А., студент Осипчук Д.М.

Забезпечення конфіденційності в децентралізованих комунікаціях традиційно фокусується на криптографічних протоколах (E2EE, аутентифікація ключів). Однак, навіть ідеальний криптографічний протокол може бути скомпрометований через вразливості реалізації на рівні коду: переповнення буфера, use-after-free, race conditions. Мова Rust пропонує новий підхід до інженерії безпеки, переносячи частину гарантій з етапу тестування на етап компіляції. Існуючі реалізації P2P-протоколів (зокрема референсна реалізація Tox) демонструють високу функціональність, але залишаються вразливими до експлойтів пам'яті. Відсутність систематичного аналізу того, як мовні гарантії Rust впливають на загальну стійкість P2P-систем, обмежує впровадження таких рішень у середовищах з підвищеними вимогами до безпеки.

Проведене дослідження передбачало визначення впливу системи типів і моделі володіння пам'яттю мови Rust на зниження поверхні атаки P2P-месенджерів та формулювання рекомендацій щодо безпечної реалізації криптографічних протоколів. У роботі проведено аналіз архітектури безпеки для двох підходів:

1 Традиційний: Безпека забезпечується ручним аудитом коду, санітайзерами (ASan, UBSan) та тестуванням. Перевага – гнучкість; недолік – людський фактор.

2 Rust-based: Безпека вбудована в систему типів. Концепти ownership та borrowing виключають цілі класи вразливостей на етапі компіляції.

На прикладі реалізації клієнта Tox мовою Rust продемонстровано:

- Безпечне управління ключами.
- Захист від race conditions: Асинхронна модель Tokio разом із гарантіями компілятора усуває стани гонитви при обробці мережевих подій.
- Ізоляція небезпечного коду: Використання unsafe блоків лише для FFI-викликів до toxcore, з чітким контрактом безпеки на межі.

Розглянуто обмеження підходу: складність реалізації певних низькорівневих оптимізацій, крива навчання для розробників, необхідність ретельного аудиту unsafe-ділянок.

Застосування мови Rust для реалізації P2P-протоколів сприяє досягненню якісно нового рівня інженерії безпеки: компілятор виступає як формальний верифікатор відсутності критичних вразливостей пам'яті. Це не замінює криптографічний аудит, але значно зменшує поверхню атаки на рівні реалізації. Запропоновані принципи можуть бути застосовані до розробки інших децентралізованих систем (блокчейн, P2P-сховища).

УДК 004.4:004.6:004.9

Методи технологічного забезпечення професійної взаємодії користувачів у цифровому середовищі

доц. Ткаченко О.А., доц. Ткаченко О.І., студент Полянський Н.Д.

Для вирішення завдання організації професійної взаємодії користувачів пропонується застосування комплексного підходу до побудови платформи, що забезпечує структуровану обробку даних, керування інформаційними потоками та підтримку комунікаційних процесів.

Запропоновано використання функціональної моделі взаємодії, яка передбачає формування узагальненого та деталізованого рівнів представлення інформації.

Узагальнений рівень дозволяє отримувати агреговані дані про користувачів, їх професійні характеристики та взаємозв'язки між ними.

Деталізований рівень визначає структуру взаємодії, включаючи механізми обміну інформацією, пошуку, фільтрації та доступу до інформаційних ресурсів.

Ієрархічна структура платформи передбачає розподіл компонентів за функціональним призначенням, де окремі модулі забезпечують обробку даних, керування користувачами та підтримку інформаційної взаємодії. При цьому інформаційні потоки розглядаються як розподілені структури, що функціонують у межах єдиного цифрового середовища.

Запропоновані методи дозволяють підвищити ефективність процесів професійної взаємодії, забезпечити стабільність функціонування платформи та оптимізувати обмін інформацією між користувачами.

УДК 004.4:004.6:004.9

Деякі аспекти розробки системи аналізу текстових даних на основі нейронних мереж

доц. Ткаченко К.О., доц. Ткаченко О.А., доц. Ткаченко О.І., студентка Шаповал К.О.

Обробка текстових даних є одним із ключових напрямів розвитку сучасних інформаційних технологій. Значна частина інформації, що створюється в цифровому середовищі, має текстову форму – це повідомлення в соціальних мережах, новинні статті, відгуки користувачів, електронні документи, наукові публікації тощо. Такі дані зазвичай є неструктурованими, що ускладнює їх аналіз традиційними методами.

Сучасні підходи до обробки тексту можна умовно поділити на класичні статистичні методи та методи, засновані на машинному і глибинному навчанні.

Найбільш перспективним напрямом в наш час є використання нейронних мереж для аналізу текстових даних. Такі моделі здатні автоматично виділяти важливі ознаки з тексту без необхідності ручного конструювання характеристик.

До популярних архітектур належать рекурентні нейронні мережі, моделі з довготривалою пам'яттю, згорткові мережі для тексту та сучасні трансформерні моделі. Вони дозволяють враховувати контекст слів, аналізувати залежності між елементами речення та працювати з великими масивами даних.

Головною перевагою нейромережевих підходів є висока точність і здатність узагальнювати інформацію. Недоліками можна вважати значні обчислювальні ресурси та потребу у великій кількості навчальних даних.

Сучасні підходи до обробки текстових даних демонструють поступовий перехід від простих статистичних моделей до складних нейромережевих систем. У зв'язку з підвищеними вимогами до точності та швидкості аналізу, саме нейронні мережі сьогодні є найбільш ефективним інструментом для побудови інтелектуальних систем аналізу текстових даних.
Запропонована система аналізу текстових даних складається з таких основних модулів: модуль нейронної мережі здійснює навчання та прогнозування; модуль попередньої обробки виконує очищення тексту; модуль збору даних забезпечує завантаження текстових даних із визначених джерел; модуль оцінки результатів розраховує показники якості моделі; інтерфейс користувача забезпечує взаємодію із системою; модуль векторизації перетворює текст у числове представлення.
У межах розробки інтелектуальної системи аналізу текстових даних було реалізовано модель нейронної мережі, призначену для автоматичної класифікації текстової інформації. Основною метою створення моделі є забезпечення ефективного аналізу текстів із урахуванням їх змісту, контексту та семантичних особливостей.

УДК 004.4:004.6:004.9

Методи оцінювання алгоритмів процедурної генерації ігрових рівнів

доц. Гріненко С.А., студент Кононенко М.А.

Сучасна індустрія відеоігор активно використовує процедурну генерацію контенту (PCG) для автоматизованого створення ігрових рівнів, що дозволяє суттєво зменшити витрати ресурсів розробки та підвищити повторне використання ігор. Особливо це актуально для жанрів roguelike та інших динамічних ігрових систем, де кожен новий запуск повинен пропонувати унікальний досвід.
Розглянуто основні підходи до процедурної генерації, серед яких: клітинні автомати, дерева двійкового розбиття (BSP), методи когерентного шуму та алгоритми пошуку з поверненням. Кожен із цих підходів формує різні типи ігрового простору — від органічних печер до структурованих підземель і лабіринтів.
Для оцінювання якості згенерованих рівнів запропоновано використання методів теорії графів та пошукових алгоритмів. Зокрема, застосування модифікованого алгоритму пошуку в ширину (BFS) дозволяє перевіряти прохідність рівня, визначати найкоротші маршрути та виявляти ізольовані області. Додатково використовується підхід теплових карт (heatmap), який дає змогу оцінити інтенсивність використання різних зон рівня та виявити альтернативні маршрути. Це дозволяє оцінювати не лише базову прохідність, але й тактичну варіативність ігрового простору. Важливим аспектом оцінювання є також логічність розміщення об'єктів. Запропоновані евристичні методи аналізу геометрії рівня дозволяють автоматично визначати оптимальні позиції для ворогів, ресурсів і нагород, що підвищує якість геймплею.
Застосування математичних методів аналізу та алгоритмів пошуку дозволяє забезпечити якісне оцінювання процедурно згенерованих рівнів, що є ключовим фактором успішного використання PCG у сучасній ігровій індустрії.

УДК 004.4:004.6:004.9

Деякі аспекти аналізу ефективності моніторингу хмарної інфраструктури

доц. Гріненко С.А., студент Бондаренко Р.С.

Хмарні обчислювальні середовища широко використовуються для розгортання інформаційних систем і сервісів, що супроводжується зростанням складності їх інфраструктури та підвищенням вимог до контролю її стану. У таких умовах ефективний моніторинг стає ключовим інструментом забезпечення продуктивності, доступності та надійності систем.

Особливістю хмарної інфраструктури є її динамічність, масштабованість і розподілений характер. Використання мікросервісної архітектури, контейнеризації та автоматичного масштабування призводить до постійної зміни складу системи, що ускладнює процес контролю її стану. Традиційні методи адміністрування, засновані на ручному аналізі журналів, є недостатніми, що обумовлює необхідність застосування концепції спостереження (observability), яка передбачає аналіз метрик, журналів та трасування запитів.

Розглянуто два основні підходи до моніторингу: white-box та black-box. White-box моніторинг забезпечує отримання детальної інформації про внутрішній стан системи, дозволяючи точно визначати причини збоїв, тоді як black-box орієнтований на перевірку доступності сервісів з точки зору користувача. Їх поєднання дозволяє досягти більш повного уявлення про стан інфраструктури.

Важливим аспектом є визначення критеріїв ефективності систем моніторингу. До основних належать: надійність збору даних, швидкість виявлення проблем (Time to Detect), можливість їх усунення (Time to Resolution), масштабованість, гнучкість інтеграції, якість візуалізації та ефективність механізмів сповіщення. Оцінка цих параметрів дозволяє визначити придатність системи моніторингу для використання у конкретних умовах експлуатації.

Аналіз ефективності моніторингу хмарної інфраструктури свідчить про необхідність комплексного підходу, що поєднує різні моделі спостереження, використання сучасних інструментів та оцінювання за ключовими критеріями. Це забезпечує підвищення надійності, стабільності та продуктивності сучасних інформаційних систем.

УДК 004.738.5

Розробка інформаційного вебресурсу для сервісних послуг

ст. викл. Холоднюк С.З., студентка Очеретяна В.О.

У роботі розглянуто розробку вебсайту для представлення та просування послуг декоративної штукатурки в мережі Інтернет. Проведено аналіз особливостей надання таких послуг та визначено основні вимоги до інформаційного вебресурсу, що дозволяє ефективно інформувати потенційних клієнтів. Запропоновано структуру вебсайту, яка включає розділи з описом видів декоративної штукатурки, галереєю виконаних робіт, інформацією про послуги та контактними даними для зв’язку із замовниками. Реалізація вебресурсу здійснена із використанням сучасних вебтехнологій, що забезпечують зручність користування, адаптивність до різних пристроїв та швидкий доступ до необхідної інформації. Створений вебсайт сприяє підвищенню доступності інформації про послуги декоративної штукатурки, покращує комунікацію з клієнтами та допомагає розширити клієнтську базу.

У сфері будівництва та оздоблювальних робіт значна частина майстрів і невеликих компаній надають послуги декоративної штукатурки, проте їх представлення в мережі Інтернет часто є недостатнім або фрагментарним. Потенційні клієнти не завжди мають можливість швидко отримати інформацію про види декоративної штукатурки, переглянути приклади виконаних робіт або зв'язатися з виконавцем для консультації чи замовлення послуги. Відсутність зручного та інформативного вебресурсу ускладнює пошук надійного виконавця та знижує ефективність просування таких послуг. У зв'язку з цим виникає потреба у розробці спеціалізованого вебсайту, який забезпечить наочне представлення виконаних робіт, доступ до інформації про послуги та зручні засоби комунікації з клієнтами.

У процесі дослідження розглянуто особливості надання послуг декоративної штукатурки та специфіку їх представлення в мережі Інтернет. Проведений аналіз існуючих вебресурсів у сфері будівельних та оздоблювальних послуг дозволив визначити основні елементи, які повинні бути реалізовані на вебсайті для ефективного інформування клієнтів і представлення виконаних робіт. Зокрема, важливими складовими такого вебресурсу є розділи з описом видів декоративної штукатурки, прикладами виконаних робіт, інформацією про технологію виконання робіт, а також контактними даними для оперативного зв'язку із замовниками.

На основі проведеного аналізу сформовано структуру вебсайту, що включає основні функціональні розділи: головну сторінку з короткою інформацією про послуги, сторінку з детальним описом видів декоративної штукатурки, галерею виконаних робіт, сторінку з інформацією про компанію або майстра, а також сторінку контактів із формою зворотного зв'язку для подання заявки на консультацію або замовлення послуги. Така структура забезпечує зручну навігацію для користувачів та швидкий доступ до необхідної інформації.

Розробка вебсайту здійснювалася із використанням сучасних вебтехнологій, що дозволяють створювати адаптивні вебресурси, доступні для перегляду на різних типах пристроїв, зокрема персональних комп'ютерах, планшетах та смартфонах. Для реалізації інтерфейсу вебсайту використовувалися мови розмітки та стилізації вебсторінок, що забезпечують коректне відображення інформації та зручність користування. Особлива увага приділялася створенню зрозумілого та інтуїтивно доступного інтерфейсу, який дозволяє користувачам легко знаходити необхідну інформацію про послуги декоративної штукатурки.

Окрім цього, у межах дослідження було розглянуто питання покращення взаємодії з клієнтами через вебсайт. Зокрема, передбачено можливість перегляду прикладів виконаних робіт у вигляді галереї зображень, що дозволяє потенційним замовникам оцінити якість та стиль виконання декоративної штукатурки. Наявність форми зворотного зв'язку та контактної інформації сприяє оперативному отриманню консультацій та оформленню замовлень.

Отже, розроблений вебсайт виконує функцію інформаційної та комунікаційної платформи, яка дозволяє ефективно представити послуги декоративної штукатурки в мережі Інтернет, забезпечити зручний доступ до інформації про види робіт та сприяти встановленню контакту між виконавцем і потенційними клієнтами.

УДК 004.4:336.7

Розробка програмного застосунку інкасації для автоматизації інкасаційних операцій

ст. викл. Холоднюк С.З., студент Рихлик А.С.

Розглянуто розробку програмного застосунку інкасації для автоматизації процесів обліку та управління інкасаційними операціями у фінансових установах і торговельних мережах. Проведено аналіз особливостей організації інкасаційних процесів та визначено основні функціональні вимоги до програмної системи, яка забезпечує реєстрацію інкасаційних виїздів, формування маршрутів, облік готівкових коштів і контроль виконання завдань. Застосунок реалізовано у середовищі Visual Studio для персональних комп'ютерів із використанням сучасних підходів до розробки програмного забезпечення та організації зберігання даних. Розроблена система дозволяє підвищити ефективність управління інкасаційними операціями, зменшити ризик помилок під час обробки даних і забезпечити прозорість виконання інкасаційних процесів.

У сучасних умовах функціонування банківських установ та торговельних підприємств процес інкасації грошових коштів є важливою складовою фінансової діяльності. Організація інкасаційних операцій включає планування маршрутів, облік готівкових коштів, контроль виконання завдань та ведення відповідної документації. Використання паперових або частково автоматизованих систем обліку призводить до ускладнення процесу управління інкасаційними операціями, підвищує ризик помилок і затримок під час обробки інформації. Крім того, відсутність централізованої системи зберігання даних ускладнює контроль виконання інкасаційних завдань і аналіз проведених операцій. У зв'язку з цим виникає необхідність розробки спеціалізованого програмного застосунку, який забезпечить автоматизацію процесів планування, обліку та контролю інкасаційних операцій.

У межах дослідження проаналізовано процес організації інкасаційних операцій у фінансових установах і торговельних мережах, а також визначено основні етапи виконання інкасації, що потребують автоматизації. До таких етапів належать формування інкасаційних маршрутів, облік сум готівкових коштів, контроль виконання інкасаційних виїздів, ведення історії операцій та зберігання відповідної інформації у централізованій базі даних. Аналіз існуючих підходів до організації інкасаційних процесів дозволив сформулювати основні функціональні вимоги до програмного застосунку.

На основі проведеного аналізу розроблено структуру програмної системи, що включає модулі реєстрації інкасаційних операцій, управління маршрутами, обліку готівкових коштів, контролю виконання завдань та перегляду історії операцій. Така структура забезпечує зручну організацію даних і дозволяє ефективно управляти інкасаційними процесами. Особлива увага приділялася забезпеченню зручного інтерфейсу користувача, що дозволяє швидко вводити дані, переглядати інформацію про виконані операції та здійснювати контроль за станом інкасаційних завдань.

Розробка програмного застосунку здійснювалася у середовищі Visual Studio із використанням сучасних інструментів розробки програмного забезпечення для персональних комп'ютерів. Для зберігання інформації використовується база даних, що забезпечує централізоване зберігання даних про інкасаційні операції, маршрути та виконані завдання. Використання бази даних дозволяє забезпечити швидкий доступ до інформації, зменшити ризик втрати даних та підвищити ефективність обробки інформації.

У результаті розробки створено програмний застосунок, який дозволяє автоматизувати основні процеси інкасації, зокрема реєстрацію інкасаційних виїздів, формування маршрутів, облік сум готівки та контроль статусу виконання завдань. Використання такого програмного рішення сприяє підвищенню ефективності роботи персоналу, зменшенню впливу людського фактору та покращенню контролю за виконанням інкасаційних операцій.

УДК 004.92:004.4:629.5:681.5

Програмна система візуалізації стану роботизованої платформи на основі цифрового двійника

ст. викл. Бутенко Л.П., студент Константінов К.А.

Розроблено програмну систему візуалізації стану роботизованої платформи, що реалізує концепцію цифрового двійника з використанням сучасних інструментів тривимірної графіки та робототехнічних фреймворків. Основною метою системи є забезпечення відображення телеметричних даних у режимі реального часу та інтерактивної взаємодії з віртуальною моделлю платформи.

Архітектура системи побудована за принципом розподіленої клієнт-серверної взаємодії. На рівні інтеграції з апаратною платформою використовується ROS2, який забезпечує збір і передачу телеметричних даних (позиція, орієнтація, швидкість, стан сенсорів, параметри виконавчих механізмів). Дані передаються через проміжне програмне забезпечення до серверного рівня, де здійснюється їх нормалізація та підготовка до візуалізації.

Візуалізаційний компонент реалізовано з використанням середовища Unity, що дозволяє створити тривимірну модель платформи з урахуванням її кінематичних і динамічних характеристик. Для забезпечення доступу через браузер застосовується WebGL, що дає змогу розгортати клієнтський інтерфейс без встановлення додаткового програмного забезпечення. Синхронізація стану цифрового двійника з реальним об'єктом виконується у режимі реального часу з використанням потокових каналів передачі даних.

Реалізовано відображення положення платформи у тривимірному просторі, візуалізацію траєкторії руху, стану енергосистеми, сенсорних даних, а також формування інформаційних панелей для моніторингу ключових параметрів. Передбачено можливість запису та відтворення телеметрії для аналізу поведінки системи у різних сценаріях.

Інженерною особливістю реалізації є використання модульного підходу, що дозволяє масштабувати систему, підключати нові типи сенсорів і адаптувати її до різних конфігурацій роботизованих платформ. Забезпечено підтримку стандартних форматів обміну даними та можливість інтеграції з іншими компонентами інформаційно-керуючих систем.

Запропоноване рішення може застосовуватись як інструмент моніторингу, відлагодження та тестування алгоритмів керування, а також як навчально-дослідницька платформа. Використання цифрового двійника дозволяє зменшити витрати на експерименти та підвищити безпечність досліджень.

УДК 004.056:004.75:004.49

Мікросервісна система моніторингу роботизованих платформ у хмарному середовищі з аналітикою гібридних загроз

ст. викл. Бутенко Л.П., студент Алфімов О.О.

Запропоновано архітектуру мікросервісної системи моніторингу роботизованих платформ, орієнтованої на функціонування в умовах гібридних загроз із застосуванням сучасних підходів кіберзахисту. Основна увага приділяється забезпеченню безперервного контролю безпекового стану, виявленню інцидентів та реагуванню на кібернетичні впливи у розподілених кібер-фізичних системах.

Система реалізується у хмарному середовищі з використанням контейнерної оркестрації Kubernetes, що забезпечує ізоляцію мікросервісів, сегментацію мережевої взаємодії та контроль політик доступу. Взаємодія між сервісами організована через потокову платформу Apache Kafka, яка виступає як захищена шина подій для збору та передачі телеметричних даних.

Архітектура системи побудована відповідно до концепції Zero Trust, що передбачає обов'язкову автентифікацію та авторизацію кожного запиту, незалежно від його джерела. Для цього застосовуються механізми взаємної автентифікації сервісів, шифрування каналів зв'язку та політики мінімальних привілеїв доступу. Контроль мережевого трафіку реалізується із застосуванням IDS/IPS-рішень, що дозволяє виявляти та блокувати підозрілі активності у режимі реального часу.

Збір, кореляція та аналіз подій безпеки здійснюється за допомогою SIEM-підходу, який інтегрує дані з різних джерел: телеметрії платформ, журналів системних подій, мережевих метрик та індикаторів компрометації, що дозволяє формувати цілісну картину кібербезпекового стану та виявляти складні багатовекторні атаки.

Аналітичний модуль реалізує алгоритми виявлення аномалій, поведінкового аналізу та прогнозування ризиків, що дає змогу ідентифікувати відхилення у роботі платформ, спричинені як технічними збоями, так і навмисними впливами. Оброблення даних здійснюється у потоковому режимі, що забезпечує мінімальний час реакції на інциденти.

Для моніторингу та візуалізації показників безпеки використовується стек Prometheus та Grafana, що дозволяє здійснювати збір метрик, побудову дашбордів і аналіз інцидентів у реальному часі, що забезпечує підвищення рівня ситуаційної обізнаності та підтримку прийняття рішень оператором.

Запропонований підхід дозволяє створити масштабовану, відмовостійку та захищену систему моніторингу роботизованих платформ, здатну ефективно функціонувати в умовах гібридного протиборства. Практичне значення роботи полягає у підвищенні кіберстійкості автономних систем та зниженні ризиків їх експлуатації.

УДК 004.8:004.3

Підходи до оптимізації ресурсів для локального використання сучасних моделей штучного інтелекту

асист. Мневець А.В.

Локальне використання сучасного ШІ для більшості користувачів обмежується пам’яттю. Для інференсу LLM потрібно одночасно розмістити ваги, KV-cache механізму уваги та службові буфери. Саме сумарний обсяг пам’яті визначає стабільність запуску та максимально можливий контекст. Пам’ять під ваги приблизно пропорційна кількості параметрів і залежить від розрядності. Для FP16 потрібно близько 2 байти на параметр, для INT8 потрібно близько 1 байта, для 4-bit потрібно близько 0,5 байта плюс оверхед квантизації. Орієнтовно 7B потребує близько 14 ГБ у FP16 і 3,5-4,5 ГБ у 4-bit, 13B потребує близько 26 ГБ і 6,5-8 ГБ, 70B потребує близько 140 ГБ і 35-45 ГБ. KV-cache зростає зі збільшенням контексту, тому довгі діалоги різко підвищують вимоги до пам’яті. Для більшості користувачів придбання дискретних GPU з великою VRAM через високу вартість відеопам’яті та витрати на енергоспоживання й охолодження. Тому здешевлення локального ШІ орієнтується на зменшення залежності від VRAM і використання системної RAM. Популярність Mac mini пояснюється Apple Silicon, тобто SoC з уніфікованою пам’яттю, де CPU і GPU працюють зі спільним пулом. Це знижує бар’єр «нестача VRAM», але обмежує апґрейд і робить швидкодію чутливою до пропускної здатності пам’яті. Схожий принцип реалізують AMD Ryzen AI та APU-платформи. Інтегрована графіка використовує системну оперативну пам’ять у режимі UMA, що дозволяє запускати моделі на великих обсягах RAM без дорогих відеокарт. Однак продуктивність залежить від пропускної здатності RAM, тому виграш проявляється переважно у доступності. Це відрізняється від відеоігор, де критичні затримки та пропускна здатність доступу до текстур, тому дискретна VRAM має перевагу. У LLM-інференсі для побутових задач часто домінує вимога місткості для ваг і контексту, тому спільна пам’ять є прийнятним компромісом. Швидкі NVMe SSD доцільно застосовувати для завантаження, memory mapping і кешування. Вони не замінюють оперативну пам’ять, оскільки активний свопінг різко знижує продуктивність. Отже, основні методи зниження вартості – 4-bit квантизація, контроль KV-cache та використання платформ з уніфікованою пам’яттю або UMA, а NVMe виконує допоміжну роль.

СЕКЦІЯ 10
ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ТА ІНФРАСТРУКТУРИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Підсекція транспортні технології та логістичні системи

УДК 656.23

Визначення індивідуальної поведінкової норми машиніста поїзда метрополітену на основі психофізіологічних показників

аспірант Виноградов О.С., проф. Самсонкін В.М.

В умовах підвищених вимог до безпеки перевезень у метрополітені важливого значення набуває дослідження людського фактору та оцінювання психофізіологічного стану машиніста. Незважаючи на активний розвиток автоматизованих систем керування рухом поїздів і впровадження сучасних технологій автоматизації, машиніст залишається ключовим елементом ергатичної системи керування. Саме його функціональний стан значною мірою визначає швидкість прийняття рішень, рівень концентрації уваги та здатність оперативно реагувати на нестандартні або аварійні ситуації. Тому дослідження індивідуальних особливостей поведінки машиніста та розробка методів оперативної оцінки його готовності до роботи є актуальним науково-практичним завданням.

В дослідженні було застосовано психофізіологічний метод оцінювання функціонального стану операторів із використанням таблиць Шульте-Горбова. Цей метод дозволяє швидко визначати швидкість зорового пошуку, стійкість та переключення уваги, координацію дій і темп розумової діяльності. Експериментальні вимірювання проводилися щоденно перед початком та після завершення робочої зміни протягом одного місяця. Такий підхід дав змогу сформувати статистично репрезентативну базу даних і визначити характерні діапазони значень показників, які відповідають різним функціональним станам машиніста.

В результаті аналізу отриманих даних було виділено три основні функціональні стани оператора: нормальний стан, стан сонливості та стан втоми. Встановлено чітку тенденцію до зниження загальної працездатності зі зростанням рівня функціональної втоми, що проявляється у сповільненні когнітивних процесів, зменшенні швидкості реакції та погіршенні здатності підтримувати стійку концентрацію уваги. Статистичний аналіз підтвердив достовірність відмінностей між досліджуваними станами та довів можливість визначення індивідуальної поведінкової норми машиніста на основі психофізіологічних показників.

Запропонований підхід дозволяє сформувати індивідуальну модель готовності машиніста до роботи, яка може бути використана у системах передрейсового контролю персоналу метрополітену.

Впровадження систем об’єктивного психофізіологічного моніторингу індивідуальної поведінкової норми машиніста сприятиме підвищенню надійності функціонування метрополітену, зниженню ризиків, пов’язаних із людським фактором, та покращенню загального рівня безпеки перевезень.

УДК 656.025.4

Підвищення ефективності роботи транспортного вузла на основі адаптивної організації пасажирських перевезень

проф. Габа В.В., Костюшко В.П. (Радник з виробничої діяльності ПАТ «Київ-Дніпровський міжгалузеве підприємство промислового залізничного транспорту» Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України)

Адаптивна система організації пасажирських перевезень у межах Київського транспортного вузла повинна базуватися на принципі динамічного управління пасажиропотоками з використанням єдиної цифрової платформи координації видів транспорту. Для міста Києва доцільним є створення інтегрованого Центру управління мультимодальними перевезеннями, який об'єднає дані від КП «Київський метрополітен», міського наземного транспорту та приміських залізничних маршрутів у межах Київської агломерації. Система повинна функціонувати на основі аналізу даних валідаторів, GPS-моніторингу рухомого складу та відеоаналітики на ключових транспортно-пересадочних вузлах (Вокзальна, Видубичі, Почайна, Дарниця), що дозволить у режимі реального часу визначати рівень завантаження напрямків і прогнозувати пікові навантаження. На основі отриманих даних пропонується впровадження механізму адаптивного регулювання інтервалів руху електропоїздів метрополітену та підвезення наземного транспорту з автоматичним коригуванням графіків у разі зміни попиту або виникнення позаштатних ситуацій. Додатково система повинна передбачати пріоритетний режим роботи маршрутів, що забезпечують підвезення до станцій метрополітену в години пік, а також цифрове інформування пасажирів щодо альтернативних маршрутів пересадки через мобільні сервіси. Реалізація такої моделі дозволить зменшити середній час пересадки у вузлі на 10–15 %, підвищити рівень використання провізної спроможності інфраструктури та забезпечити більш стійке функціонування Київського транспортного вузла в умовах нерівномірних пасажиропотоків і кризових викликів.

УДК 656.2

Підвищення ефективності та безпеки залізничних перевезень з використанням штучного інтелекту

студент Головко Р.В., асист. Юрченко Д.О.

Сучасні залізничні системи характеризуються високою складністю, великою кількістю рухомого складу та необхідністю оптимізації операційної ефективності. Традиційні методи управління не завжди забезпечують достатній рівень безпеки, точності розкладу та енергоефективності. Штучний інтелект виступає інноваційним інструментом для модернізації залізничного транспорту, здатним знизити витрати, підвищити ефективність та забезпечити високий рівень безпеки. З метою визначення основних напрямів застосування штучного інтелекту на залізничному транспорті та оцінці його впливу на ефективність й безпеку необхідно визначити основні напрями застосування. Прогнозне технічне обслуговування, оптимізація руху поїздів, підвищення безпеки,

покращення обслуговування пасажирів та цифрове автоматичне зчеплення – є основними прикладами застосування штучного інтелекту на транспорті. Використання датчиків та алгоритмів машинного навчання дозволяє прогнозувати відмови обладнання, планувати ремонтні роботи, зменшувати час простою та оптимізувати витрати. Інтелектуальні системи управління рухом мінімізують конфлікти маршрутів, підвищують пропускну здатність інфраструктури та знижують навантаження на операторів. Системи комп'ютерного зору та цифрової сигналізації виявляють аномалії, контролюють дистанцію між поїздами та моніторять стан машиністів, підвищуючи безпеку перевезень. Інтелектуальні сервіси для пасажирів забезпечують персоналізовані маршрути, оперативну інформацію та підвищують якість обслуговування. Впровадження штучного інтелекту вимагає системного підходу, включаючи підготовку даних, навчання моделей, інтеграцію у реальні процеси, підготовку персоналу, стандартизацію та забезпечення кібербезпеки. Незважаючи на складності інтеграції та високі початкові інвестиції, довгострокові переваги включають підвищення ефективності, безпеки, стійкості та комфорту пасажирів. Штучний інтелект здатен трансформувати залізничний сектор та створити основу для цифрової трансформації галузі.

УДК 656.23

Інфраструктурне забезпечення вантажних перевезень як фактор конкурентоспроможності залізниці

студент Грабовий М.І., асист. Юрченко Д.О.

В умовах посилення конкуренції між видами транспорту ключовими чинниками ефективності логістичних систем є тривалість доставки та безперервність транспортного процесу. Саме ці показники визначають якість транспортних послуг, рівень задоволеності клієнтів та конкурентоспроможність перевізників. Незважаючи на енергоефективність й екологічні переваги, залізничний транспорт стикається з проблемами значних простоїв на вузлових станціях, недостатньої координації між учасниками перевізного процесу та обмеженої пропускної спроможності під'їзної інфраструктури. Особливо гостро ці недоліки проявляються у міжнародних перевезеннях, де затримки в терміні доставки безпосередньо впливають на втрату ринкових позицій.

Кінцевий етап перевізного процесу охоплює інфраструктуру та технологічні операції, що забезпечують з'єднання магістральної мережі з пунктами навантаження і розвантаження. До відповідної інфраструктури належать під'їзні колії промислових підприємств, колії загального користування, інтермодальні термінали, залізнично-логістичні центри, а також вантажні комплекси у портах.

На відміну від автомобільних перевезень, в залізничних системах цей етап включає комплекс взаємопов'язаних технічних і технологічних операцій: подачу вагонів на під'їзні колії, виконання маневрових робіт, формування і розформування составів, а також координацію дій між оператором інфраструктури, перевізником, експедитором і вантажоодержувачем. Саме тут виникає значна частина затримок, зумовлених перевантаженістю станцій та недостатньою узгодженістю між учасниками процесу.

Ефективність функціонування цієї складової перевезень залежить не лише від технічного стану інфраструктури, а й від рівня інформаційної прозорості та організаційної взаємодії. Європейська практика підтверджує доцільність створення інтегрованих інформаційних платформ, які містять дані про розташування, технічні характеристики та доступність відповідних об'єктів. Використання таких систем дає змогу враховувати «вузькі місця» під час планування маршрутів, оптимізувати подачу вагонів і підвищувати ефективність управління інфраструктурою.

Таким чином, завершальний етап залізничних вантажних перевезень є критичним елементом перевізного процесу, що визначає швидкість доставки, рівень витрат і якість сервісу. Його оптимізація сприяє скороченню простоїв, зниженню експлуатаційних витрат та зміцненню конкурентних позицій залізничного транспорту на ринку вантажних перевезень.

УДК 656.2

Організаційно-технічні аспекти безпеки руху електропоїздів і пасажирів у метрополітені під час позаштатних ситуацій

доц. Грушевська Т.М., студент Якубовський С.С.

Забезпечення безперервності та безпеки руху електропоїздів метрополітену в умовах надзвичайних ситуацій є одним із ключових завдань системи управління міським рейковим транспортом. Під час виникнення пожеж, підтоплень, технічних відмов або зупинки електропоїзда на перегоні відбувається різке порушення інтервальності руху та інтенсивне накопичення пасажирів на платформах, що ускладнює відновлення графіка руху електропоїздів і підвищує рівень ризику. З метою забезпечення безпеки руху електропоїздів і пасажирів та удосконалення організації руху пропонується впровадження в режимі реального часу, з урахуванням місця виникнення події, фактичного розташування електропоїздів, рівня завантаженості станцій та технічного стану інфраструктури, передбачається можливість оперативного запровадження укорочених маршрутів, зонного поділу лінії на ізольовані ділянки та гнучкого регулювання інтервалів руху з пріоритетом розвантаження критичних вузлів. Додатково доцільним є застосування превентивного режиму регулювання, за якого, при досягненні граничної щільності пасажиропотоку, автоматично обмежується доступ на платформу та коригується схема обороту поїздів. Запропонований підхід дозволить скоротити тривалість відновлення нормативного графіка, мінімізувати скупчення пасажирів і підвищити стійкість роботи метрополітену в умовах надзвичайних ситуацій.

УДК 656.02

Оптимізація залізничних перевезень зернових вантажів в умовах воєнного стану та трансформації експортної логістики

аспірант Зубарев С.О., доц. Щербина Р.С.

Повномасштабне вторгнення російської федерації у лютому 2022 року спричинило фундаментальні зміни в логістичній системі експорту зернових вантажів, що потребує комплексного наукового аналізу адаптаційних

механізмів та альтернативних транспортних рішень. До війни понад 95% українського зерна експортувалося через чорноморські порти морським шляхом. Блокування портів призвело до критичної кризи експорту, що створило загрозу для української економіки та глобальної продовольчої безпеки. Залізничний транспорт зазнав кардинальної трансформації функціональної ролі: у 2024 році загальні обсяги перевезення зерна збільшилися на 38% порівняно з попереднім роком, досягнувши абсолютного рекорду за роки незалежності. В експортному сполученні було транспортовано 84,67 мільйона тон вантажів, що на 51,2% більше порівняно з 2023 роком.

Критичною проблемою залізничної логістики експорту залишається необхідність перевантаження вантажів на західному кордоні через зміну ширини залізничної колії з 1520 міліметрів на європейський стандарт 1435 міліметрів. Навантаження зернових здійснюється на понад 500 станціях із сукупним потенціалом близько 19 тисяч вагонів на добу, проте аналіз інтенсивності використання виявляє значну нерівномірність: 82% станцій завантажують менше 10 вагонів на добу, а 47% станцій характеризуються навантаженням менше 1 вагона на добу. Лише 29 станцій здійснюють навантаження протягом більше половини року, що свідчить про високий рівень сезонності та нерівномірність розподілу вантажопотоків.

Комплексний аналіз функціонування системи залізничних перевезень зернових демонструє критичні ризики: дефіцит вагонів-зерновозів, систематичне перевищення нормативних термінів доставки, високий ступінь зношеності вагонного парку та недосконала система оперативного управління. Стратегічним напрямом розвитку є поступове нарощування власного парку спеціалізованих вагонів-зерновозів операторськими компаніями. Ефективним механізмом підвищення продуктивності є маршрутизація перевезень з організацією руху маршрутних поїздів за розкладом, що дозволяє скоротити час обороту вагонів та забезпечити стабільне обслуговування відправників.

Висновки. Трансформація логістичної системи експорту зернових вантажів України в умовах воєнного стану вимагає комплексного підходу до модернізації залізничних перевезень, включаючи оновлення вагонного парку, оптимізацію використання навантажувальної інфраструктури та впровадження сучасних технологій управління вантажопотоками, що є критично важливим для збереження конкурентних позицій України на світовому ринку зерна.

УДК 656.2:656.615

Роль залізничного транспорту у формуванні ефективної взаємодії морських портів і логістичних систем

проф. Кириченко Г.І., аспірант Кондрат М.С.

У сучасних транспортно-логістичних системах залізничний транспорт є одним із ключових чинників ефективного функціонування морських торговельних портів. Саме залізниця забезпечує масовість і безперервність вантажних потоків, стабільність перевезень, можливість транспортування значних обсягів вантажів на великі відстані та інтеграцію портів із внутрішніми промисловими районами й міжнародними транспортними коридорами. На відміну від

автомобільного транспорту, залізничні перевезення характеризуються вищою пропускною спроможністю та меншим екологічним навантаженням, що набуває особливої актуальності в умовах зростання обсягів зовнішньої торгівлі та вимог до сталого розвитку. Порівняльний аналіз ролі залізничного транспорту в організації роботи українського порту Чорноморськ та двох провідних портів Європейського Союзу – Гамбург і Роттердам показав, що характерною є тенденція до посилення ролі залізничного транспорту як основи формування стабільних вантажних потоків. Водночас відмінності полягають у масштабах використання залізниці, рівні розвитку інфраструктури та ступені цифровізації управління перевізними процесами. Важливим інструментом координації роботи порту та залізничної станції є єдиний технологічний процес, який регламентує послідовність і тривалість вантажних операцій. Використання узгоджених графіків руху поїздів дозволяє синхронізувати роботу транспортних і виробничих підсистем, зменшити простої рухомого складу та суден. Подальша цифровізація цих процесів створює передумови для підвищення ефективності портової логістики та інтеграції українських морських портів у європейські мультимодальні транспортні мережі.

УДК 656.025.4

Удосконалення організації мультимодальних пасажирських перевезень в транспортному вузлі

Костюшко В.П. (Радник з виробничої діяльності ПАТ «Київ-Дніпровський міжгалузеве підприємство промислового залізничного транспорту» Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України)

Сучасний етап розвитку транспортної системи України характеризується необхідністю не лише відновлення зруйнованої інфраструктури, але й її структурної модернізації відповідно до європейських стандартів мобільності, безпеки та сталого розвитку. В умовах воєнних викликів, зміни напрямів міграційних потоків населення та трансформації економічної активності особливої актуальності набуває формування ефективної системи мультимодальних пасажирських перевезень як основи інтегрованої транспортної політики держави. Традиційна модель функціонування пасажирського транспорту в Україні історично характеризувалася слабкою координацією видів транспорту та недостатнім рівнем цифровізації процесів. Відновлення транспортної інфраструктури повинно передбачати не механічне відтворення існуючих схем, а впровадження нової організаційно-технологічної моделі, заснованої на принципах інтеграції, адаптивності та інтелектуалізації. Відновлення інфраструктури повинно супроводжуватися створенням сучасних мультимодальних транспортних хабів, що забезпечують мінімізацію часу пересадки, зручну навігацію, безбар’єрність та інтегровану тарифну систему. В умовах зміни просторової структури розселення населення актуальним є перегляд маршрутних мереж із урахуванням нових центрів тяжіння пасажиропотоків. Це потребує застосування методів транспортного моделювання та прогнозування попиту на перевезення.

Цифрова трансформація є невід'ємною складовою процесу розбудови транспортної інфраструктури. Впровадження автоматизованих систем збору та аналізу даних про перевезення, електронного квитка, систем моніторингу рухомого складу та диспетчеризації в режимі реального часу дозволяє перейти до адаптивного управління пасажиропотоками. Такий підхід забезпечує підвищення ефективності використання рухомого складу, зменшення експлуатаційних витрат та оптимізацію інтервалів руху.

Перспективним напрямом є інтеграція національної транспортної системи до європейського простору мобільності, що передбачає гармонізацію стандартів організації перевезень, розвиток швидкісного рейкового сполучення та створення умов для безперешкодного мультимодального переміщення пасажирів. У цьому контексті важливо забезпечити узгодженість міських, регіональних та міжміських перевезень, формуючи єдину логістичну модель транспортного обслуговування.

Окремої уваги потребує забезпечення стійкості транспортної інфраструктури до кризових впливів. Проєктування нових об'єктів повинно здійснюватися з урахуванням підвищених вимог до безпеки, енергоефективності та можливості швидкого відновлення функціонування у разі пошкоджень. Мультимодальна модель перевезень дозволяє перерозподіляти пасажиропотоки між видами транспорту, підвищуючи гнучкість системи в цілому.

Таким чином, перспективи відновлення та розбудови транспортної інфраструктури України безпосередньо пов'язані з переходом до інтегрованої мультимодальної моделі пасажирських перевезень. Метрополітен як системоутворюючий елемент міської мобільності повинен стати основою формування сучасних транспортно-пересадочних вузлів та цифрово-керованих логістичних рішень. Комплексне поєднання інфраструктурної модернізації, організаційних перетворень і впровадження інтелектуальних систем управління створить передумови для формування стійкої, безпечної та конкурентоспроможної транспортної системи України.

УДК 656.073

Розробка цифрового двійника перевізного процесу залізничного транспорту для підвищення ефективності управління рухом поїздів

магістрант Клеймьонов І.С., доц. Юрченко О.Г.

Визначено основні фактори формування цифрового двійника (Digital Twin) перевізного процесу як динамічної імітаційно-аналітичної моделі. Модель Digital Twin відтворює параметри поїзної роботи на рівні диспетчерських дільниць та вузлових станцій з урахуванням технологічних обмежень самої інфраструктури. Запропонована модель базується на визначені мережі у вигляді орієнтованого графа з обмеженнями пропускної та переробної спроможностей, стохастичними параметрами міжпоїзних інтервалів і тривалостей операцій. Сформульовано цільову функцію мінімізації сумарних експлуатаційних втрат, представлених показником затримок поїздів, простою вагонів, нерівномірності використання інфраструктурних елементів та людських чинників.

Модель буде передбачати узгодження планового графіка руху поїздів з фактичними параметрами руху із оптимізацією пропуску поїздів на конфліктних елементах мережі: (одноколійні дільниці, пропуск поїздів при «вікнах», пропуск поїздів із застосуванням усіх можливостей інфраструктури – наприклад двостороннє автоблокування). Похибка результатів моделювання відносно фактичних експлуатаційних даних, за прогнозом – не перевищує допустимих значень, що підтверджуватиме адекватність сформованого цифрового двійника реальним умовам функціонування.

Результатом розрахунків буде зниження сумарних затримок поїздів та підвищення стабільності графіка руху за рахунок раціонального розподілу поїздопотоків та мінімізації кризових ситуацій на окремих елементах мережі. Інтеграція цифрового двійника в розрізі оперативного управління дозволятиме перейти від хаотичного регулювання до прогнозно-адаптивної моделі прийняття рішень із підвищенням обґрунтування управлінських рішень. Отримані положення формуватимуть теоретичне підґрунтя для подальшого масштабування інтелектуальних систем управління перевізним процесом безпосередньо на мережевому рівні.

УДК 656.2:656.078

Науково-технічні основи адаптації залізничної колії України до технічних стандартів Транс'європейської транспортної мережі (TEN-T)

проф. Лаврухін О.В., аспірант Дорошенко А.М.

Інтеграція залізничної інфраструктури України до європейського транспортного простору передбачає приведення параметрів функціонування залізничної системи у відповідність до технічних стандартів транс'європейської транспортної мережі. Особливого значення набувають науково-технічні аспекти адаптації, пов'язані з технологічними процесами експлуатації, управління рухом, сумісністю рухомого складу та цифровізацією інфраструктури.

Одним із ключових напрямів адаптації є забезпечення технічної інтероперабельності залізничної системи. Це передбачає гармонізацію параметрів взаємодії рухомого складу та інфраструктури, впровадження сучасних систем сигналізації, автоматизованого керування рухом поїздів і стандартизованих технологій моніторингу технічного стану колії та обладнання. Важливим аспектом є використання цифрових платформ управління перевізним процесом, що забезпечують підвищення пропускної спроможності, безпеки руху та ефективності експлуатації.

Суттєву роль відіграє впровадження інтелектуальних систем діагностики та контролю технічного стану інфраструктури, що базуються на методах безперервного моніторингу та аналізу експлуатаційних параметрів. Застосування інформаційно-комунікаційних технологій дозволяє оптимізувати процеси технічного обслуговування, прогнозувати зношування елементів інфраструктури та підвищувати надійність функціонування залізничної мережі.

Таким чином, адаптація залізничної колії України до технічних стандартів транс'європейської транспортної мережі базується на комплексному впровадженні сучасних технологій управління, цифровізації інфраструктури,

автоматизації контролю технічного стану та забезпеченні інтероперабельності систем. Реалізація зазначених напрямів сприятиме підвищенню ефективності функціонування залізничного транспорту України та його інтеграції до європейської транспортної системи.

УДК 725.31:656.2.078

Аналіз сучасних принципів модернізації та реконструкції залізничних вокзальних комплексів

асист. Ляшук Р.А.

Залізничні вокзальні комплекси є ключовими елементами транспортної інфраструктури та міського середовища, що забезпечують взаємодію різних видів транспорту і обслуговування пасажиропотоків. Значна частина вокзалів України збудована у XIX–XX ст. і часто не відповідає сучасним вимогам комфорту, доступності, безпеки та енергоефективності, що зумовлює необхідність їх модернізації та реконструкції. Аналіз світового та вітчизняного досвіду показує, що модернізація вокзальних комплексів здійснюється з урахуванням принципу мультимодальності, який передбачає інтеграцію залізничного транспорту з міським, приміським, метрополітеном, велосипедним і пішохідним рухом. Вокзал розглядається як транспортно-пересадковий вузол, де мінімізуються відстані пересадки та забезпечується безперервність пасажирських потоків. Важливим сучасним принципом є функціональна гнучкість і багатофункціональність вокзальних комплексів. Окрім транспортних функцій, вони включають торговельно-сервісні, громадські, культурні та ділові простори, що формують вокзал як міський громадський центр. Реконструкція передбачає раціональне зонування пасажирських потоків (прибуття, відправлення, транзит), створення гнучких трансформованих просторів, здатних адаптуватися до змін пасажиропотоків. Принцип безбар'єрності та універсального дизайну є обов'язковою умовою модернізації сучасних вокзалів. Він передбачає створення доступного середовища для маломобільних груп населення: ліфти, пандуси, тактильні смуги, інклюзивні санітарні вузли, зрозумілу навігацію та інформаційні системи. Суттєвим напрямом реконструкції є цифровізація та впровадження інтелектуальних транспортних систем. Сучасні вокзали оснащуються електронними табло, автоматизованими системами продажу квитків, системами відеоспостереження, керування пасажиропотоками та енергоспоживанням. Концепція «розумного вокзалу» передбачає інтеграцію інформаційних сервісів, мобільних додатків і безконтактних технологій. Енергоефективність та екологічність також належать до ключових принципів модернізації. Реконструкція включає використання енергоощадних та екологічних матеріалів, природного освітлення, відновлюваних джерел енергії та систем дощової води, що зменшує експлуатаційні витрати та екологічний вплив вокзальних комплексів. Значна увага приділяється збереженню історико-архітектурної спадщини вокзалів. Реконструкція здійснюється за принципом поєднання архітектурної автентичності з сучасними функціональними рішеннями, що забезпечує культурну цінність і туристичну привабливість вокзалу.

УДК 656.078:656.2

Визначення стратегічних пріоритетів модернізації залізничної інфраструктури

асист. Ляшук Р.А.

Залізнична інфраструктура є базовою складовою транспортної системи держави та критичним елементом економічної безпеки. В умовах зростання обсягів перевезень, зміни логістичних потоків і необхідності інтеграції у європейський транспортний простір модернізація залізниць стає стратегічним пріоритетом розвитку галузі. Для України особливого значення набуває гармонізація технічних стандартів із вимогами ЄС і розвиток міжнародних транспортних коридорів. Визначено ключові стратегічні пріоритети модернізації залізничної інфраструктури, до яких належать: оновлення та підвищення пропускної спроможності колійної мережі (передбачає реконструкцію та електрифікацію залізничних ліній, підсилення земляного полотна, модернізацію мостів, тунелів і переїздів, що забезпечить підвищення швидкості руху поїздів, зростання пропускної та провізної спроможності мережі); цифровізація та автоматизація управління перевезеннями (впровадження сучасних систем диспетчерського контролю, мікропроцесорної централізації, автоматизованих систем керування рухом поїздів, технологій штучного інтелекту та Big Data сприяє оптимізації графіків руху і зниженню експлуатаційних витрат); модернізація вокзальних і станційних комплексів (оновлення пасажирської інфраструктури з урахуванням принципів мультимодальності, безбар'єрності, енергоефективності та комерціалізації простору, трансформація вокзалів у транспортно-пересадочні вузли з інтеграцією різних видів транспорту); розвиток інтермодальних і логістичних терміналів (створення сучасних вантажних хабів, контейнерних терміналів, сухих портів і логістичних центрів, що забезпечує ефективну взаємодію різних видів транспорту, підвищує конкурентоспроможність перевезень); інтеграція до європейської транспортної мережі (розвиток міжнародних транспортних коридорів, модернізацію прикордонних переходів, створення інтероперабельних систем сигналізації та управління рухом, а також розвиток колії європейського стандарту); підвищення енергоефективності та екологічності інфраструктури (модернізація систем електропостачання, використання енергоощадних технологій, розвиток електрифікованих ліній і зменшення викидів сприяють сталому розвитку залізничного транспорту).

УДК 656.073:658.78

Напрями вдосконалення технологій роботи логістичних центрів в сучасних умовах

асист. Ляшук Р.А.

Сучасні логістичні центри є ключовими вузлами транспортно-логістичних систем, що забезпечують інтеграцію транспортних, складських та інформаційних процесів у ланцюгах постачання. В умовах зростання обсягів перевезень, розвитку електронної комерції та підвищення вимог до швидкості доставки актуальним стає удосконалення технологій їх роботи. Однією з провідних тенденцій є цифровізація логістичних процесів. Використання систем управління

складом (WMS), транспортом (TMS), автоматизованих систем ідентифікації (RFID, штрихкодування) забезпечує прозорість матеріальних потоків, підвищує точність обліку та скорочує час обробки вантажів. Впровадження концепції «розумного складу» передбачає застосування роботизованих комплексів, автоматичних сортувальних систем, безпілотного транспорту та технологій Інтернету речей. Важливим напрямом є розвиток інтермодальних технологій роботи логістичних центрів, що забезпечують ефективну взаємодію різних видів транспорту. Формування сухих портів, контейнерних терміналів і мультимодальних хабів дозволяє оптимізувати транспортні потоки, скоротити витрати та зменшити навантаження на міську інфраструктуру. Особливого значення набуває інтеграція логістичних центрів у міжнародні транспортні коридори. У сучасних умовах значну роль відіграє автоматизація складських технологій. Використання висотних автоматизованих складів, конвеєрних і сортувальних систем, автоматичних стелажних кранів, технологій pick-by-light та voice-picking дозволяє підвищити продуктивність обробки вантажів і знизити вплив людського фактору. Окремим напрямом удосконалення є екологізація та енергоефективність логістичних центрів. Застосування енергоощадних будівельних рішень, альтернативних джерел енергії, електротранспорту та оптимізації логістичних маршрутів сприяє зменшенню вуглецевого сліду.

УДК 656.615:656.2

Перспективи розвитку “сухих портів” та їх взаємодія із залізницею

асист. Ляшук Р.А.

Сучасний розвиток міжнародної торгівлі, зростання контейнеризації перевезень та зміна логістичних маршрутів зумовлюють необхідність формування ефективної мережі внутрішніх інтермодальних терміналів. Одним із ключових елементів такої інфраструктури є «сухі порти» — внутрішні логістичні хаби, пов’язані з морськими портами або міжнародними транспортними коридорами переважно залізничним сполученням. Розглянуто роль «сухих портів» як елементів транспортно-логістичної інфраструктури, проаналізовано їх взаємодію із залізничним транспортом та визначено перспективи розвитку в умовах трансформації міжнародних логістичних ланцюгів і євроінтеграції України. «Сухий порт» виконує функції приймання, накопичення, зберігання, митного оформлення та перерозподілу вантажів, що дозволяє розвантажити припортову інфраструктуру та оптимізувати логістичні процеси. Основою ефективності його роботи є тісна інтеграція із залізничним транспортом, який забезпечує масові, регулярні та економічно доцільні перевезення контейнерів на значні відстані. Взаємодія «сухого порту» із залізницею передбачає: організацію маршрутних контейнерних поїздів; концентрацію та консолідацію вантажопотоків; скорочення простоїв у морських портах; зниження логістичних витрат; підвищення надійності доставки вантажів. Для України розвиток «сухих портів» є стратегічно важливим у зв’язку з переорієнтацією експортно-імпортних потоків на західні кордони та інтеграцією до європейської транспортної системи. Перспективним є створення таких об’єктів поблизу прикордонних переходів і великих промислових центрів з метою формування логістичних кластерів та забезпечення безперервності мультимодальних перевезень.

УДК 652.2

Розвиток мультимодальних пасажирських перевезень у транспортно-пересадочних вузлах

проф. Мироненко В.К., доц. Грушевська Т.М., студ. Литвиненко В.Б.

Ефективний розвиток транспортно-пересадочних вузлів потребує впровадження інтегрованої моделі мультимодальних перевезень. Така модель має базуватися на координації розкладів руху різних видів транспорту та створенні єдиної інформаційної платформи з доступом до актуальних маршрутів і пересадок. Важливим є запровадження спільної квиткової системи та безконтактної оплати проїзду, а необхідною умовою є синхронізація руху із застосуванням цифрових диспетчерських технологій, а також використання алгоритмів штучного інтелекту для прогнозування пасажиропотоків і оптимізації маршрутів. Окремої уваги потребує формування єдиної нормативно-правової бази для регулювання мультимодальних перевезень і визначення відповідальності перевізників. Водночас необхідно створити механізми партнерської взаємодії між транспортними операторами та органами управління з метою підвищення якості сервісу, конкурентоспроможності транспортної системи та забезпечення перевезень «від дверей до дверей». Мультимодальні пасажирські перевезення формують нову якість транспортного обслуговування та трансформують традиційний підхід до організації подорожей. У доповіді розглядатимуться питання інтеграції різних видів транспорту в єдину логістичну систему, що забезпечує безперервне переміщення пасажира. Такий підхід спрямований на підвищення зручності пересування, скорочення часу в дорозі та зменшення витрат. Реалізація мультимодальної моделі сприяє підвищенню рівня безпеки, екологічності та ефективності перевезень, а також створює позитивний користувацький досвід, який стимулює повторне використання транспортних послуг.

УДК 656. 338.47

Логістичні перспективи розвитку доставки дрібнопартійних вантажів у міжнародному сполученні між Україною та Польщею

проф. Мироненко В.К., аспірант Гурінчук А. П.

Прогнозування транспортного попиту на середньо та довгострокову перспективу повинне спиратися на існуючі тенденції розвитку відповідного сегменту ринку та проводитися з урахуванням стану економіки в цілому. Ринок міжнародних вантажних перевезень вважається важливим індикатором стану економіки будь-якої країни. Стабільна і ефективна робота транспортного комплексу є найважливішою умовою життєзабезпечення багатогалузевої економіки та реалізації основних напрямків становлення країни. Війна в Україні змінила умови та способи доставки до Європи. Перевізники та логістичні оператори змістили перевезення ближче до західного кордону України. Україна має залізничне сполучення практично з усіма державами – сусідами, а через них і з іншими країнами Азії та Європи. Крім того наша країна завдяки своєму вдалому розташуванню є транзитною державою для досить великого обсягу вантажоперевезень. Вантажні перевезення між Україною та Польщею – це один

із найважливіших елементів логістики для бізнесу, який активно розвивається завдяки географічній близькості та стабільним торговим зв'язкам. Польща та Україна – дружні держави, об'єднані багаторічними економічними зв'язками. Завдяки спільним кордонам вантажоперевезення між Україною та Польщею є однією з найбільш затребуваних послуг серед підприємців. Сьогодні економічні та торговельні відносини між Україною і Польщі є досить міцними, тому безліч компаній потребують оперативної доставки різних видів вантажів, зокрема, дрібнопартійних (парцельних), між країнами. Ситуацію із вантажними перевезеннями між Україною та Польщею певний час можна було охарактеризувати як напружену, однак, попри всі складнощі, країна вже багато років поспіль залишається одним із головних економічних партнерів України. З 2022 року на українсько-польському кордоні почала працювати електронна черга для автомобільних перевізників. Крім того, стартувала робота над збільшенням пропускної спроможності низки пунктів пропуску, яка має позитивно вплинути на швидкість перетину кордону. Окрім автоперевезень, розвиваються також залізничні маршрути доставки. Наприклад, українські залізниці запустили послугу з контейнерних перевезень поїздами інтермодального маршруту до морського порту Гданськ у Польщі з чотирьох українських міст: Києва, Одеси, Дніпра та Вінниці. Через Польщу пролягає низка маршрутів, які сполучають Україну з іншими країнами Європи. Залізницею, зокрема, зручно доставляти вантажі до морських портів Польщі на Балтійському морі. Залізничні перевезення вважаються одними з найбільш актуальних видів перевезень, тому що забезпечують клієнту надійність та безпеку доставки вантажу. Міжнародні перевезення вантажів завжди були недешевими, але, завдяки залізничному транспорту, міжнародні перевезення можна зробити набагато привабливішими для клієнтів.

УДК 656.073

Транспортно-технологічне забезпечення холодних ланцюгів експорту швидкопсувної продукції

аспірант Миронюк І.І.

Після 2022 року зовнішньоторговельна логістика України зазнала суттєвих змін внаслідок обмеження морських перевезень та переорієнтації вантажопотоків на сухопутні коридори і порти країн ЄС. Для швидкопсувної та температурно-чутливої продукції (м'ясо і м'ясопродукти, молочні вироби, риба, ягоди, свіжі овочі та фрукти, заморожені товари) така трансформація означала зміну не лише маршрутів, а й профілю логістичних ризиків. Визначальним чинником збереження якості продукції стала не довжина маршруту, а варіативність транзитного часу та зростання частки простоїв у загальному циклі доставки, зокрема на прикордонних переходах, де затримки можуть сягати до 7 діб.

В дослідженні узагальнено результати порівняльного аналізу двох транспортно-технологічних конфігурацій експорту швидкопсувних вантажів: моделі виключно автомобільного рефрижераторного перевезення («road-only») та комбінованої моделі з використанням залізничного транспорту на магістральному плечі і автомобільного – на етапах first/last mile («rail-road»).

Ключову увагу приділено ідентифікації критичних точок холодного ланцюга – пунктів пропуску, інтермодальних терміналів, стиків видів транспорту – та оцінці керованості температурного режиму в умовах тривалих затримок.
Показано, що автомобільний рефрижераторний транспорт зберігає високу гнучкість і залишається незамінним для підвезення та розвезення вантажів. Водночас на довгих міжнародних маршрутах його ефективність істотно знижується через регламентовані обмеження режимів праці водіїв, зростання енергетичних витрат на підтримання холоду під час простоїв, а також підвищені ризики температурних відхилень і екологічні навантаження, пов’язані з роботою автономних холодильних установок у режимі очікування.
Обґрунтовано доцільність застосування рефрижераторних контейнерів як стандартизованої вантажної одиниці для інтермодальних схем перевезень. Контейнеризація дозволяє мінімізувати маніпуляції з продукцією на стиках, перенести критичні операції у контрольоване термінальне середовище з можливістю мережевого електроживлення, забезпечити відтворюваність температурного режиму та зменшити залежність холодного ланцюга від випадкових дорожніх затримок. Залізничне магістральне плече забезпечує вищу передбачуваність графіків і нижчу вуглецеву інтенсивність порівняно з автомобільними перевезеннями.
Встановлено, що комбінована модель rail-road з використанням рефрижераторних контейнерів є більш стійкою до логістичних збоїв в кризових ситуаціях, зокрема, умовах воєнного стану і дозволяє знизити ризики експорту швидкопсувної продукції.

УДК 656.2:004.9

Вплив штучного інтелекту та аналізу даних на ефективність управління потоками на залізничному транспорті

аспірант Почепецький А.І.

В умовах швидкої трансформації транспорту роль штучного інтелекту та сучасного аналізу даних є визначальною, особливо для залізничного транспорту. Штучний інтелект та аналіз даних трансформують залізничний транспорт, забезпечуючи нові підходи до прогнозного технічного обслуговування, моніторингу, планування маршрутів та безпеки. Завдяки алгоритмам машинного навчання залізничні оператори можуть прогнозувати потенційні несправності та збої в компонентах поїздів до їх виникнення, що дозволяє заздалегідь планувати технічне обслуговування, мінімізувати час простою та підвищувати надійність залізничних послуг. Датчики та пристрої моніторингу на поїздах збирають великі обсяги даних про роботу двигунів та стан компонентів, які в реальному часі аналізуються алгоритмами штучного інтелекту для оптимізації маршруту, контролю швидкості та коригування розкладів руху у випадку непередбачених обставин, що робить залізничну мережу більш гнучкою та адаптивною. Динамічне планування та оптимізація маршрутів на основі аналізу даних та алгоритмів штучного інтелекту дозволяють враховувати погодні умови, доступність колій та рівень завантаженості, що сприяє зменшенню затримок, підвищенню пунктуальності та збільшенню пропускної спроможності

залізничної лінії. Безпека залізничного транспорту, також, посилюється завдяки штучному інтелекту: сенсорні технології забезпечують автоматизоване виявлення потенційних небезпек, контроль стану колій та прогнозування можливих зіткнень, що знижує ризик аварій. Прийняття рішень на основі аналізу великих даних дозволяє оцінювати поведінку пасажирів, моделі попиту та ефективність операцій, що підвищує якість послуг, оптимізує розподіл ресурсів та створює більш клієнтоорієнтований досвід залізничних перевезень. Впровадження штучного інтелекту в залізничний транспорт забезпечує інтеграцію сучасних цифрових технологій у управління пасажиропотоками та розвиток інтелектуальних транспортних систем.

УДК 656.23

Використання систем автоматизованого проєктування у підготовці фахівців з транспортної інфраструктури

доц. Рудюк М.В.

Сучасна підготовка фахівців транспортної галузі потребує формування практичних навичок роботи з інструментами автоматизованого проєктування, що широко застосовуються у виробничій діяльності. Це зумовлює необхідність впровадження систем автоматизованого проєктування (САПР) у викладання дисципліни «Проєктування інфраструктури транспортних систем».

В сучасних умовах проєктування об’єктів транспортної інфраструктури вимагає високої точності розрахунків, оптимізації конструктивних параметрів, скорочення термінів розроблення документації та підвищення якості проєктних рішень. Традиційні «ручні» методи креслення є трудомісткими, потребують значних витрат часу на підготовку вихідних даних і не забезпечують достатньої гнучкості при внесенні змін до проєкту. Використання комп’ютерних програм частково вирішує ці проблеми, проте лише повноцінні системи автоматизованого проєктування дозволяють комплексно інтегрувати графічні, аналітичні та економічні аспекти проєктної діяльності.

Системи САПР забезпечують прискорення виконання креслень, підвищення їх точності та якості, можливість багаторазового використання типових елементів, автоматизацію розрахунків і спрощення аналізу варіантів проєктних рішень. Це особливо важливо при проєктуванні транспортних вузлів, колійного розвитку, стрілочних переводів, інженерних споруд та інших елементів інфраструктури, де точність і відповідність нормативним вимогам мають критичне значення.

Однією з найбільш поширених систем автоматизованого проєктування є AutoCAD, що широко застосовується у будівництві, машинобудуванні та транспортній галузі. Використання освітніх версій програмного забезпечення дозволяє інтегрувати сучасні цифрові інструменти у навчальний процес без додаткових фінансових витрат, забезпечуючи студентам доступ до професійного програмного середовища.

Дисципліна «Проєктування інфраструктури транспортних систем» є професійно орієнтованою та передбачає формування у студентів знань з основ проєктування, планування розвитку інфраструктурних об’єктів, техніко-економічного обґрунтування рішень і поетапної реалізації проєктів. Впровадження САПР у

межах цієї дисципліни сприятиме підвищенню якості підготовки фахівців, розвитку просторового мислення, формуванню практичних компетентностей і наближенню освітнього процесу до реальних умов професійної діяльності.
Використання систем автоматизованого проєктування і креслення є необхідною умовою модернізації навчального процесу та підвищення конкурентоспроможності випускників транспортних спеціальностей на сучасному ринку праці.

УДК 656.025:004.8

Підвищення ефективності мультимодальних перевезень на основі автоматизованого управління

доц. Сорочинська О.Л., аспірант Бовкун О.В.

У процесі організації мультимодальних перевезень у межах єдиного транспортно-логістичного ланцюга відбуваються складні взаємопов’язані процеси планування, координації, перерозподілу ресурсів та контролю виконання операцій між різними видами транспорту. При цьому в системі мультимодальних перевезень постійно змінюються інтенсивність вантажопотоків, часові параметри доставки, завантаженість транспортної та перевантажувальної інфраструктури, а також умови взаємодії учасників перевізного процесу. Динамічний характер цих змін зумовлює зростання складності управління та підвищує вимоги до оперативності й обґрунтованості прийняття управлінських рішень. Для цілеспрямованого підвищення ефективності мультимодальних перевезень необхідно забезпечити автоматизоване управління процесами формування транспортних маршрутів, вибору комбінацій видів транспорту та синхронізації перевантажувальних операцій з урахуванням часових, вартісних і ресурсних обмежень. У ході функціонування мультимодальної транспортної системи відбувається безперервний обмін інформаційними потоками між перевізниками, терміналами, операторами інфраструктури та замовниками, що призводить до зміни параметрів управління та потребує їх оперативного коригування. Під час автоматизованого управління мультимодальними перевезеннями в інформаційній системі формується концентрований потік даних щодо стану вантажів, транспортних засобів, інфраструктури та виконання логістичних операцій. Оброблення цих даних у режимі реального часу дозволяє здійснювати оцінку поточного стану транспортного ланцюга, прогнозувати можливі відхилення від планових показників та своєчасно формувати керуючі впливи. У результаті реалізації автоматизованих алгоритмів оптимізації відбувається адаптація маршрутів і графіків перевезень до змінних умов функціонування транспортної системи. За рахунок застосування автоматизованих моделей управління забезпечується мінімізація сумарних витрат на перевезення, скорочення часу доставки та зниження рівня ризиків, пов’язаних із затримками й неузгодженістю операцій. При цьому формується узгоджений стан мультимодального транспортного ланцюга, що характеризується підвищеною надійністю, стійкістю та ефективністю функціонування. Отримані залежності між параметрами управління, інформаційними потоками та результативними показниками перевезень створюють основу для розроблення сучасних автоматизованих технологій організації мультимодальних перевезень.

УДК 656.2:338.439.4

Еволюція ролі залізниць України в експорті зерна в умовах війни

проф. Стрелко О.Г., аспірант Карнасюк І.М.

Повномасштабна війна призвела до радикальної трансформації експортної логістики зернових в Україні. У період блокування чорноморських портів основне навантаження було переорієнтовано на сухопутні маршрути, де залізниця разом з автотранспортом і дунайським напрямком виконувала функцію екстреного експорту. На рівні ЄС це було закріплено запуском Solidarity Lanes у травні 2022 року. Водночас у 2024-2025 роках логістична модель знову змінилася: морські перевезення стали економічно домінуючими, а роль сухопутних маршрутів різко зменшилася. За даними USDA, частка морського транспорту в експорті основних зернових культур зросла з 69% у 2022 році до 80% у 2023-му і досягла 92% у 2024 році, тоді як частка залізниці скоротилася з 24% до менш ніж 10% у 2024-2025 роках. Аналіз динаміки 2022-2025 років свідчить про структурний характер цих змін. Якщо на початковому етапі війни залізниця була ключовим каналом компенсації втрати морського експорту, то у 2025 році її функція зазнала принципового переосмислення внаслідок стабілізації Українського морського коридору та відновлення ролі портів Великої Одеси. Це підтверджується і статистикою АТ «Укрзалізниця»: у 2025 році обсяги залізничних перевезень зерна скоротилися приблизно на 27-28% порівняно з 2024 роком, що відображає зміну економічної логіки використання залізниці. У 2025 році залізничний транспорт остаточно трансформувався з самостійного експортного каналу в портово-інтегрований елемент мультимодальної логістики, орієнтований на підвіз вантажів до морських портів і підтримання стійкості ланцюгів постачання. Це обґрунтовує виокремлення 2025 року як нової фази розвитку зернової логістики, у межах якої пріоритетом стає не відновлення довоєнних обсягів залізничного експорту, а підвищення ефективності взаємодії залізниці з морським транспортом як основи економічної та експортної стійкості України в умовах тривалої війни.

УДК 658.7:504.06:656

Зелена логістика як інструмент екологізації транспортних систем

студент Трачук С.М., доц. Бердниченко Ю.А.

Визначено, що транспортний сектор є одним із провідних джерел викидів CO2, при цьому автомобільний транспорт формує близько 72-75% викидів у межах галузі, авіаційний – 10-12%, морський – 10-11%, а залізничний – 1-3%. Аналіз показників викидів CO2 на одиницю перевезення свідчить, що авіаційний транспорт характеризується найвищим рівнем екологічного навантаження – 300-500 г CO2 на тонно-кілометр. Водночас електрифікований залізничний транспорт демонструє один із найнижчих показників – 20-30 г CO2 на тонно-кілометр. Попри менші питомі значення, саме автомобільний транспорт забезпечує найбільший сумарний обсяг викидів через масштабність використання.

Визначено ключові напрямки зеленої логістики, що передбачають оптимізацію маршрутів перевезення, модернізацію рухомого складу, зменшення обсягів

відходів, перехід на альтернативні види пального і переробку пакування. Для подолання недоліків існуючої транспортної системи запропоновано стимулювання переходу на низьковуглецеві технології. Важливим інструментом підвищення екологічної ефективності транспортних систем є цифровізація логістичних процесів. Використання систем моніторингу, аналітики даних та GPS-контролю сприяє зменшенню холостих пробігів і скорочення часу доставки. Доведено, що впровадження зеленої логістики забезпечує зменшення викидів парникових газів, підвищення ресурсоефективності та формування конкурентоспроможної транспортної системи в умовах сталого розвитку.

УДК 656.022:339.1(091)

Історичні передумови формування логістичного потенціалу України: шлях «Із варягів у греки» як прообраз мультимодальних перевезень

студентка Шматок В.С., доц. Бердниченко Ю.А.

Україна здавна займала стратегічно вигідне географічне положення, що зумовило її роль як важливого транзитного простору між Північчю та Півднем Європи. Одним із ключових чинників формування цієї ролі в середньовічний період був торговельний шлях «Із варягів у греки», який поєднував північні землі Русі з Візантійською імперією та сприяв розвитку внутрішньої й зовнішньої торгівлі, інтегруючи українські землі в міжнародні економічні процеси.

Функціонування цього маршруту відзначалося складними природно-географічними умовами, зокрема наявністю «волоків» – ділянок сухопутного перенесення суден між річковими системами. Для забезпечення безперервності перевезень використовувалися човни-однодеревки, які транспортувалися суходолом за допомогою дерев’яних колод. Важливу роль у логістичній структурі маршруту відігравали проміжні центри, насамперед Київ, а також складні ділянки, такі як Дніпровські пороги, що вимагали високого рівня організації руху та управління ризиками.

Таким чином, шлях «Із варягів у греки» демонструє зародження базових принципів логістики ще в середньовічний період, зокрема поєднання водних і сухопутних шляхів сполучення, адаптацію транспортних рішень до географічних умов і забезпечення безперервності логістичного ланцюга. Це дозволяє розглядати його як історичний прообраз мультимодальних перевезень та підтверджує тривалу логістичну значущість України в системі міжнародних транспортно-економічних зв’язків.

УДК 656.073

Транспортно-експедиторська діяльність у системі управління ризиками холодного ланцюга поставок

асист. Юрченко Д.О.

Транспортна система України після повномасштабного вторгнення росії знаходиться в умовах підвищеної нестабільності та суттєвої перебудови географії перевезень. Основні вантажні потоки були спрямовані на сухопутні маршрути та портову інфраструктуру країн ЄС. Водночас ключовим фактором

змін стала не лише переорієнтація транспортних шляхів, а насамперед повна трансформація транспортно-експедиторської діяльності, яка перебрала на себе роль координатора взаємодії учасників та оператора холодного ланцюга поставок під час експортних перевезень, зокрема швидкопсувної продукції. Сучасні транспортно-експедиторські компанії сьогодні забезпечують не лише організацію перевезення, а повний цикл управління поставкою: від формування транспортної схеми до контролю виконання контрактних зобов'язань і підтвердження якості вантажу в пункті призначення. В умовах варіативності транзитного часу та прикордонних затримок саме експедитор відповідає за синхронізацію дій перевізників, терміналів, митних, ветеринарних і фітосанітарних служб, а також за мінімізацію ризиків порушення температурного режиму.

Ключові функції транспортно-експедиторської діяльності в холодних ланцюгах поставок включають:

– проєктування логістичної схеми та вибір оптимальної моделі перевезення;

– контрактування перевізників різних видів транспорту та координацію їх взаємодії;

– організацію моніторингу температури;

– управління простоями та енергоживленням рефрижераторного обладнання;

– документальний супровід та взаємодію з прикордонними структурами.

Перехід до комбінованих схем із використанням рефрижераторних контейнерів (ISO-reefer) посилює управлінський потенціал експедитора. Контейнеризація дозволяє стандартизувати вантажну одиницю, уніфікувати документообіг, мінімізувати кількість операцій із продукцією та забезпечити безперервний цифровий моніторинг температури. Для експедитора це означає можливість централізованого контролю ланцюга поставок, прозорого розподілу відповідальності та зменшення ймовірності претензій щодо якості товару.

Експедитор виступає системним координатором холодного ланцюга поставок, який поєднує транспортно-технологічні рішення, нормативні вимоги, контрактні механізми та цифрові інструменти управління. Саме рівень професійної організації експедиторської діяльності визначає стабільність, конкурентоспроможність та відповідність українського експорту вимогам ринку ЄС.

Підсекція залізнична колія, колійні з'єднання та їх взаємодія з рухомим складом

УДК 691.221

Вибір і дослідження придатності мілких пісків для будівництва цементобетонного покриття автодоріг

доц. Дорошенко О.Ю., студенти Войтюк С.М., Білобородов А.І.

Дефіцит пісків, що задовольняють вимогам ДСТУ, для приготування цементного бетону в окремих районах перспективного будівництва або реконструкції цементобетонних покриттів існуючих доріг, примушує вишукувати і досліджувати місцеві піски кар'єрів, що знаходяться поблизу з будівництвом. В загалі на Україні крупного або середнього природного піску майже немає, тоді як мілкій або дуже мілкий є в достатній кількості. Очевидно, що застосування мілких пісків замість привезеного крупного або середнього для приготування дорожнього цементобетонну дало б можливість зменшити вартість будівництва покриття доріг і визволити значні транспортні ресурси. В результаті проведеної роботи встановлено: застосування досліджуваного піску (відходи Іршавського ГЗК) в якості дрібного заповнювача в бетони потребує збільшення кількості води на 10% для отримання рівнорухливої суміші, що свідчить про дещо підвищену водопотребу даного піску; досліджуваний пісок за значенням модуля крупності ($М_к$ = 1,43) відноситься до дуже дрібних; в ранні строки твердіння міцність при згині зразків на досліджуваному піску дещо вища (на 7…9 %), а міцність при стиску менша на 10 – 15 %. Через 28 діб міцність при згині зменшується (на 8 %) у порівнянні з контрольним піском, а міцність при стиску майже однакова. Через 60 діб міцність при стиску і згині вища у зразків на досліджуваному піску (11 та 10 % відповідно); показники капілярного підсмоктування і водопоглинання у зразків з досліджуваним піском значно вищі за контрольні, що може вплинути на довговічність, морозостійкість, водонепроникливість цементного бетону або привести до перевитрат цементу для досягнення нормативних показників; згідно ДСТУ застосування даного піску (за модулем крупнисті) можливе тільки для бетонів класу до В 30. Крім цього, враховуючи експериментальні дані по водопоглинанню і капілярному підсмоктуванню згідно ДСТУ необхідне проведення додаткових досліджень для підтвердження можливості отримання бетонів з нормативними характеристиками; з урахуванням вищенаведеного можливе використання досліджуваного піску в якості дрібного заповнювача для цементобетону з деякою перевитратою цементу для покращання структури бетону (після перевірки його властивостей). Доцільність застосування досліджуваного піску для виготовлення цементного бетону потребує додаткового уточнення окремих складових: вартості даного піску, транспортних витрат, вартості та витрат цементу тощо.

УДК 693.547

Модифікатори дорожнього цементного бетону на основі відходів і супутніх продуктів промислових виробництв

доц. Дорошенко О.Ю., студенти Галушко І.С., Грицай Є.А.

Обсяги будівництва автомобільних доріг і аеродромів із різними видами покриттів, зокрема на основі мінеральних в'яжучих матеріалів, щороку зростають. Застосування цементного бетону в дорожньому будівництві зумовлене необхідністю дотримання комплексу технологічних і експлуатаційних вимог, серед яких: забезпечення потрібної рухливості бетонної суміші; досягнення нормативної міцності бетону у стислі терміни; гарантування заданих показників міцності та експлуатаційної надійності (довговічності, морозо-, зносо- та водостійкості). Авторами виконано експериментальні дослідження щодо встановлення впливу добавки МБ (метанова бражка) на строки тужавіння, процеси водовідділення цементного тіста, рухливість цементної суміші та міцність цементного каменю. У результаті встановлено, що раціональний вміст добавки МБ становить 0,3 % від маси цементу. Застосування домішки МБ дозволяє збільшити рухомість суміші на 40%, знизити кількість води зачинення до 12%, підвищити міцність до 40% в порівнянні з контрольними зразками. В якості прискорювачів твердіння бетону і з метою підвищення ранньої та марочної міцності, довговічності та морозостійкості цементобетонного покриття доріг запропоновані та досліджені природний солевий мінералізований розчин (бішофіт) та твердий солевмісткий відход (ТСВ) виробництва епоксидних смол. З результатів досліджень бачимо, що у зразках арматури, які були закладені в зразки – балочки з добавкою ТСВ і бішофіту, через 30 діб спостерігалось деяке збільшення корозії по відношенню до контрольних зразків. Через 180 діб було встановлено, що у зразках арматури (з добавкою ТСВ) процес корозії уповільнився, тоді, як у контрольних цей процес мав незначну тенденцію росту. Результати свідчать про те, що добавка ТСВ і бішофіту поліпшують фізичні показники разків цементного бетону, так коефіцієнт морозостійкості зростає, а водопоглинання, капілярне підсмоктування зменшуються, що дає змогу прогнозувати більшу стійкість та довговічність дорожнього цементобетону. Зменшення водопоглинання та капілярного підсмоктування, підвищення водопроникливості і морозостійкості свідчать про ущільнення структури цементного бетону. Це підтверджується результатами досліджень корозії арматури зв'язування частини хлорид – іонів з утворенням гідрохлоралюмінату кальцію, утворенням дрібнозернистої структури цементного каменю, кольматації пор і утворення структури цементного каменю з умовно – замкнутими порами меншого діаметру у порівнянні з еталоном. В результаті проведених досліджень встановлено, що застосування добавок дозволяє поліпшити міцності та експлуатаційні характеристики цементного бетону: збільшити міцність при стиску на 40 – 60%, (ранні строки твердіння), морозостійкість на 20%, зменшити водопоглинання в 2,3 рази, капілярне підсмоктування в 2,6 разів.

УДК 666.914.4.16

Вплив наповнювачів на фізико – механічні властивості пресованого гіпсового каменю

доц. Дорошенко О.Ю., студенти Головін Д.О., Мартинов О.А.

Сучасна технологія виготовлення виробів з гіпсу – одна з найпродуктивніших, з невеликими питомими витратами паливам та енергії, мінімальними трудовими затратами, які не потребують значних капітальних вкладень. Матеріали з гіпсу характеризуються високою вогнестійкістю, біостійкістю, широким діапазоном міцних характеристик, доброю звукоізоляційною здатністю, невеликою теплопровідністю, високою швидкістю тужавіння та твердіння, недефіцитністю та значним поширенням вихідної сировини. Недоліками гіпсових виробів, одержаних за технологією лиття, є відносно низькі міцність та водостійкість, висока повзучість, які обмежують галузі їх використання в будівництві. Таким чином, підвищення міцності та водостійкості гіпсового каменю, розробка методів та режимів формування сумішей з низьким водовмістом, покращення фізико – механічних властивостей за рахунок використання полімерних та гідрофобних домішок є актуальним напрямом, що дасть можливість отримати гіпсовий матеріал з високими експлуатаційними властивостями. В роботі досліджувався вплив наповнювачів на фізико – механічні властивості пресованого гіпсового каменю з низьким В/Г. Усі наповнювачі підвищують міцність при стиску і коефіцієнт розм'якшення через 4 години і 28 діб. Максимальний ефект досягається при застосуванні цеолітового порошку (кліноптеоліта), що пояснюється його властивістю інтенсифіцирувати іонообмін, а також наявність у нього ненасичених активних центрів і підвищення адгезії між кристалами двуводного гіпсу і поверхнею частинок цеоліту. Вони можуть обмінюватися іонами лужних і лужноземельних металів на інші, які присутні в розчині навколо кристалів. Бокситовий шлам, кремнеземистий пил, зола, шлак підвищують міцність пресованого гіпсового каменю за рахунок значного кристалізаційного тиску на межі розділу – твердий мінерал (наповнювач) і м'який (гіпс). В процесі формування кристалізаційних структур на основі м'якого мінералу (гіпсу) руйнуючої дії внутрішніх напружень не виникає, проходить зближення і можливо, змятість орієнтованих у просторі кристалів, їх пластична деформація, виникають і зміцнюються кристалізаційні контакти. Горіла порода (недостатньо міцна) практично не підвищує міцність пресованого гіпсового каменю. Таким чином, спосіб формування гіпсових виробів методом пресування з напівжорстких сумішей з полімерною і гідрофобною добавками разом з мінеральними наповнювачами – відходами виробництва дозволяють підвищити міцність, водостійкість, морозостійкість, мікротвердість; знизити стирання гіпсових матеріалів; вирішувати питання гіпсових в'яжучих.

УДК 625.731.2

Сучасні методи дослідження та стабілізації просадкових лесових ґрунтів із застосуванням в'яжучих матеріалів

доц. Дорошенко О.Ю., доц. Молчанов В.М., магістрант Любарський М.А.

Метою дослідження є аналіз і систематизація сучасних методів дослідження та покращення фізико-механічних властивостей слабких і просадкових ґрунтів, зокрема лесових відкладів, шляхом застосування різних видів в'яжучих матеріалів та ін'єкційних технологій закріплення, з метою підвищення надійності, несучої здатності та довговічності основ і фундаментів інженерних споруд у транспортному та цивільному будівництві. Ключовою умовою безпечного будівництва на просадкових ґрунтах є забезпечення надійності основ і фундаментів інженерних споруд шляхом цілеспрямованої модифікації будівельних властивостей слабких ґрунтів. Сучасні методи покращення характеристик лесових просадкових ґрунтів доцільно систематизувати у три базові групи: конструктивні методи; фізико-механічні методи (ущільнення); ф*ізико-хімічні методи (закріплення)*. Проведений аналіз наукових і нормативних джерел підтверджує, що деформаційна нестабільність слабких і просадкових ґрунтів є критичним викликом для транспортного й цивільного будівництва в Україні, зокрема на територіях із потужними лесовими товщами, які характеризуються високою пористістю та різким зниженням структурної міцності при зволоженні. Серед сучасних підходів до покращення властивостей ґрунтових основ, струменеве цементування та бурозмішувальні ґрунтоцементні технології зарекомендували себе як універсальні, технологічно керовані та ресурсоефективні методи, що забезпечують прогнозоване локальне зміцнення масиву без необхідності його вилучення. Ін'єкційні методи закріплення демонструють найбільш широкий діапазон застосування за коефіцієнтом фільтрації і дозволяють не лише ущільнювати поровий простір, але й формувати нові штучні структурні зв'язки між частинками ґрунту. Особливо ефективними для лесових просадкових відкладів є суспензії на основі цементу, силікатів і полімерних смол, що сприяють зменшенню просадних проявів, підвищенню несучої здатності та зниженню чутливості до змін вологості. Окрім інженерних технологій, важливе значення мають водозахисні та конструктивні заходи**,** спрямовані на запобігання замочуванню основи, підвищення просторової жорсткості споруд і пристосування конструкцій до можливих нерівномірних просідань. Отже, найбільш ефективною стратегією боротьби з осіданням і просадністю при будівництві, реконструкції та ремонтах земляного полотна залізниць та автодоріг є комплексний підхід**,** що поєднує керовані ін'єкційні технології, механізми штучного структуроутворення, водозахист і конструктивне посилення, а вибір конкретного методу має базуватись на типі ґрунту, його пористості, фільтраційних параметрах і проєктних вимогах до міцності та довговічності основи.

УДК 625.1:656.2

Розвиток мережі колії 1435 мм в Україні в умовах реалізації Національної транспортної стратегії

доц. Олійник О.А., аспірант Носулько В.В.

Повномасштабна війна суттєво трансформувала логістичну систему України. В умовах обмеження морських перевезень залізничний транспорт став основним каналом експорту до країн Європейського Союзу. Водночас різниця ширини колії 1520 мм і 1435 мм створює технологічні бар'єри, пов'язані з перевантаженням вантажів, перестановкою візків, збільшенням часу транзиту та зниженням пропускної спроможності прикордонних переходів. У 2022-2025 роках впровадження колії 1435 мм набуло практичного характеру: розпочато модернізацію прикордонної інфраструктури та реалізацію проєктів продовження євроколії до великих транспортних вузлів Західної України. Функціонування окремих ділянок стандарту 1435 мм у прикордонних регіонах свідчить про поступовий перехід від локальних вставок до формування елементів магістральної мережі. Стратегічні засади інтеграції визначені в Європейський Союз, TEN-T та Національній транспортній стратегії України до 2030 року. Документи передбачають інтеграцію до європейських транспортних коридорів, збільшення пропускної спроможності прикордонних переходів, впровадження системи ERTMS, розвиток мультимодальних логістичних центрів і підвищення частки контейнерних перевезень. Нині рівень контейнеризації в Україні залишається низьким (менше 4 % проти 35-55 % у країнах ЄС), що обмежує конкурентоспроможність транспортної системи. Повна заміна колії 1520 мм на 1435 мм у короткостроковій перспективі є економічно недоцільною через значні інвестиційні витрати та відмінності у габаритних і вагових стандартах рухомого складу. Раціональною є модель паралельного розвитку двох стандартів із функціональним розмежуванням: колія 1435 мм – міжнародні пасажирські перевезення, швидкісний рух і контейнерні вантажі; колія 1520 мм – внутрішні та великовагові перевезення. Поетапність розвитку передбачає модернізацію прикордонної інфраструктури, впровадження триниткових колій, формування західного транспортного ядра та поступове продовження магістральної осі до Києва з подальшою інтеграцією в мережу TEN-T. Водночас понад 9000 км колій потребують капітального ремонту, з яких близько 3000 км є магістральними. Фінансування проєктів можливе за рахунок міжнародних фінансових організацій, грантів ЄС, державно-приватного партнерства та державного бюджету. Розвиток інфраструктури 1435 мм має супроводжуватися реформуванням системи управління галуззю відповідно до європейських норм, гармонізацією тарифної політики та створенням конкурентного ринку перевізників. Отже, впровадження євроколії в Україні перейшло до стадії практичної реалізації та є складовою євроінтеграційної стратегії держави. Найбільш доцільною є модель паралельного функціонування стандартів 1435 мм і 1520 мм із формуванням магістральної осі Захід – Київ. Реалізація цих проєктів сприятиме зростанню контейнерних перевезень, інтеграції до європейських логістичних ланцюгів та підвищенню конкурентоспроможності економіки України.

УДК 625.143.5:656.2

Особливості діагностики стрілочних переводів для прискореного руху

доц. Сорока О.О., аспірант Башуцький І.Я.

Розвиток прискореного, а в перспективі швидкісного руху поїздів висуває підвищені вимоги до технічного стану елементів верхньої будови колії. Стрілочні переводи є найбільш складними конструкціями колійної інфраструктури, на яких концентруються значні динамічні навантаження. Ефективна система їх діагностики є визначальним чинником забезпечення безпеки руху та надійності експлуатації. На мережі залізниць для контролю стану колії застосовуються дефектоскопи, колієвимірювальні вагони, візки та мобільні засоби діагностики. Однак стрілочні переводи, особливо призначені для підвищених швидкостей, потребують спеціалізованих підходів до контролю через складність конструкції та наявність рухомих елементів. Особливу увагу слід приділяти хрестовинам із безперервною поверхнею кочення та рухомим осердям. Конструктивні відмінності (гнучкі, поворотні або комбіновані системи осердя) зумовлюють різні механізми зношування та формування дефектів, зокрема в зоні стиків і болтових з'єднань. Наявність або відсутність поздовжнього проковзування елементів осердя впливає на характер напруженого стану та потребує застосування спеціальних дефектоскопних методів контролю. Діагностика стрілочних переводів включає перевірку геометричних параметрів і зносу металевих частин відповідно до вимог Укрзалізниці та чинних нормативних документів. Контроль прямолінійності основної колії здійснюється із застосуванням хорди довжиною 10 м, а перевідні криві перевіряються за ординатами з урахуванням допустимих відхилень. Оцінюються показники бокового та вертикального зносу рамних рейок і вістряків, а також стан елементів хрестовин. Для ділянок прискореного руху більшість нормативів утримання залишаються аналогічними до звичайних, однак підвищений рівень динамічних навантажень обумовлює необхідність уточнення критеріїв працездатності. Перспективним є впровадження розширеної дефектоскопії рухомих елементів, моніторингу силової завантаженості та застосування мобільних комплексів контролю з автоматизованою обробкою результатів. Підвищення швидкостей руху поїздів зумовлює необхідність удосконалення системи діагностики стрілочних переводів. Пріоритетними напрямами є розширення нормативно-інструктивної бази для переводів підвищеної швидкості, удосконалення методів дефектоскопії хрестовин із рухомими елементами та впровадження комплексної оцінки їх напруженого стану. Це сприятиме підвищенню безпеки руху та надійності функціонування колійної інфраструктури.

УДК 625.172

Технологічні особливості репрофілювання головок рейок як чинник подовження їх експлуатаційного ресурсу

доц. Сорока О.О., студенти Бетер О.М., Віннічук І.Є.

Розглянуто технологію репрофілювання старопридатних рейок як ефективний спосіб продовження строку їх служби. Проаналізовано виробничий процес відновлення профілю головки рейки в стаціонарних умовах та визначено

критерії придатності рейок до повторного укладання в колію. Великі обсяги перевезень і підвищення навантажень на інфраструктуру зумовлюють інтенсивний знос рейок, особливо в зоні поверхні кочення. Повна заміна рейкових плітей потребує значних фінансових витрат, тому актуальним є впровадження технологій повторного використання старопридатних рейок. Одним із найбільш ефективних методів відновлення їх працездатності є репрофілювання головки рейки. Репрофілювання виконується з метою відновлення геометрії поверхні кочення та усунення дефектів контактно-втомного походження. Обробка може здійснюватися без вилучення рейок із колії спеціальними рейкофрезерувальними машинами або після їх демонтажу – у стаціонарних умовах спеціалізованого підприємства. Придатність рейок до повторного використання визначається за критерієм напрацювання пропущеного тоннажу та технічним станом металу. Залежно від залишкового ресурсу рейки поділяються на групи, що передбачає їх подальше укладання на головні, станційні чи під'їзні колії. Обов'язковою умовою є відсутність тріщин, сколів, задирок і інших поверхневих дефектів після механічної обробки. Технологічний процес заводського репрофілювання включає: приймання та очищення рейок, їх виправлення у горизонтальній площині, неруйнівний контроль, вирізання дефектних ділянок, зварювання придатних відрізків, механічну обробку профілю головки, повторну дефектоскопію, мірне різання та свердління отворів. Після зварювання стики проходять випробування на статичний вигин, що гарантує відповідність міцнісним вимогам. Безпосереднє відновлення профілю здійснюється на рейкофрезерних верстатах, які забезпечують повне відтворення нормативної геометрії головки рейки. Завершальним етапом є ультразвуковий контроль та остаточна обробка поверхні. Репрофілювання головок рейок є економічно доцільним та технологічно обґрунтованим способом подовження їх строку служби. Комплексний підхід, що поєднує механічну обробку та неруйнівний контроль, дозволяє відновити експлуатаційні характеристики рейок і забезпечити їх безпечне повторне використання в колії. Подальший розвиток технології пов'язаний з удосконаленням методів дефектоскопії та оптимізацією критеріїв оцінки залишкового ресурсу рейок.

УДК 625.143:621.791

Технології зварювання рейкових плітей

доц. Сорока О.О., аспірант Стензя Д.В.

Зварювання рейок є визначальним технологічним процесом формування безстикової колії та забезпечення її надійної експлуатації. Воно передбачає утворення нероз'ємного з'єднання шляхом місцевого сплавлення та пластичної деформації кінців рейок. Якість зварного стику безпосередньо впливає на довговічність колії, рівень динамічних навантажень і безпеку руху поїздів. На сучасному етапі застосовуються електроконтактне та алюмінотермітне зварювання. Найбільш поширеним є електроконтактне зварювання, яке забезпечує високу та стабільну якість стиків. Вагомий внесок у розвиток цієї технології зроблено в Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона, де

розроблено сучасні технології та обладнання для виконання зварювальних робіт у стаціонарних і польових умовах. Залежно від температури виконання робіт застосовують різні технологічні схеми. При температурах, вищих за температуру закріплення рейкових плітей, використовується спосіб попереднього вигину, зокрема вертикального, що дозволяє механізувати процес і підвищити безпеку робіт. При температурах, нижчих за температуру закріплення, застосовується зварювання «з натягом». Було впроваджено технологію пульсуючого оплавлення, що скорочує тривалість процесу та підвищує ефективність створення необхідного рівня напружень у рейкових плітях. Сучасні рішення реалізовані в рейкозварювальних машинах нового покоління, які забезпечують виконання робіт без застосування довгих компенсаційних петель і підвищують продуктивність колійних робіт. Використання мобільних рейкозварювальних комплексів дозволяє оперативно виконувати зварювання як на колії, так і з під'їздом автомобільними дорогами. Алюмінотермітне зварювання належить до способів зварювання плавленням і здійснюється за рахунок екзотермічної реакції алюмінію з оксидом заліза. Цей спосіб є технічно простим, автономним та не потребує значних енергетичних ресурсів. Він особливо ефективний у межах стрілочних переводів, де застосування електроконтактного зварювання обмежене конструктивними умовами. Таким чином, сучасні технології зварювання рейок спрямовані на підвищення продуктивності, мобільності та надійності безстикової колії. Раціональне поєднання електроконтактного й алюмінотермітного способів забезпечує довговічність інфраструктури та підвищення безпеки руху поїздів.

УДК 625.1:658.562

Розвиток комплексної системи моніторингу стану залізничної колії

доц. Сорока О.О., студенти Завзятий В.В., Кучер В.О.

Розглянуто технічні та організаційні заходи щодо удосконалення системи діагностики залізничної колії. Обґрунтовано напрями підвищення достовірності контролю, впровадження комплексних мобільних засобів моніторингу та автоматизації обробки діагностичних даних з метою підвищення надійності й безпеки експлуатації інфраструктури. Підвищення швидкостей руху поїздів, зростання осьових і погонних навантажень вимагають модернізації інфраструктури та вдосконалення систем контролю її технічного стану. Ефективність управління колійним господарством значною мірою залежить від достовірності та об'єктивності результатів діагностики. Одним із ключових чинників підвищення якості контролю є організаційна незалежність структур, що здійснюють технічний нагляд. Удосконалення системи діагностики доцільно здійснювати за такими напрямами: модернізація технічних засобів контролю із впровадженням комплексних мобільних систем; автоматизація збору, зберігання та обробки вимірювальної інформації; формування інтегрованої бази даних для підтримки управлінських рішень; перегляд нормативно-технічної документації відповідно до сучасних технологічних вимог. Перспективним є перехід від періодичної реєстрації дефектів до системи безперервного моніторингу з елементами прогнозування технічного стану. Це

дозволяє своєчасно виявляти тенденції розвитку пошкоджень та планувати ремонтні заходи на основі ризик-орієнтованого підходу. Важливим кроком є створення вертикально інтегрованої системи функціональної діагностики, у межах якої кожен засіб контролю забезпечує отримання необхідної інформації на відповідному рівні управління — від лінійного до мережевого. З метою зниження експлуатаційних витрат доцільним є підвищення швидкості діагностування до рівня встановлених швидкостей руху поїздів, поступова відмова від знімних засобів контролю на користь мобільних комплексів, а також уніфікація вимог до представлення та аналізу діагностичної інформації. Запровадження автоматизованих систем обробки даних сприятиме підвищенню точності оцінки стану верхньої будови колії та оперативності прийняття рішень. Комплексний підхід до оцінювання стану інфраструктури дозволяє деталізувати або узагальнювати результати залежно від рівня управління та завдань планування. Повнота і форма подання інформації мають визначатися конкретним управлінським рішенням, що забезпечує ефективне використання ресурсів та оптимізацію витрат на утримання колії. Реалізація сучасних підходів до діагностики залізничної колії, заснованих на комплексному моніторингу та прогнозуванні, забезпечить підвищення безпеки руху поїздів, достовірності оцінки технічного стану інфраструктури та зниження експлуатаційних витрат.

УДК 625.151

Дослідження пружно-жорсткісних параметрів рейкової колії стрілочних переводів

доц. Олійник О.А., аспіранти Поспішний В.О., Чупринін О.Д.

Безпечна експлуатація стрілочних переводів залежить від сил, що передають колеса рухомого складу на колію, а також від конструктивного оформлення та міцності самої конструкції стрілочного переводу. При визначенні сил взаємодії слід застосовувати не типові методи розрахунків міцності конструкції, а враховувати, що стрілочний перевід це багатониткова рейкова конструкція. При цьому також слід враховувати змінні величини відстаней між рейковими нитками по довжині та між брусами підрейкової основи. На сили взаємодії між елементами колії та рухомого складу суттєвий вплив здійснюють пружно-жорсткісні параметри колії, такі як, маси конструкцій колії й в’язкі та пружні взаємозв’язки між окремими взаємодіючими масами. Розподіл жорсткісних характеристик по довжині стрілочного переводу залежить в найбільший мірі від жорсткості на згин рейкових ниток та відстанями між брусами під ними. Прикладання вертикальних навантажень по довжині стрілочних брусів є змінним і необхідність врахування впливу незавантажених рейкових ниток дає різні жорсткісні параметри по рейкових нитках. Правильне визначення саме жорсткісних характеристик по довжині стрілочних переводів передує рішенню задачі силової завантаженості колії. Визначення жорсткісних характеристик можна розділити на такі етапи: визначають жорсткісні характеристики підрейкової основи; визнають силову завантаженість рейкових ниток переводу при визначених пружно-жорсткісних параметрів рейкових ниток в межах

стрілочного переводу; розраховують пружні прогини підрейкових опор під дією одиничних сил, прикладених у підрейкових перерізах; визначають вертикальні прогини стрілочних брусів; визначають прогин та згинальний момент у будь-якому перерізі, що досліджується; оцінюють вплив незавантажених рейкових ниток та визначають складові сумарної жорсткості, що залежать від роботи бруса на згин. Жорсткісні характеристики стрілочного переводу по довжині дозволяють визначити величини вертикальних динамічних сил і динамічних прогинів рейкових ниток при русі по стрілочному переводу, розподіл динамічних сил, напружень в рейках і динамічних прогинів стрілочного переводу.

УДК 681.51

Системи лубрикації для рішення проблеми зносу рейок і гребенів коліс рухомого складу

доц. Олійник О.А., магістранти Дуб В.В., Вигівський Ю.М., студент Мартощук Р.С.

Підвищення ефективності колійного господарства та залізничної галузі в цілому досягається, в тому числі за рахунок збільшення ресурсу елементів залізничної колії, що задіяні у взаємодії «колесо - рейка» і зниження енергетичних витрат на рух поїздів та експлуатацію інфраструктури. Одним із заходів подовження строків служби металевих елементів залізничної колії та рухомого складу, через тертя при взаємодії між собою, є лубрикація. Найбільші величини тертя між колесом і рейкою відбуваються в кривих і розвиваються в місці контакту гребенів колісних бандажів з внутрішньою гранню головки зовнішньої рейки. Слід враховувати, що опір руху в кривих також пов'язаний з ковзанням коліс по рейці внаслідок різної довжини кочення рейковими нитками. Для рішення проблеми зносу рейок і гребенів колісних пар та досягнення найбільшого економічного ефекту слід враховувати досвід експлуатації засобів лубрикації та особливостей їх використання залежно від умов експлуатації. Поширена практика застосування таких засобів, як правило, передбачає використання стаціонарних колійних і навісних локомотивних рейкозмащувачів. Стаціонарні рейкозмащувачі поділяють на механічні (плунжерного типу) та такі, що мають програмне забезпечення для подачі мастила на поверхні що труться. Стаціонарні плунжерні поділяються на пружні, в яких мастило за допомогою здавленої пружини і поршня під тиском подається з резервуара під плунжер у дозуючу пластину, та пневматичні, де мастило подається з резервуара під плунжер під дією стисненого повітря. Робота рейкозмащувальних установок з програмним забезпеченням полягає в визначенні сенсором, при русі рухомого складу, кожної осі вагона або локомотива (в прийнятому діапазоні). Після проходу кожної *і* осі подається сигнал на блок управління, який в свою чергу дає команду на включення насоса. Мастило з насоса через трубопроводи надходить до головного розподільника змащення і далі через канали розподільника, що встановлений на шинах рівномірно, забезпечується подача мастила на бокову поверхню головки рейки. Відключення насоса відбувається після виконання заданого циклу

змащування, який визначається кількістю спрацьовувань головного розподільника, що реєструється в блоці управління. Застосування лубрикації дозволить зменшити сили тертя, що призводять до втрат тягової потужності поїзда та зменшить інтенсивність зносу гребенів коліс і бічної поверхні головки рейки, та підвищить ефективність використання ресурсів.

УДК 625.143:625.151:621.791

Дослідження способів зварювання рейкової колії зі стрілочними переводами

доц. Бойко В. Д., аспірант Люзняк Т.Е., магістранти Раднянко О.В., Пустовіт В.В.

Сучасні тенденції розвитку колійного господарства залізниць обумовлені розширенням меж використання безстикової колії, яка утворюється в результаті зварювання рейкових ниток. Зварювання рейок – процес утворення їх нероз'ємного з'єднання в результаті місцевого сплавлення і деформування їх кінців. Вибір способу зварювання рейкових ниток із стрілочними переводами повинен ґрунтуватись на техніко-економічних показниках. При цьому слід враховувати, що зварювання стиків і об'єднання стрілочного переводу з безстиковими рейковими нитками дозволяє знизити витрати на наплавлення зношених частин хрестовини і підвищити ресурс інших елементів переводу, а також підвищити ресурс рухомого складу. При цьому досягається зниження динамічних впливів від коліс при проходженні рухомого складу в зоні стрілочного переводу. Вварювання стрілочних переводів в безстикову колію, крім зниження експлуатаційних витрат, також дозволяє досягти зменшення різниці між швидкостями на перегонах і станціях за рахунок підняття швидкості руху по станціях і зокрема стрілочних переводах. Це, крім іншого, впливає на зменшення часу руху поїзда та енергетичних витрат на розгін та уповільнення. При швидкостях руху пасажирських поїздів 160 км/год стрілочними переводами прямим напрямом їх необхідно вварювати в безстикові пліті та зварювати стики між елементами переводів. Проблеми при вварюванні стрілочних переводів, можуть бути пов'язані з впливом температурних напружень на стійкість елементів стрілочного переводу та впливом сил угону безстикової колії на переміщення частин стрілочного переводу із зварними стиками з урахуванням різних кліматичних умов. Для зварювання рейкових ниток із стрілочними переводами доцільно використання електроконтактного зварювання з використанням пересувних машин з електрозварювальними апаратами та алюмотермічного зварювання.

УДК 625.42: 624.13

Б77 (В80)

Впровадження нових підходів при спорудженні метрополітенів у складних геотехнічних умовах

доц. Бойко В. Д., асист. Демченко О.В., аспірант Сикал С.А.

Будівництво нових ділянок метрополітену в умовах щільної міської забудови потребує застосування сучасних технологій, що забезпечують мінімальний вплив на навколишні споруди, інженерні комунікації та існуючу транспортну

інфраструктуру. Впровадження та адаптації передових світових технологій підземного будівництва до українських геотехнічних та нормативних умов вирішує проблему прокладання двоколійного метрополітену в обмежених та щільно забудованих міських умовах. Застосування конструкції дворівневої оправи дозволяє мінімізувати площу впливу на поверхневу забудову та забезпечити цілісність існуючих підземних комунікацій.

У практиці сучасного тунелебудування застосовуються як відкриті, так і закриті методи проходки. Основним обладнанням для спорудження тунелів є комплекси проходки тунелів фірм Herrenknecht, Robbins та ін. Вибір технології прокладання тунелів залежить від гідрогеологічних умов, характеристик ґрунту, глибини залягання та відстані між тунелями. У разі необхідності мінімізації впливу на поверхневу забудову перевагу віддають закритим методам, які дозволяють забезпечити стабільність породи за рахунок тиску робочого середовища та контроль осідань.

Реалізація будівництва за проектом «тунель над тунелем» на перегінній ділянці Сирецько-Печерської лінії метрополітену, замість двох стандартних паралельних тунелів дозволить в умовах обмеженого простору та необхідності захисту існуючих будівель (в тому числі жилих). Цей проект передбачає спорудження дворівневої монолітної залізобетонної оправи перегінних тунелів один над іншим у єдиній рамній конструкції.

Тунельна конструкція є монолітною залізобетонною з бетону класу С25/30 (В30), а також має показники водонепроникності W8 та морозостійкості F150 з використанням мембранної гідроізоляції товщиною 2,0 мм, яка монтується з випередженням армування та бетонування. Бетонування рамної оправи виконується поетапно, із застосуванням спеціалізованої пересувної опалубки тунельного типу в три основні етапи: бетонування нижньої лоткової плити та нижніх вутів; бетонування стін нижнього тунелю та проміжної плити перекриття між двома тунелями; бетонування стін верхнього тунелю та плита покриття всієї дворівневої конструкції. Технологічною вимогою є те, що спорудження нижнього тунелю має виконуватися з випередженням у часі на дві захватки відносно робіт у верхньому тунелі для забезпечення належного набору міцності бетоном на кожному рівні перед монтажем наступних конструкцій.

УДК 625.12

Проблеми технічної термінології в питаннях надійності земляного полотна

доц. Молчанов В.М., аспірант Дибка О.Т.

Первинним фактором, що визначає надійність земляного полотна, є якість нормативних документів. Рівень нормативного документа визначає широту охоплення відомств і організацій, що підпадають під його дію. Поняття «надійність» включає два фундаментальні положення: забезпечення стійкості споруди в цілому і її частин; відсутність неприпустимих за величиною деформацій. При цьому чинні нормативні документи, передбачають розрахунок нижньої будови колії за двома граничними станами: за несучою здатністю та за деформаціями. Аналіз літературних джерел показує, що іноді термін

«надійність» у навчальній літературі замінюється терміном «стабільність». Поняття «надійність» і «стабільність» близькі між собою, але мають деяку відмінність. Термін «надійність» (в перекладі на англійську – reliable), включає і перший, і другий граничні стани конструкції, а термін «стабільність» (stability в перекладі означає «стійкість») і описує тільки перший граничний стан. Тому, слово «дестабілізація» означає «руйнування», тобто втрату стійкості. Підвищення надійності може означати і зменшення деформацій, і відновлення конструкції, а стабілізація конструкції означає її відновлення. Надійність будівельного об'єкта – це його здатність виконувати необхідні функції протягом розрахункового терміну експлуатації. Нормальна експлуатація конструкції (відповідно до умов, передбачених у будівельних нормах або в завданні на проектування) протягом розрахункового терміну служби, включає відповідне технічне обслуговування, капітальний ремонт і реконструкцію. Надійність земляного полотна слід забезпечувати на стадіях інженерних вишукувань, проектування, будівництва та експлуатації. У навчальній літературі, а також деяких нормативно-технічних виданнях деформації та руйнування іноді об'єднані одним терміном «хвороби земляного полотна», що не відповідає загальнобудівельній практиці. Більш правильним є термін «відмова». Відмови земляного полотна залізниць та окремих їх споруд мають вирішальне значення при визначенні надійності та довговічності. При цьому відмови земляного полотна повинні бути розділені за граничними станами відповідно до загальнобудівельних нормативних документів – на деформації та руйнування (втрату стійкості). У результаті аналізу різноманітних джерел запропоновано уточнити технічну термінологію. Також внесено корективи у класифікацію дефектів, деформацій та руйнувань земляного полотна.

УДК 625.012

Оцінка точності визначення внутрішніх зусиль у балках на пружній основі за допомогою ліній впливу

доц. Молчанов В.М., аспірант Удод М.О.

При проєктуванні чи аналізі роботи залізобетонних шпал та стрілочних брусів основою є щебенева баластова основа. При дії зовнішніх навантажень на бруси відбувається їх вигин, і виникають розподілені сили реакції, що передаються від основи до бруса. Ці реакції в кожній точці основи будуть залежати від переміщень всіх точок нижньої постелі бруса. Вирішувати подібну задачу досить складно, тому найчастіше використовується більш спрощений варіант, заснований на гіпотезі Фусса-Вінклера, згідно з якою реакція основи в кожній точці основи приймається пропорційною переміщенню тільки в цій точці і не залежить від переміщень в інших точках. При проектуванні транспортних об'єктів великого поширення набув апарат ліній впливу. При розрахунках можуть застосовувати два методи – метод будівельної механіки чи метод механіки суцільного середовища. При розрахунку методом будівельної механіки взаємодію конструкції з ґрунтовою основою враховують, в тому числі і за гіпотезою місцевих деформацій (або Фусса-Вінклера). Тому актуальність побудови ліній впливу в балках, що спираються на пружне середовище, є

затребуваною в практиці проектування. Також в даний час велике поширення в практиці проектування має застосування програмних комплексів, зокрема, заснованих на методі скінченних елементів. Метою даної роботи є дослідження точності визначення внутрішніх зусиль у балках, що лежать на пружній основі, за допомогою апарату ліній впливу. Для досягнення поставленої мети були вирішені наступні завдання: визначені внутрішні зусилля в балках на пружній основі за допомогою методу сил; проведено побудову ліній впливу для визначення внутрішніх зусиль у балці на пружній основі; визначено внутрішні зусилля в балці на пружній основі чисельним методом. Для оцінки точності розрахунків було складено розрахункову схему та визначено внутрішні зусилля в балці (згинальні моменти і поперечні сили) були визначені трьома методами: методом сил, за допомогою апарату ліній впливу, методом скінченних елементів. Отримані в результаті розрахунку значення внутрішніх зусиль були порівняні між собою в найменш вигідному, з точки зору роботи конструкції, місці. Еталонним значенням було призначено результат, отриманий методом сил. Порівнюючи значення, слід зазначити, що похибка у визначенні внутрішніх зусиль за допомогою апарату ліній впливу становить 3,49 % при визначенні згинаючих моментів та 1,76 % при визначенні поперечних сил. Слід також зазначити, що в розрахунках не був врахований ефект «відлипання» балки від баласту (тобто врахування в розрахунках ділянок на брусі, в межах яких не працюють пружні зв'язки).

УДК 625.12

Зміцнення земляного полотна з застосуванням сучасних технологій

доц. Молчанов В.М., аспірант Шкуропата А.М.

Серед технологій зміцнення земляного полотна при капітальному ремонті, реконструкції та відновленні залізничної колії особливе місце посідають методи ін’єктування твердіючих розчинів у ґрунтовий масив. Цей напрям у світовій практиці застосовується понад 200 років і є одним із найбільш економічно доцільних способів підвищення міцності та стабільності ґрунтів й складає значний інтерес для впровадження на українських залізницях. За статистичними даними, понад 40 % деформацій земляного полотна припадає на основну площадку, більшість з яких пов’язана з розвитком баластних заглиблень і порушенням вологового режиму ґрунтів. Причинами цього є забруднення баласту, наявність баластних шлейфів на укосах та узбіччях, замулення водовідвідних канав. Накопичення вологи в забруднених матеріалах призводить до перезволоження ґрунту та зниження його фізико-механічних характеристик. Традиційні заходи (посилення баластного шару, улаштування дренажу, виправка колії) не усувають локальних зон розущільнення та порожнин у тілі земляного полотна. При збільшенні осьових і погонних навантажень можлива деформація залізничної колії. Рішенням розглянутої проблеми є одночасне видалення вологи і заповнення утворених порожнин твердіючим розчином. Зазначений спосіб включає в себе виготовлення дренажних свердловин і осушення земляного полотна шляхом витискання води з його порожнин шляхом спрямованого нагнітання твердіючого розчину. В

результаті відбувається утворення масивів затверділого розчину з ущільненням навколишнього ґрунту. За певних умов роботи залізниць можливе зниження стійкості насипів. Більш того, у зв'язку зі зростанням навантажень на основну площадку навіть при стабільному раніше земляному полотні знижується стійкість насипу, що автоматично призводить до дефектів і деформації укосів насипу. Розглянутий вище спосіб дозволяє запобігти причині деформування основної площадки і виникненню змивів і сповзання укосів, у разі ж, коли вже відбувається деформування укосів, ефективність способу істотно зменшується. Сутність нового способу полягає в створенні в тілі земляного полотна об'ємного багатоелементного армування з попутним видаленням зайвої вологи. Об'ємний арматурний каркас створюється системою армуючих елементів (сіток), що перетинаються на різних рівнях, з подальшою ін'єкцією в вузли їх перетину сполучного розчину. Таким чином, в ґрунтовому масиві утворюється жорсткий несучий каркас із затверділим розчином і ущільненим навколишнім ґрунтом, що має високі значення фізико-механічних характеристик. Армуючі елементи забезпечують сприйняття підвищених стискаючих і розтягуючих напружень і є анкерними при необхідності утримання укосів. При цьому вся об'ємна багатоелементна система, включаючись в роботу, забезпечує істотне зниження осідання робочої зони і підвищення стійкості укосів земляного полотна.

УДК 625.1

Використання цифрової моделі колії для вирішення задач геодезичного супроводу залізничної інфраструктури

доц. Молчанов В.М., магістрант Вигівський Ю.М.

При капітальному ремонті залізничної колії переважно застосовуються відносні методи і традиційні геодезичні прилади (теодоліт, нівелір, тахеометр), які визначають взаємне положення елементів колії. Виявлено недоліки цих методів. Вони не дозволяють без додаткових перетворень проводити вимірювання в абсолютних величинах, державних або місцевих координатах. При побудові епюр рихтувань використання в якості реперної сусідню колію, оскільки від моменту вишукувань до ремонту просторове положення змінюється. Це відбувається під дією динамічних навантажень сусідньої колії, при проведенні робіт з поточного утримання колії та інших факторів. При використанні тахеометра, після вирівнювання ходу (розподілу нев’язки) існує провисання вимірювань в середині ходу, тобто припадає найбільша похибка. У зв'язку з цим на даний момент актуальним завданням є застосування високоточної координатної системи просторових даних і технології виконання ремонтно-колійних робіт з використанням супутникових навігаційних систем, що дозволяє автоматизувати виробничий процес, точно контролювати виконання проектних рішень на всіх етапах робіт за рахунок створення цифрової моделі існуючої колії. Цифрові моделі колії (ЦМК) – засіб цифрового представлення (що складається з безлічі точок) залізничної інфраструктури, що дозволяє використовувати їх при будівництві, проектуванні, поточному утриманні, діагностиці та моніторингу залізниць. Після оцифрування колії та за

створеною цифровою моделлю вирішується безліч інженерних завдань. Таких, як: створення масштабних планів станцій; створення поздовжніх і поперечних профілів станційних колій і перегонів; створення електронних карт для визначення місця розташування колійних машин з прив'язкою до пікетажу; створення електронних проектів для системи автоматизованого управління виправкою колії. Принцип роботи системи управління виправкою колії машинами заснований на порівнянні в процесі руху, геодезичних планових координат і висотних відміток осі колії вимірювального візка виправної машини з високоточною цифровою моделлю колії ремонтованої колії, що містить проектні дані (складені з епюри вирівнювань і проектного профілю). ЦМК забезпечує єдність вимірювань, що дозволяє незалежно від використовуваної системи координат, різним структурам, що споживають інформацію, використовувати їх. ЦМК служить основою моніторингу, оскільки незалежно від застосовуваних вимірювальних засобів, відрізка часу і кількості циклів вимірювання забезпечує однозначне визначення місця розташування будь-якої точки в трьох системах координат. При використанні ЦМК, значною мірою спостерігається збільшення продуктивності, підвищується якість утримання залізничної інфраструктури за рахунок підвищення рівня геодезичного забезпечення при визначенні просторових даних колії.

УДК 625.1

Дослідження технології пропуску поїздів при закритті перегонів в умовах тривалих «вікон» для ремонтно-колійних робіт

асист. Демченко О.В., магістрант Куценко О.В.

Робота залізничного транспорту в ринкових умовах вимагає скорочення втрат на всіх стадіях перевізного процесу, в тому числі і під час надання «вікон». На показники роботи залізниці великий вплив має якість стану колії. Щорічно на окремих ділянках через низький рівень технічного стану колії залізниці несуть великі втрати, викликані аваріями, браками та обмеженням швидкостей. У період літніх колійних робіт всі залізниці відчувають великі труднощі з пропуском поїздів, істотно погіршуються показники експлуатаційної роботи. Тому важливою вимогою до організації ремонтно-колійних робіт під час «вікна» є їх виконання в найкоротші терміни з максимальним використанням колійних машин і мінімальними затримками поїздів. У зв'язку з цим актуальним є завдання раціонального пропуску поїздів по ділянці залізниць під час «вікна» для проведення ремонтно-колійних робіт, а також поліпшення техніко-економічних показників роботи залізничного транспорту. З метою скорочення затримок поїздів у період надання «вікон» застосовуються такі організаційно-технічні заходи, що дозволяють підвищити використання пропускної та провізної здатності: організація руху з'єднаних поїздів; застосування пристроїв, що дозволяють забезпечити рух за сигналами локомотивних світлофорів у протилежному напрямку (по неправильній колії); організація двостороннього пакетного руху поїздів у період «вікна» на тимчасово одноколійному перегоні; відкриття тимчасових постів; укладання з'їздів між головними коліями на перегоні та встановлення одноколійного руху

на частині перегону; концентрація різного виду робіт на закритому перегоні; виділення найбільш кваліфікованих поїзних диспетчерів для чергування в дні надання «вікон»; створення у відділеннях та управліннях залізниць оперативних штабів для складання технології роботи ділянки в період «вікна»; ретельне вивчення всіма причетними працівниками порядку пропуску поїздів у дні надання «вікон»; складання іменних графіків машиністам, які узгоджені для водіння з'єднаних поїздів; форсований пропуск поїздів до початку «вікна». Організаційно-технічні заходи, що забезпечують пропуск поїздів у встановлених розмірах і виконання ремонтних та будівельних робіт у «вікна», є підставою для розробки варіантного графіка руху поїздів і подальшого складання детальних графіків роботи коліє-ремонтних підприємств. Крім постійно діючих пристроїв двостороннього автоблокування можуть застосовуватися тимчасові блок-пости з відповідним укладанням з'їздів. Таким чином, з метою забезпечення пропуску планових поїздопотоків у період надання «вікон» відповідні Департаменти повинні складати перспективні плани виконання колійних і будівельних робіт з урахуванням графіка руху та прогресивних технологій пропуску поїздів.

УДК 625.1:629.4:534.1

Порівняльний часо-частотний аналіз IMU-сигналів на буксі та в зоні рейкового стику

доц. Потапов Д.О., аспіранти Чесак С.С., Тертичний В.В. (Український державний університет залізничного транспорту)

Надійність і безпечність руху поїздів суттєво залежать від локальних неоднорідностей колії, насамперед рейкових стиків, де формуються короткочасні ударні навантаження у контакті «колесо—рейка». У роботі розглянуто відтворюваний підхід до аналізу таких подій за даними двох IMU-датчиків: датчика на буксі колісної пари та датчика на рейці в зоні стику. Експеримент виконано в польових умовах під час реального проїзду вантажного вагона, а просторове положення вагона відносно контрольної точки фіксувалося за допомогою GNSS-трекера з подальшим часовим узгодженням записів. Обробку реалізовано в GUI Octave у вигляді модульної програмної системи: синхронізація даних, виділення події, спектральний та часо-частотний аналіз. Вікно аналізу задається через конфігураційні параметри, що дозволяє адаптувати обробку до різних сценаріїв вимірювань. Застосовано Welch PSD, STFT, оцінювання смугової енергії та безперервних вейвлет перетворень (CWT). У CWT використано вейвлети Morlet, Ricker (Mexican Hat) і Paul, що дало змогу порівняти чутливість методів до коротких імпульсних подій. За результатами аналізу в сигналі, зареєстрованому на рейці в зоні стику, зафіксовано два імпульсні максимуми: поблизу t=0 і t=0,24. У сигналі, зареєстрованому на буксі, домінує перший удар поблизу t=0, після основної події спостерігаються високочастотні затухаючі компоненти, зумовлені динамічним відгуком системи «колесо—вісь—букса» Welch PSD показав відмінний частотний розподіл енергії: для сигналу з букси домінантні складові зосереджені переважно в діапазоні 40–65 Гц, тоді як для сигналу із зони стику

більш насиченим є інтервал 25–55 Гц, а компоненти вище ~60 Гц помітно слабшають. STFT підтвердив часову локалізацію енергії ударів, а CWT (особливо з Ricker) забезпечив найконтрастніше виділення імпульсів і післяударних компонент. Отже, двоточкові IMU-вимірювання в поєднанні з обробкою в GUI Octave підвищують інформативність діагностики локальних дефектів колії та можуть бути використані як основа для автоматизованого моніторингу стану рейкової інфраструктури в експлуатаційних умовах.

Підсекція цифрові технології та механічна інженерія

УДК 517.5:519.6

Застосування основ математичного аналізу для оптимізації алгоритмів обробки даних

доц. Ковальчук В.В., асист. Демченко М.Є., студент Терещук Є.О.

Сьогодні обсяги інформації зростають дуже швидко, тому виникає потреба в таких алгоритмах обробки інформації, які не просто працюють, а ще й при цьому є максимально швидкими та ефективними. Щоб зробити алгоритми швидшими, використовують математичну оптимізацію, базою якої є основи математичного аналізу. Майже будь-яке завдання в аналізі даних, чи то навчання штучної нейромережі, чи пошук закономірностей, зводиться до одного головного завдання: необхідність зменшити «функцію втрат». Ця функція показує, наскільки значними є помилки в результатах розрахунків за розробленим алгоритмом. Саме тут на допомогу приходить диференціальне числення. За допомогою похідної та градієнта можна виявити, у якому напрямку потрібно змінювати налаштування моделі, щоб її помилка зменшувалася найшвидше. Найкращим прикладом є метод градієнтного спуску, на якому базується сучасне машинне навчання. Програма крок за кроком обчислює похідні і виправляє свої параметри, ніби спускаючись з гори в найнижчу точку - туди, де помилка є мінімальною. Щоб алгоритм навчався ще швидше, використовують похідні другого порядку. Вони дозволяють оцінити «кривизну» або рельєф графіка помилки. Завдяки цьому програма може змінювати розмір свого кроку: десь іти швидше, а десь обережніше. Це економить час роботи процесора і допомагає уникнути «застрягання» в неправильних рішеннях. Не меншого значення для аналізу даних має застосування інтегрального числення. Його використовують для роботи статистичними методами: для визначення середніх значень, розкиду даних та їхнього розподілу. Ці інструменти математичного аналізу дають можливість перевірити надійність і достовірність отриманих результатів, відсіяти аномалії або зробити точний прогноз. Важливо розуміти: при роботі з величезними масивами навіть маленьке математичне вдосконалення формули здатне зекономити години або навіть дні роботи комп'ютера. Отже, інструменти математичного аналізу — це не просто суха абстрактна теорія, а ключові практичні інструменти. Саме вони роблять алгоритми точними, швидкими та здатними ефективно перетворювати сирі дані на корисні знання.

УДК 519.23:004.62

Прикладне значення показника асиметрії для прийняття рішень на основі аналізу даних

доц. Ковальчук В. В., студент Комиш В.О.

Аналіз даних у сучасних наукових та прикладних дослідженнях вимагає глибокого розуміння внутрішньої структури розподілів. Одним із показників мінливості даних, що визначає характер статистичної сукупності, є коефіцієнт асиметрії. Він відображає ступінь відхилення розподілу від симетричного стану, що притаманний нормальному закону. Важливість врахування коефіцієнту асиметрії при аналізі даних зумовлена тим, що більшість реальних наборів даних, зокрема експериментальних даних в галузях механічної інженерії, термодинаміки та транспортних систем, переважно не відповідають ідеальній симетрії. Асиметрія в аналізі даних виконує роль індикатора «зміщення» процесів. Додатний коефіцієнт асиметрії свідчить про наявність довгого «хвоста» з правого боку розподілу, що часто вказує на присутність аномально високих значень (аутлаєрів), які можуть суттєво впливати на середні показники. Від'ємна асиметрія, навпаки, вказує на концентрацію значень у верхній частині діапазону з поодинокими низькими значеннями. Ігнорування цих особливостей призводить до вибору неадекватних моделей прогнозування та помилок у статистичних висновках. В контексті цифрових технологій аналіз асиметрії дозволяє оптимізувати алгоритми машинного навчання. Наприклад, при підготовці даних для нейронних мереж виявлення високої асиметрії є сигналом до необхідності застосування методів нормалізації або логарифмічного перетворення. Це дозволяє стабілізувати дисперсію та забезпечити швидшу збіжність алгоритмів. Особливе значення асиметрія має при аналізі надійності технічних систем, де розподіл часу до відмови зазвичай є асиметричним. Підсумовуючи, можна стверджувати, що оцінювання коефіцієнту асиметрії є обов'язковим етапом розвідувального аналізу даних. Це дозволяє не лише описати форму розподілу, а й виявити приховані закономірності досліджуваних явищ. Розуміння природи асиметрії сприяє підвищенню точності аналітичних моделей та обґрунтованості прийняття управлінських і технічних рішень у складних системах.

УДК 004.65:658.58

Оптимізація витрат на технічне обслуговування

доц. Ковальчук В.В., студент Матвєєв О.В.

Для ефективної роботи залізничних систем особливе значення мають умови експлуатації складної техніки. Завдання, які мають вирішувати оператори таких систем, полягають у тому, щоб зменшити витрати на експлуатацію систем. Сучасні методи, які використовують для технічного обслуговування, базуються або на часі, або на загальній відстані. Також враховують випадки, коли обладнання потребує заміни до фактичного закінчення терміну служби, що призводить до марнування ресурсів, або коли між запланованими інтервалами технічного обслуговування трапляються незаплановані збої. Для вирішення указаних завдань доцільним є використання методів аналізу даних для

полегшення переходу до прогнозного технічного обслуговування. Це потребує постійного збору та оцінювання значних обсягів даних, отриманих з датчиків моніторингу стану обладнання. Математичні моделі дозволяють контролювати поточні несправності, виявляючи приховані тенденції в роботі складних систем. Аналіз даних датчиків моніторингу стану дозволяє враховувати вплив зовнішніх факторів (змін температури, нестабільного навантаження та ін.) на знос компонентів. Динамічне планування ремонтів, адаптуючись до стану кожного залізничного транспортного засобу в режимі реального часу, може бути досягнуто за допомогою data mining. В результаті, компанії можуть регулювати фінансові витрати на технічне обслуговування. Використання статистичних моделей надійності може допомогти організаціям оцінити системні недоліки та визначити найбільш критичні точки, де збій може призвести до серйозних порушень графіків руху поїздів або створення ризиків для безпеки. Таким чином, оптимізації витрат можна досягти шляхом точного розподілу як фінансових, так і технічних ресурсів у відповідне місце у потрібний час. Окрім прямої економії коштів, цей підхід допомагає продовжити термін служби дорогого обладнання та збільшує загальну пропускну здатність транспортної мережі. Перехід до цифрових моделей управління на основі глибокого аналізу даних є ключовим етапом модернізації галузі та необхідною умовою для розвитку сучасної інфраструктури.

УДК 004.65:656.2

Про особливості збору даних в залізничній галузі

доц. Ковальчук В.В., студент Хоменко Б.С.

У сучасних умовах цифровізації економіки дані стають ключовим ресурсом управління складними технічними системами. Такою багаторівневою системою є залізнична галузь, для якої характерними є значні обсяги інформаційних потоків, що формуються в процесі експлуатації інфраструктури, рухомого складу та організації перевезень. Для збору даних у залізничній галузі є різні джерела інформації, а саме: нормативно-правові документи, інформаційно-технічні документи, організаційно-правові документи, методичні документи, довідкові документи, технічні і технологічні документи, конструкторська документація, звітні документи. Також джерелами інформації є результати моніторингу стану колії, відомості сервісів продажу квитків та геоінформаційних платформ, автоматизованих систем керування рухом. У діяльності Укрзалізниця впроваджують цифрові рішення для моніторингу руху поїздів у режимі реального часу, що дозволяє отримувати точні дані щодо швидкості, координат і технічних параметрів. Оскільки ці дані можуть бути напівструктурованими (лог-файли, журнали подій) та неструктурованими (зображення, відео, текстові повідомлення), то виникає потреба застосування процедур інтеграції, очищення та трансформації даних, а також використання методів попередньої обробки, зокрема нормалізації, агрегації та виявлення аномалій. Забезпечення якості даних має особливе значення, адже навіть незначні похибки можуть призвести до збоїв у транспортній системі. Основними характеристиками якості є точність, повнота, актуальність і

узгодженість. Для контролю достовірності застосовують алгоритми валідації та механізми резервування інформаційних каналів. Регресійні моделі, алгоритми машинного навчання та статистичні підходи дозволяють передбачати навантаження на інфраструктуру, рівень пасажиропотоку або ймовірність затримок. Для візуалізації даних у залізничній галузі застосовують лінійні графіки для аналізу динаміки показників, стовпчикові діаграми для порівняння обсягів перевезень, карти для оцінювання навантаження на ділянки мережі та інтерактивні панелі управління для комплексного моніторингу. Інтеграція збору, обробки та візуалізації даних формує цілісну аналітичну систему, що підвищує ефективність функціонування залізничного транспорту. Дослідження зазначених процесів відповідає сучасним тенденціям розвитку теорії аналізу даних і сприяє впровадженню інноваційних рішень у транспортній галузі.

УДК 519.23

Теорія «логічного тертя» та межі складних алгоритмів

доц. Ковальчук В. В., студент Свитко С.О.

Існує думка, що аналіз даних — це як збирання пазла: чим більше частинок і чим складніший метод збирання, тим чіткішою буде картина. Проте мета цієї доповіді – показати, що кожен алгоритм, який «обробляє» дані, одночасно і «викривляє» їх. Це можна назвати ефектом «логічного тертя». Це метафоричний термін, яким можна описати труднощі або затримки в процесі мислення, прийняття рішень чи сприйняття інформації. Суть концепції полягає в тому, що під час аналізу даних неминуче втрачаються деталі. Коли аналітик намагається зробити складний висновок із величезного масиву інформації, алгоритм починає «грітися» – генерувати математичний шум. У певний момент цей шум стає сильнішим за реальні факти, і в результаті отримуємо «цифровий міраж»: модель бачить закономірності там, де їх немає. І це просто тому, що вона занадто складна для поставленої задачі. Робота з такою моделлю потребує більше витрат часу, потужностей комп'ютерних, програмного забезпечення тощо. Така ситуація подібна до явища фізичного тертя, яке сповільнює рух. Тоді замість того, щоб шукати спільні риси в даних (кластери), досліджують «геометрію порожнечі». Часто саме те, чого в даних немає (а саме – порожні зони та розриви) дає більше інформації про реальність, ніж самі факти. Розуміння цих «дірок» у даних дозволяє побачити межу, де аналіз перестає бути точним і стає випадковим вгадуванням. Справжній аналіз даних має бути не складним, а мінімально достатнім. Замість того, щоб будувати величезні нейронні лабіринти й складати надскладні алгоритми, треба шукати «найкоротший шлях» – це найкоротшу логічну пряму від питання до відповіді. Це дозволяє створювати системи, які не помиляються під тиском хаосу та бачать структуру там, де інші бачать лише набір випадкових чисел.

УДК 004.9

Світовий досвід використання в залізничній галузі прикладних програм для інженерного аналізу та моделювання

доц. Зуб Є.П., студент Яровий М.О.

У сучасному залізничному машинобудуванні та експлуатації рухомого складу прикладні інженерні програми стали ключовим інструментом для скорочення термінів проєктування, підвищення безпеки та зниження вартості випробувань. Їх основна перевага полягає у можливості створення «віртуального прототипу» вагона, візка, тягового приводу або інфраструктурного елемента та перевірки його поведінки ще до виготовлення фізичного зразка. Такі системи охоплюють розрахунки міцності, динаміки, аеродинаміки, теплових режимів, шуму і вібрації, а також моделювання систем керування. Одним із найпоширеніших напрямів є розрахунок міцності та довговічності кузовів вагонів, рам візків, зварних вузлів і кріплень. Для цього застосовують FEA-пакети Ansys Mechanical, Abaqus (SIMULIA), SOLIDWORKS Simulation, Altair OptiStruct. Наприклад, Ansys Mechanical позиціонується як FEA-рішення для структурного аналізу з нелінійними, тепловими та перехідними задачами, що добре підходить для вагонобудування. Показовим є кейс BNSF Logistics, де за допомогою Ansys Workbench/Mechanical виконували напружений стан кузова вагона-хопера та доопрацьовували конструкцію під вимоги. Так само Astra Rail Industries впровадила SOLIDWORKS Design і SOLIDWORKS Simulation Premium для прискорення розробки вантажних вагонів і візків.

Серед програм багатотільної динаміки офіційні матеріали Dassault Systemes зазначають, що Simpack Rail дозволяє моделювати різні типи рейкових машин (від трамваїв до швидкісних поїздів і вантажних вагонів), різні типи колії (баластна, безбаластна, стрілочні переводи, мости) та розв’язувати задачі безпеки сходу, плавності ходу, гальмування, зношування колеса/рейки й навіть «віртуальної сертифікації».

Окремий напрям —моделювання ударних, аварійних та краш-навантажень. Для таких задач у залізничній техніці застосовують явні динамічні солвери, зокрема Ansys LS-DYNA та Altair Radioss.

Для тягових приводів, силової електроніки та систем керування широко використовують MATLAB, Simulink, Simscape. Ці інструменти дозволяють моделювати тягові двигуни, інвертори, алгоритми керування та виконувати замкнені контури регулювання ще до стендових випробувань. Показовий приклад — використання MATLAB/Simulink командою Alstom для розробки безпечного ПЗ керування тягою.

Отже, в залізничній техніці прикладні інженерні програми використовуються не ізольовано, а як єдина цифрова екосистема. Саме така інтеграція дає змогу підвищити надійність рухомого складу, зменшити кількість дорогих натурних випробувань, прискорити модернізацію вагонів і забезпечити відповідність вимогам безпеки та експлуатаційним стандартам.

УДК 004.94:656

Інтелектуальні інструменти AutoCAD у проектуванні транспортної інфраструктури

асист. Демченко М.Є., студент Вигівський Ю.М.

Проектування об’єктів транспортної інфраструктури пов’язане з необхідністю виконання значного обсягу геометричних побудов, розрахунків параметрів плану та профілю, а також підготовки робочої документації відповідно до чинних нормативів. Використання систем автоматизованого проєктування, зокрема AutoCAD, дозволяє формалізувати та алгоритмізувати зазначені процеси, забезпечуючи підвищення точності графічних і розрахункових операцій.

Інтелектуальні інструменти AutoCAD реалізуються через параметричні залежності, динамічні блоки, використання координатних систем та механізми прив’язок об’єктів. Це забезпечує можливість точного відтворення геометрії трас, побудови кругових та перехідних кривих, визначення кутів повороту, довжин елементів плану, а також формування поздовжніх і поперечних профілів. Застосування шарів та зовнішніх посилань дозволяє розділяти елементи плану колії, земляного полотна, штучних споруд і комунікацій, що спрощує аналіз просторового положення об’єкта та контроль відповідності проектних параметрів.

Особливої актуальності використання інструментів набуває під час реконструкції існуючих ділянок транспортних мереж, де необхідно виконувати порівняння проектного та фактичного положення осі траси, коригування радіусів кривих, ухилів і відміток. Координатний метод побудови забезпечує високу точність визначення просторових характеристик, мінімізує похибки при перенесенні даних геодезичних зйомок та сприяє оптимізації проєктних рішень.

Застосування інтелектуальних можливостей AutoCAD у проектуванні транспортної інфраструктури підвищує технологічність процесу розробки документації, забезпечує геометричну узгодженість елементів траси та сприяє підвищенню ефективності інженерних розрахунків.

УДК 004.9:629.7

Тривимірне моделювання технічних об'єктів у сучасних CAD-системах

асист. Демченко М. Є., студент Матвєєв О.В.

Сучасна інженерна діяльність неможлива без застосування технологій тривимірного моделювання, що поступово замінили традиційне графічне виконання креслень на папері. Нарисна геометрія і надалі залишається теоретичною основою побудови будь-яких технічних зображень, проте сучасні цифрові CAD-системи забезпечили перенесення цих принципів у віртуальне середовище та надали можливість працювати з об’єктами різного рівня складності.

Однією з основних переваг використання такого підходу є те, що інженер спочатку створює просторову модель деталі, після чого програмні засоби автоматично формують її плоскі креслення, розрізи та необхідні вигляди. Це дозволяє мінімізувати помилки у побудові проекцій, які можуть виникати під

час ручного креслення, а також забезпечує узгодженість між усіма графічними представленнями виробу.
Застосування комп'ютерних систем моделювання дає змогу відтворювати складні конструктивні елементи деталей залізничної техніки з високою точністю, включаючи лінії перетину поверхонь і радіуси заокруглень, побудова яких традиційними методами потребує значних геометричних розрахунків. Процес створення моделі, як правило, починається з формування плоского ескізу, який у подальшому трансформується в об'ємний елемент шляхом витягування або обертання.
Важливою функціональною можливістю сучасних CAD-систем є параметризація моделей, що передбачає зміну їх геометричних розмірів на будь-якому етапі проєктування з автоматичним оновленням пов'язаних елементів та креслень. Це дозволяє здійснювати віртуальну збірку конструкцій і оцінювати взаємодію окремих деталей між собою.
У галузі залізничного транспорту використання такого підходу є особливо актуальним під час проєктування вузлів локомотивів і вагонів, де значна кількість елементів повинна точно відповідати один одному. Крім того, створені цифрові моделі можуть застосовуватися для проведення попереднього аналізу міцності та зносостійкості деталей із використанням відповідних програмних модулів ще до їх виготовлення. Це сприяє підвищенню ефективності конструкторських робіт, дає можливість виконувати випробування у віртуальному середовищі та зменшує витрати матеріальних ресурсів на створення дослідних зразків.

УДК 004.92:656.2

Використання інженерної комп'ютерної графіки в залізничній галузі

асист. Демченко М.Є. студент Хоменко Б.С.

Основою будь-якого технічного проєкту є коректне зображення просторового об'єкта на площині. Метод прямокутного проєктування, розроблений у межах нарисної геометрії, забезпечує отримання точних креслень складних конструкцій. Принципи ортогонального проєктування, метод Монжа, побудова аксонометричних зображень і виконання перерізів застосовуються під час розроблення креслень елементів залізничної інфраструктури. Розуміння цих методів є необхідною умовою якісного виконання інженерної документації.
У сучасному проєктуванні залізничних об'єктів широко використовуються системи автоматизованого проєктування. Однією з найбільш поширених програм є AutoCAD, що дозволяє створювати двовимірні креслення та тривимірні моделі з високою точністю. За допомогою цієї системи виконуються плани й профілі залізничних колій, відображаються стрілочні переводи, платформи, сигнальні системи та інші елементи інфраструктури. Програмне забезпечення забезпечує відповідність креслень чинним стандартам і дає можливість оперативного внесення змін до проєкту.
Проєктування залізничної колії є складним інженерним процесом, що потребує врахування рельєфу місцевості, навантажень, радіусів кривих, ухилів та інших параметрів. Використання методів нарисної геометрії дозволяє визначати

просторове положення колії, будувати перерізи земляного полотна та аналізувати взаємодію елементів конструкції. Тривимірне моделювання забезпечує наочне представлення об’єкта в реальному масштабі та оцінку його відповідності технічним вимогам.

Важливим напрямом розвитку є технологія інформаційного моделювання будівель (BIM), що реалізується, зокрема, у програмному середовищі Autodesk Revit. На відміну від традиційних креслень, BIM-модель містить не лише геометричну інформацію, а й дані про матеріали, технічні характеристики, строки експлуатації та обслуговування. У залізничній галузі це дозволяє створювати комплексні цифрові моделі станцій, мостів, тунелів і депо.

Не менш важливим є проєктування рухомого складу — локомотивів, електропоїздів і вагонів. Системи тривимірного моделювання дають змогу створювати деталізовані моделі вузлів і механізмів, виконувати аналіз міцності та досліджувати кінематику руху деталей. Використання цифрових моделей дозволяє проводити віртуальні випробування, що зменшує витрати на виготовлення дослідних зразків.

Отже, інженерна комп’ютерна графіка є невід’ємною складовою сучасного проєктування в залізничній галузі та сприяє підвищенню якості розроблення, будівництва й експлуатації об’єктів транспорту.

УДК 531.133.3:004.9

Особливості кінематичного аналізу плоских механізмів засобами AutoCAD

доц. Ковальчук В.В., студент Черниш М.В.

Кінематичний аналіз механізмів є важливим етапом проєктування машин. Він дає змогу дослідити рух ланок, визначити положення, швидкість і прискорення окремих точок без урахування сил, що спричиняють цей рух. В інженерних розрахунках часто застосовують графоаналітичний метод, який є трудомістким і потребує високої точності побудов. Саме тому доцільно використовувати сучасне програмне забезпечення. Провідне місце серед таких посідає система автоматизованого проєктування *AutoCAD*, універсальні інструменти якої для комп’ютерного креслення можна ефективно використовувати для дослідження кінематики плоских механізмів. Завдяки об’єктним прив’язкам, параметричним залежностям і можливості роботи з шарами забезпечується точне відтворення кінематичних схем. На першому етапі створюється кінематична схема із дотриманням заданих розмірів ланок та інших геометричних даних, а також з урахуванням типів з’єднань. Потім для реалізації методу послідовних положень задають значення кутів повороту або переміщення для ведучої ланки механізму. Таким чином можна сформувати сукупність відповідних положень всіх ланок механізму, що дозволяє проаналізувати характер руху системи. Окремої уваги заслуговує побудова планів швидкостей і прискорень. Використання масштабування та полярних координат дозволяє графічно визначати напрямки й величини векторів швидкостей і прискорень. Інструменти програми *AutoCAD* для вимірювання розмірів дають можливість з високою точністю визначати модулі швидкостей і прискорень. Крім того, візуалізація процесу руху сприяє кращому розумінню роботи механізму та

спрощує перевірку результатів. Слід також зазначити, що застосування засобів *AutoCAD* для кінематичного аналізу важільних механізмів не тільки забезпечує точність побудов, а й значно скорочує час виконання розрахунків і сприяє кращому розумінню принципів роботи механізмів. Програма є зручним інструментом для дослідження плоских механічних систем як у навчальному процесі, так і на початкових етапах інженерного проєктування.

УДК 004:621

Використання цифрових технологій у сучасній механічній інженерії

доц. Ковальчук В.В., студент Сікунов М.А.

Сучасний розвиток механічної інженерії тісно пов'язаний з цифровими технологіями, які змінюють, підходи до проектування, аналізу та експлуатації машин і механізмів. Використання комп'ютерних технологій дозволяє підвищити точність інженерних розрахунків, зменшити матеріальні витрати та скоротити час розробки на дослідження та виготовлення різних зразків. Все це забезпечує обґрунтованість прийняття рішень при удосконаленні механізмів і машин і при виборі оптимальних параметрів на етапі проектування технічних пристроїв. Важливу роль у механічній інженерії відіграють методи моделювання засобами сучасних прикладних програм, які дозволяють досліджувати поведінку механічних систем. Завдяки цифровим моделям інженери можуть оцінювати вплив навантажень, швидкостей руху та умов експлуатації механізмів без проведення складних і вартісних експериментів, що потребують спеціального обладнання. Це підвищує ефективність проведення досліджень властивостей та особливостей функціонування складних механічних систем, до складу яких входять механізми різних типів. У таких системах складові елементи можуть мати різний характер руху різний тип взаємодії. Тому навіть незначні зміни в одних елементах можуть вплинути на поведінку всієї системи. Для таких складних механічних систем цифрові технології дозволяють швидше вирішувати завдання вибору тих оптимальних параметрів механізмів, що визначають їхню ефективність і безпечне функціонування. Одним із ключовим напрямком є застосування систем автоматизованого проектування, які дають можливість створювати моделі деталей і механізмів, та виявляти їхні недоліки ще на етапі розробки. Іншим напрямком є застосування цифрових технологій під час технічного обслуговування та діагностики машин. Системи моніторингу технічного стану конструкцій і транспортних засобів призначені для виявлення змін напружено-деформованого стану елементів під дією експлуатаційних навантажень.

УДК 004.94:614.8.

Моделювання небезпечних ситуацій на основі статистичних даних

асист. Демченко М.Є., студент Терещук Є.О.

Для сучасного етапу розвитку інженерної та комп'ютерної графіки характерним є перехід від простої візуалізації об'єктів до створення складних просторово-динамічних моделей, на основі яких можна прогнозувати розвиток критичних подій. У цьому контексті моделювання небезпечних ситуацій на основі масивів

статистичних даних набуває особливої актуальності, перетворюючи сухі ймовірнісні показники на наочні тривимірні симуляції. Основою такого підходу є інтеграція методів нарисної геометрії для точного опису просторових форм та алгоритмів комп'ютерної графіки для їхньої динамічної візуалізації. Використання систем автоматизованого проєктування дозволяє створювати віртуальні полігони, де статистично ймовірні сценарії відтворюються з високою геометричною точністю. Зокрема, методологія просторового моделювання є критично важливою при аналізі кінематики складних механізмів та транспортних засобів у граничних режимах експлуатації. Аналізуючи статистику просторових траєкторій, втрати зчеплення або екстремального маневрування, інженери можуть побудувати точні 3D-моделі розвитку подій, зон видимості та просторових обмежень, а також розрахувати точки перетину об'єктів при динамічних зіткненнях. Нарисна геометрія у цих процесах забезпечує математично правильну побудову проєкцій складних поверхонь та визначення габаритів небезпечних зон, у межах яких ризик виникнення аварії досягає критичних значень, що визначаються статистично. За допомогою засобів комп'ютерної графіки ці геометричні розрахунки візуалізуються у вигляді просторових оболонок або об'ємних креслень, що накладаються на реальні інженерні плани інфраструктури. Важливим аспектом є також геометричне моделювання деформацій під дією непередбачуваних навантажень, де статистичні дані щодо зносу матеріалів конвертуються у графічне відображення зміни форми об'єктів. Такий міждисциплінарний підхід дозволяє реконструювати ті небезпечні ситуації, які вже спостерігалися, для з'ясування їхніх просторових першопричин. Також це дає можливість здійснювати превентивне проєктування безпечного середовища. Отже, синтез нарисної геометрії, методів комп'ютерної графіки та статистичного аналізу формує потужний інструментарій для підвищення загальної безпеки, дозволяючи візуально оцінити та мінімізувати геометричні ризики ще на стадії розробки проєктної документації.

УДК 004.92:656.2

Роль та перспективи впровадження комп'ютерної графіки в транспортній галузі

асист. Демченко М. Є., студент Комиш В.О.

Сучасний розвиток транспортної галузі нерозривно пов'язаний із цифровою трансформацією, де комп'ютерна графіка відіграє ключову роль. Вона вже не обмежується візуалізацією, а використовується як засіб проєктування, моделювання та експлуатації складних транспортних систем. Застосування графічних технологій підвищує точність інженерних рішень, знижує витрати на розробку прототипів і забезпечує високий рівень безпеки руху.

Одним із пріоритетних напрямів є використання систем автоматизованого проєктування (CAD) та інформаційного моделювання (BIM) при створенні рухомого складу та об'єктів інфраструктури. Детальні тривимірні моделі дозволяють проводити віртуальні випробування вузлів і агрегатів на етапі розробки. Це особливо актуально для залізничного транспорту, де точність

геометричних параметрів впливає на динамічні характеристики та зносостійкість конструкцій.
Комп'ютерна графіка забезпечує аналіз взаємного розташування компонентів, виявлення колізій та оптимізацію ергономіки кабін машиністів. Особливу увагу приділено тренажерним комплексам і симуляторам. Сучасні графічні рушії відтворюють реальні маршрути з високою фотореалістичністю, враховуючи зміну погодних умов, освітлення та складні сценарії. Такі системи дозволяють навчати персонал без ризику аварій та пошкодження техніки.
Інтерактивна графіка також застосовується в системах моніторингу та диспетчеризації. Візуалізація потоків даних у реальному часі через графічні інтерфейси (GUI) полегшує сприйняття інформації та дозволяє швидко реагувати на відхилення або несправності. Перспективним напрямом є використання доповненої реальності (AR) для технічного обслуговування, де цифрові інструкції накладаються на реальні об'єкти, прискорюючи ремонт.
Отже, комп'ютерна графіка є основою створення «цифрових двійників» транспортних систем. Подальший розвиток галузі залежатиме від інтеграції високопродуктивного рендерингу та методів обробки візуальної інформації у щоденну інженерну та експлуатаційну практику.

УДК 621.9:004.92
Проєкційні системи у практиці інженерного проєктування
асист. Демченко М.Є., студент Свитко С.О.
Інженерне проєктування — це мова графічних образів, основою якої є теорія проєкцій. Оскільки ми живемо в тривимірному світі, а папір або екрани моніторів плоскі, головним завданням інженера є правильне «перенесення» об'єкта на площину без втрати точності.
Вибір системи проєктування визначає не лише якість виготовлення деталей, а й зрозумілість конструкторської думки на всіх етапах роботи. Ортогональне проєктування за методом Монжа залишається стандартом інженерії. Воно дозволяє бачити об'єкт спереду, зверху та збоку, забезпечуючи мінімальні спотворення. У практиці це дозволяє безпомилково визначати точні розміри, що критично важливо для виготовлення деталей на верстатах.
Для полегшення розуміння складних вузлів механізмів використовуються аксонометричні проєкції. Вони дають об'ємне уявлення про форму об'єкта та допомагають швидко оцінити взаємодію різних частин конструкції. Водночас центральне проєктування (перспектива) залишається незамінним при проєктуванні великих об'єктів, таких як мости чи вокзали. Це дозволяє оцінити зручність використання та зовнішній вигляд споруди ще на стадії ескізу.
Сьогодні комп'ютерні програми (САПР) автоматизують створення проєкцій на основі 3D-моделей. Проте саме фахівець вирішує, де зробити розріз чи переріз, щоб виділити ключові елементи. Знання проєкційних систем — як знання граматики: можна мати чудову ідею, але якщо її неправильно спроєктувати на площину, її просто не зможуть реалізувати.
Вміння правильно «розкласти» об'єкт на площині залишається базовою навичкою, яка забезпечує надійність та точність будь-якої інженерної конструкції.

УДК 004.94:629.7

Застосування цифрових близнюків для валідації конструкційних змін надрамних деталей рухомого складу

асист. Демченко М.Є., студент Нєвєров Д.М.

Впровадження конструкційних змін у надрамних деталях вагонів і локомотивів поїздів без повномасштабних ресурсних випробувань пов’язане з підвищеними технічними та економічними ризиками. Надрамні елементи кузова і візка сприймають значні статичні та динамічні навантаження під час руху, тому навіть незначні зміни геометрії або матеріалу можуть суттєво вплинути на їхню міцність і довговічність. Використання технології цифрового близнюка дозволяє відтворити напружено-деформований стан конструкції в умовах реальної експлуатації поїзда та здійснити попередню валідацію змін без значних витрат часу і ресурсів.

Метою роботи є розроблення підходу до застосування цифрового близнюка для оцінювання впливу конструкційних модифікацій надрамних деталей рухомого складу на їхній ресурс і надійність. Для цього побудовано CAE-модель деталі з урахуванням фактичних граничних умов, контактних взаємодій і спектра експлуатаційних навантажень, характерних для руху поїзда на різних швидкостях і типах колії. Виконано статичний, модальний та втомний аналізи, а також моделювання циклічного навантаження з урахуванням коефіцієнтів концентрації напружень.

За результатами чисельного моделювання виявлено критичні зони локальної концентрації напружень, що виникають після запропонованих конструкційних змін. Оптимізація геометричних параметрів дозволила знизити максимальні еквівалентні напруження на 12–20 % та підвищити прогнозований ресурс деталі. Порівняння розрахункових даних з експлуатаційними показниками підтвердило адекватність цифрової моделі для інженерної валідації.

Отже, застосування цифрових близнюків у процесі модернізації конструкцій рухомого складу поїздів забезпечує підвищення точності прогнозування ресурсу, скорочення обсягів фізичних випробувань і зниження ризиків впровадження змін у серійне виробництво.

УДК 621:004

Цифрові технології та їх вплив на розвиток механічної інженерії

асист. Демченко М.Є., студент Любарський М.А.

У сучасних умовах глобальної цифровізації промисловості особливого значення набуває інтеграція інформаційних технологій у сферу механічної інженерії. Цифрові інструменти суттєво трансформують традиційні підходи до проєктування, виробництва та експлуатації машин і механізмів, забезпечуючи підвищення точності, ефективності та конкурентоспроможності інженерної продукції.

Одним із ключових напрямів розвитку є використання систем автоматизованого проєктування та інженерного аналізу, що дозволяють створювати тривимірні моделі виробів, здійснювати комп’ютерне моделювання навантажень і прогнозувати поведінку конструкцій у реальних умовах

експлуатації. Це значно скорочує терміни розробки нових виробів та мінімізує кількість помилок на етапі конструювання.
Важливим елементом цифрової трансформації є впровадження технології цифрового двійника, яка передбачає створення віртуальної моделі фізичного об'єкта з можливістю постійного моніторингу його технічного стану. Такий підхід забезпечує своєчасне виявлення дефектів, оптимізацію режимів роботи обладнання та зменшення витрат на технічне обслуговування.
Окрему роль відіграють адитивні технології виробництва, що дозволяють виготовляти складні деталі з високою точністю та мінімальними витратами матеріалу. Поєднання цифрового моделювання та 3D-друку відкриває нові можливості для створення оптимізованих конструкцій, зменшення маси виробів та підвищення їх експлуатаційних характеристик.
Інтеграція технологій штучного інтелекту та аналізу великих даних сприяє автоматизації виробничих процесів, прогнозуванню зношування елементів машин і підвищенню рівня безпеки виробництва. Концепція цифрового виробництва формує нову парадигму розвитку механічної інженерії, орієнтовану на інтелектуальні системи управління та гнучкі виробничі процеси.
Отже, цифрові технології є визначальним чинником модернізації механічної інженерії. Їх упровадження забезпечує підвищення продуктивності, зниження витрат і покращення якості продукції. Подальший розвиток галузі пов'язаний із розширенням застосування інтелектуальних систем, цифрового моделювання та автоматизованого управління виробництвом.

УДК 004.92:621

Креслення як інструмент технічної діагностики механізмів

асист. Демченко М.Є., студент Сиротюк О.В.

У сучасній інженерній практиці технічне креслення є не лише засобом графічного відображення конструкції, але й важливим інструментом діагностики технічного стану механізмів. Використання систем автоматизованого проєктування, зокрема AutoCAD, дозволяє створювати цифрові креслення, що виступають еталонною моделлю для порівняння фактичного стану деталей і вузлів без необхідності повного розбирання обладнання. Таке порівняння дає змогу виявляти відхилення від проєктних розмірів, деформації, знос або наявність пошкоджень.
Кінематичні та гідравлічні схеми, представлені у технічній документації, дозволяють простежити принцип роботи агрегату та взаємодію його складових елементів. Аналізуючи ці зв'язки, можна оперативно визначити причини несправностей і локалізувати проблемні ділянки конструкції.
На основі цифрових креслень формуються карти зносу, у яких позначаються зони підвищених навантажень. Це забезпечує можливість прогнозування ресурсу роботи деталей і своєчасного проведення їх заміни або ремонту. Перспективним напрямом є також використання графічних моделей у поєднанні з технологіями доповненої реальності, що дозволяє візуалізувати внутрішню будову механізму без його демонтажу.

Крім того, технічна документація містить допустимі межі експлуатаційних параметрів і зносу. У разі перевищення встановлених значень обладнання може бути своєчасно виведене з експлуатації для проведення технічного обслуговування. Таким чином, цифрові креслення стають ефективним засобом контролю, прогнозування та забезпечення надійності роботи механізмів.

УДК 004.94:62-192

Графічні методи моделювання технічних систем

асист. Демченко М.Є., студент Кисіль В.С.

Дослідження графічних методів моделювання технічних систем та їх застосування в сучасній інженерній діяльності охоплює використання як класичних прийомів нарисної геометрії, так і сучасних засобів комп'ютерної графіки. Розвиток технологій проєктування потребує точних і ефективних способів створення моделей технічних об'єктів, які дозволяють інженерам наочно відображати конструкції, аналізувати їхню будову та прогнозувати роботу майбутніх систем ще на етапі розробки.

Графічне моделювання базується на принципах нарисної геометрії, що забезпечують правильне відображення просторових об'єктів на площині за допомогою проекцій, розрізів і перерізів. Використання комп'ютерної графіки значно розширює можливості проєктування, дозволяючи створювати тривимірні моделі деталей, механізмів і складних технічних систем.

Сучасні CAD-технології забезпечують параметричне моделювання, автоматичне редагування конструкцій, перевірку сумісності елементів та візуалізацію роботи механізмів. Це сприяє підвищенню точності розрахунків, скороченню часу на розробку та оптимізації виробничих процесів.

УДК 625.143:629.018

Особливості експериментального оцінювання довговічності рейок залізничної колії метрополітенів

доц. Ковальчук В.В., аспірант Юсуф А.Ю.

Прогнозування довговічності рейок залізничної колії метрополітенів має важливе практичне значення з точки зору аналізу можливостей збільшення терміну служби колії. Це завдання є багатокритеріальним, адже довговічність залізничних рейок залежить від багатьох факторів (силових, кліматичних, електромагнітних та ін.). Переважно стан залізничних колій обумовлений строком служби рейок, ступенем динамічних навантажень та особливостями умов експлуатації. На відміну від магістральних залізниць колії метрополітенів мають підземні та наземні ділянки з різним конструктивним улаштуванням і температурними умовами роботи. Внаслідок особливостей температурної роботи в рейках виникають додаткові температурні напруження. Проведення аналізу епюр поздовжніх температурних сил, що діють в рейках, є необхідним для визначення умов безпечної експлуатації колії. Також значний вплив на величину і характер розподілу напружень і деформацій в рейках мають конструктивні особливості верхньої будови залізничної колії метрополітенів (вертикальна жорсткість колії, величина нахилу рейки, ширина колії тощо),

геометричні параметри контактних поверхонь рейок і коліс рухомого складу. Указані фактори мають значний вплив на еволюцію напружено-деформованого стану рейки в процесі експлуатаційних навантажень під колесами рухомого складу, на кінетику накопичення пошкоджень і на появу дефектів. Контактні напруження безпосередньо впливають на утворення дефектів контактно-втомлювального походження, які призводять до утворення поверхневих і внутрішніх тріщин у головці рейки. Методика оцінювання залишкового ресурсу пошкоджених рейок має враховувати умови роботи рейки у колії метрополітену, а також характер наявних дефектів та їх можливий розвиток при подальшій експлуатації рейки. При експериментальних дослідженнях на циклічну витривалість вибір і обґрунтування схеми завантаження рейки має базуватись на принципах якомога більшої відповідності умов проведення експериментів до умов роботи рейки в колії. При цьому за основу потрібно брати напружений стан рейки. При виборі величини необхідного навантаження для дослідного зразка рейки, що випробовується на витривалість, слід орієнтуватись на рівень експлуатаційних напружень у рейках і на величину згинального моменту. Контроль напружено-деформованого стану дозволяє своєчасно виявляти відхилення у роботі конструктивних елементів та прогнозувати їх подальший стан.

УДК 625.1

Використання композитної арматури в конструктивних елементах будови залізничної колії

доц. Ковальчук В.В., аспірант Ярухін Ю.Ю.

Вимоги до конструкційних елементів будови залізничної колії змінюються адже змінюються умови експлуатації залізниць (збільшення швидкості руху, осьових навантажень рухомого складу, вантажонапруженості, підвищення провізної спроможності залізниці тощо). Тому актуальною темою сучасних досліджень у транспортному будівництві є використання інноваційних технологій щодо удосконалення традиційних будівельних матеріалів. У залізничній галузі, зокрема, традиційні шпали, що нині використовуються (дерев'яні, металеві, попередньо напружені залізобетонні шпали, а також клеєні дерев'яні) мають недоліки, які в зумовлюють високу вартість будівництва та експлуатації залізниць, значні додаткові витрати на підвищення ресурсу та довговічності конструкцій шляху, забезпечення безпеки руху. Дослідження потенційних причин відмов залізничних шпал показують, що традиційні матеріали не задовольняють повною мірою вимоги щодо стійкості до механічного, біологічного та хімічного руйнування. При цьому привертає увагу те, що останнім часом стрімко зростає світовий ринок композитів завдяки їхнім численним перевагам (високе співвідношення міцності до ваги, відмінна стійкість до корозії і вологи, термічна та електрична непровідність та ін). Цей матеріал може бути спроектований відповідно до специфічних вимог залізничних шпал і тоді композитні залізничні шпали можуть бути відповідною альтернативою існуючим шпалам як у магістральних, так і у важких залізничних мережах. Експериментальні дослідження і випробування на стиск,

вигин та розтяг свідчать про те, що композити відповідають техніко-економічним аспектам та придатні для застосування і у шпалах стрілочних переводів. Заміна сталевої арматури композитною арматурою може дозволити зменшити ушкоджуваність шпал під час експлуатації за рахунок зниження напружень, що розтягують, у поперечному напрямку. Корозійна стійкість, яка спостерігається в композитних матеріалах і при взаємодії з агресивним середовищем, а також стійкість до температурних перепадів, мала вага, покращені механічні властивості та інші переваги зумовлюють поширення використання композитів у конструктивних елементах будови залізничної колії.

УДК 621.01:531.133

Вплив геометрії ланок на точність ходу і швидкість механізмів важільного типу

доц. Ковальчук В.В., студент Смицька А.Г.

Важільні механізми є базовими елементами сучасних машин, оскільки вони ефективно перетворюють рух і передають зусилля між ланками. Вони мають у багатьох випадках просту конструкцію і відповідно відносно невисоку вартість виготовлення. Їхні переваги зумовлені властивостями нижчих кінематичних пар, утворених ланками механізмів. При цьому важільні механізми відповідають вимогам надійності і витривалості. Тому поширеним є використання таких механізмів як складових елементів технічних пристроїв та обладнання, для яких важливе значення мають точність переміщень, повторюваність циклів і стабільність роботи. Конструктивні параметри, такі як довжина ланок, розташування шарнірів та кути між елементами, визначають кінематичний профіль механізму. Від них залежить швидкість переміщення вихідної ланки та точність позиціонування робочих точок. Навіть невеликі зміни параметрів ланок можуть значно змінити рух і точність системи. Використання аналітичних розрахунків у поєднанні із комп'ютерним моделюванням і чисельними експериментами дозволяють прогнозувати поведінку механізму ще на етапі проектування. Застосування засобів прикладних інженерних програм і методів автоматизованого проєктування дають змогу перевіряти різні варіанти конструкції та швидко визначати параметри для забезпечення плавного і стабільного руху без ударних навантажень. Такий підхід скорочує час розробки і підвищує надійність багатоланкових систем, що особливо важливо в конструкторській практиці при проектуванні сучасних механізмів

УДК 519.23:656.2

Використання статистичного аналізу в інженерії залізничних транспортних систем

асист. Демченко М.Є., студенти Білобородов А.І., Марчук Д.В.

Статистичне моделювання з використанням сучасного програмного забезпечення є одним з ефективних способів виявлення і розуміння закономірностей в різних транспортних системах. Ідея такого моделювання полягає в заміні реального процесу зручним математичним об'єктом

(математичною моделлю), що базується на статистичних вихідних даних. Така модель відтворює основні найважливіші й суттєві характеристики функціонування транспортної системи. Ці характеристики і найбільш впливові фактори можна виявити при розрахунках методами кореляційного аналізу. Застосування регресійного аналізу дозволяє побудувати аналітичні залежності зміни результативних ознак під впливом зміни факторних ознак. Широке використання статистичного моделювання для обґрунтування і прийняття рішень органами керування транспортними системами базується на кількісному аналізі із застосуванням алгоритмів роботи з масивами числових даних. Зокрема для первинного аналізу ефективності залізничних транспортних систем використовують засоби прикладних програм для визначення максимальних і мінімальних елементів масиву, сортування даних масиву за ознаками, об'єднання даних, сплайнова інтерполяція та ін. Подальші етапи розрахунків полягають у використанні побудованої статистичної моделі для прогнозування показників і прийняття оптимальних рішень щодо функціонування досліджуваної транспортної системи. При цьому важливою передумовою для побудови моделі і проведення розрахунків є наявність достовірних, об'єктивних та кількісно вимірюваних даних.

УДК 531.25:624.21.036

Особливості статичного розрахунку мостових конструкцій

доц. Ковальчук В.В., студент Терещук Є.О.

Розвиток залізниці вимагає побудови дуже надійних об'єктів, серед яких особливу роль відіграють мости. З точки зору статичного розрахунку залізничний міст є складною конструкцією, що перебуває під дією як рухомого, так і нерухомого навантаження. Для забезпечення умова надійності мостових конструкцій потрібні точні математичні розрахунки з урахуванням всіх навантажень і геометричних особливостей. Зазвичай при проектних розрахунках навантаження поділяють на два типи. До першого типу належать постійні навантаження (вага конструктивних елементів). Другим типом є тимчасові навантаження (вага поїздів). Особливості проектних розрахунків залізничних мостів полягає в тому, що при проходженні потягу тиск відбувається не на всю поверхню одразу. Створюється сильний точковий, зосереджений тиск через колеса локомотивів і вагонів на рейки, а ті передають його прямо на вузли моста. Для розрахунку напружень всередині деталей моста, ці деталі розглядають як систему з'єднаних між собою стрижнів. За допомогою класичних методів розраховують зусилля в стержнях та аналізують напружено-деформований стан. Також важливим етапом є розрахунок опор мостових конструкцій. Точність проведених проектних розрахунків забезпечує безпечну експлуатацію конструкції і водночас дає можливість для раціонального використання будівельних матеріалів.

УДК 629.4.015:531.3

Динамічна взаємодія колеса та рейки: механіка сил та безпека руху

доц. Ковальчук В.В., студент Свитко С.О.

Рух поїзда є складною задачею теоретичної механіки, у якій система з багатьох тіл взаємодіє з опорною поверхнею через контактну пляму надзвичайно малих розмірів. Саме в цій зоні зосереджені сили, що визначають траєкторію руху та безпеку рухомого складу.

З точки зору механіки вагон можна розглядати як систему твердих тіл, з'єднаних між собою пружними елементами, такими як ресори та амортизатори. Важливою особливістю взаємодії колеса і рейки є конічна форма поверхні кочення колеса. Така геометрія спричиняє виникнення поперечних автоколивань: у разі зміщення колеса відносно осі колії виникає повертальна сила, що прагне повернути його у центральне положення.

Однак зі зростанням швидкості руху ці коливання можуть набувати резонансного характеру, що призводить до динамічної нестабільності системи та негативно впливає на стійкість поїзда. При цьому рух колеса по рейці не є чистим коченням, оскільки в зоні контакту завжди виникає мікроскопічне проковзування, яке описується законами тертя.

Якщо тягове зусилля перевищує силу зчеплення колеса з рейкою, виникає буксування, що свідчить про перехід системи до нестійкого механічного стану. Крім того, під час руху на поїзд діють значні поперечні сили, особливо на криволінійних ділянках колії. Використання принципів динамічної рівноваги дає змогу визначити критичне співвідношення між бічною силою тиску колеса на рейку та вертикальним навантаженням.

Порушення цього співвідношення може призвести до підйому гребеня колеса на рейку, що створює загрозу сходу рухомого складу з колії. Розуміння зазначених процесів дозволяє підвищувати безпеку руху шляхом оптимального налаштування параметрів підвіски, зменшення динамічних навантажень і забезпечення плавності ходу поїзда.

УДК 531.1:629.03

Аналітичні методи дослідження кінематики важільних механізмів

доц. Ковальчук В.В., студент Рехліцький О.О.

Кінематичний аналіз важільних механізмів є ключовим етапом у процесі проектування машин і механізмів, оскільки дозволяє встановити відповідність між конструктивною будовою системи та її функціональними можливостями. Основна задача аналітичного аналізу полягає у визначенні параметрів руху ланок за заданими геометричними характеристиками механізму. В умовах зростання вимог до точності та швидкості обробки даних особливого значення набувають аналітичні методи дослідження, які дозволяють досягти високої точності розрахунків, скоротити час на етапах проектування без необхідності застосування трудомісткого експерименту. Із переваг аналітичних методів слід зазначити їхню універсальність, адже їх можна застосовувати до різних типів механізмів, незалежно від складності будови механізмів. Найпоширенішими з указаних методів є геометричні, що базуються на застосуванні геометричних

властивостей механізмів, та метод координат, для якого використовують системи рівнянь, що описують координатним способом положення рухомих ланок у просторі. Для кінематичного аналізу важільних механізмів доцільним є використання векторних методів, ідея яких полягає у тому, що кінематичну схему механізму можна подати за допомогою вільних векторів ланок і радіус-векторів характерних точок. При аналізі складних механізмів найбільш ефективними є диференціальні методи, за допомогою яких можна отримати аналітичні залежності між швидкостями руху і положеннями ланок механізму. Поєднання аналітичних методів з комп'ютерними технологіями відкриває нові можливості в інженерній практиці, забезпечуючи ефективне конструювання і дослідження сучасних механізмів

УДК 621.01

Кінематичний аналіз механізмів типових технічних засобів

доц. Ковальчук В. В., студент Парубець Д. В.

Основними завданнями кінематичного аналізу механізмів є: визначення положення всіх рухомих ланок в межах одного періоду руху, побудова траєкторій характерних точок механізму, визначення лінійних швидкостей точок і кутових швидкостей ланок, а також визначення лінійних прискорень точок і кутових прискорень ланок механізму. Визначення траєкторій характерних точок механізму дає можливість відслідкувати взаємні положення ланок протягом одного періоду руху і намітити контур корпусу машини. Це має особливе значення для тих випадків, коли рух ланок відбувається всередині корпусу машини, адже при цьому можливою є небезпека співударів останніх. Визначення швидкостей і прискорень є необхідною умовою для оцінювання впливу на окремі ланки і на всю машину сил інерції, які в сучасних швидкохідних машинах досягають величин, що в сотні разів перевищують власну вагу ланок. У типових технічних засобах наявність додаткових сил інерції, зумовлених прискореним рухом, збільшує навантаження на підшипники, що в свою чергу, призводить до збільшення сил тертя та порушення теплового балансу і режиму змащування. Періодичний рух є характерним для більшості машин. При цьому періодом вважають проміжок часу, за який механізм повертається в початкове положення, а всі його кінематичні характеристики приймають початкові значення, після чого процес повторюється за певною закономірністю. При аналізі кінематики механізмів дослідження проводять із суто геометричної точки зору, тобто без врахування причин, які викликають рух ланок. При цьому враховують фактор змін, що відбуваються з плином часу. Найбільш повно розробленими методами кінематичного дослідження є графічні методи, які потребують побудови схеми механізму для різних положень ведучої ланки за один період руху і виконання відповідних цим положенням масштабованих геометричних побудов. Переваги таких методів зумовлюють широке застосування на практиці при кінематичних і кінетостатичних розрахунках механізмів. Треба зазначити також, і недоліки графічних методів, основний із яких полягає у неможливості встановлення ступеня точності графічних побудов. Оскільки кожна наступна побудова базується на попередній, то це нерідко призводить до нагромадження похибок.

УДК 531.25:656.2.073

Розрахунок загального центру ваги завантаженого вагона

доц. Ковальчук В.В., студент Хоменко Б.С.

Згідно з регламентованими технічними вимогами щодо перевезення вантажів залізницею правильний розрахунок положення центру ваги вагона або залізничної платформи безпосередньо впливає на стійкість руху, безпеку перевезень і рівномірний розподіл навантаження на осі рухомого складу. Тому в умовах підвищення провізної спроможності залізниці визначення загального центру ваги завантаженого залізничного вагона є однією з важливих розрахункових задач. Для порожнього вагона центр ваги визначається його конструкцією та геометрією. Однак при завантаженні положення цієї точки змінюється залежно від маси вантажу та способу його розміщення. Для визначення загального центру ваги системи «вагон – вантаж» використовують метод моментів. Розрахункові формули методу враховують відомі маси окремих елементів і координати їхнього розташування. Якщо вантаж розміщений нерівномірно або зміщений, то загальний центр ваги також зміщується. Це може призвести до перевантаження окремих колісних пар, підвищеного зношування елементів ходової частини та навіть сходження вагона з рейок на криволінійних ділянках колії. Тому при навантаженні дотримуються правил симетрії та допустимих меж зміщення центру ваги. Особливо важливим є контроль висоти центру ваги. Чим вище він розташований, тим менш стійкою є система. При проходженні кривих на вагон діє відцентрова сила, яка може спричинити перекидання, якщо момент цієї сили перевищить момент сили тяжіння. Оскільки залізничний транспорт у наш час широко використовують для перевезення різних видів вантажів практично на будь-якому підприємстві, украй важливо створити умови для безпечного руху поїздів. Визначення зміщення центру ваги вантажу відносно осей симетрії залізничного вагона дозволяє оперативно виявляти небезпечні відхилення в його стійкості й тим збільшити безпеку під час руху поїзда. Останнім часом це питання є актуальним у зв’язку з підвищенням вимог залізниці до допустимих значень поздовжнього та поперечного зміщення вантажу під час завантаження вагона й на шляху його прямування.

УДК 531.312.1:625.032.07

Застосування принципу Даламбера для розрахунку стійкості вагонів у кривих ділянках колії

доц. Ковальчук В.В., студент Матвєєв О.В.

Забезпечення безпеки руху на залізничному транспорті є комплексним завданням, де одним із найбільш критичних етапів є подолання рухомим складом кривих ділянок колії. На відміну від прямолінійного руху, де основними є вертикальні навантаження, рух у кривій супроводжується появою значних поперечних сил, що можуть призвести до перекидання вагона або зсуву рейко-шпальної решітки. Для аналізу таких складних динамічних процесів доцільно використовувати принцип Даламбера, який дозволяє звести задачу динаміки до задачі статики про рівновагу. При застосуванні цього

принципу до системи активних сил і сил реакцій в'язей вводять ще додаткові сил інерції, які зумовлені прискореним рухом. При проходженні кривої ділянки колії на вагон діє відцентрова сила інерції, яка спрямована від центра кривої. Вона створює перекидний момент, яка прагне підняти внутрішні колеса над рейкою. Застосування принципу Даламбера дозволяє розрахувати такий параметр, як коефіцієнт стійкості проти перекидання. Для компенсації шкідливого впливу сил інерції на залізниці використовують спеціальні технічні рішення, зокрема влаштування підвищення зовнішньої рейки. Розрахунок необхідної висоти цього підвищення базується саме на знаходженні балансу між силою тяжіння та відцентровою силою інерції. Якщо швидкість потяга відповідає розрахунковій, то рівнодійна всіх сил проходить через центр колії, що гарантує рівномірне зношування рейок та максимальний комфорт для пасажирів. Проте в реальних умовах експлуатації рух потягів відбувається з різними швидкостями. Відповідні розрахунки за принципом Даламбера дозволяють визначити безпечні діапазони швидкості для кожного радіуса кривої. Також цей метод дозволяє оцінити вплив висоти центру ваги вагона на його стійкість, що є критично важливим при перевезенні великогабаритних вантажів.

Підсекція проблеми та перспективи розвитку у вагонобудуванні

УДК 629.463

Особливості комфортабельності сучасних пасажирських вагонів

доц. Іщенко В.М., аспірант Яровий Є.М.

Особливості комфортабельності сучасних пасажирських вагонів визначаються наявністю кондиціонера, біотуалету, розеток/USB-портів, зручністю спальних місць. Сучасні вагони пропонують більш високий рівень сервісу, наявність душу, відеоспостереження та персонального освітлення.

Укрзалізниця планує ввести потяги класу «економ», «стандарт», «комфорт». Вони відрізняються наявністю кондиціонера, біотуалету, новою постільною білизною та вартістю квитка. Потяги класу «комфорт» будуть складатися тільки з нових купейних, капітально відремонтованих, або СВ-вагонів, з кондиціонерами і біотуалетами. Ще для пасажирів буде послуга повноцінного харчування, нова постільна білизна, холодильник і мікрохвильова піч.

Якщо «комфортні» потяги повинні бути віком не старше 10 років, то планка для складів «стандарт» класу – до 20 років. Спальні вагони будуть майже як «комфортні», проте не гарантуватимуться розетки в кожному купе, і вік постільної білизни не буде обмежений 6 місяцями. У плацкартних вагонах «стандарту» не буде ні кондиціонера, ні біотуалету. Їздитимуть «стандартні» потяги повільними – до 70 км/год. З усіх інших потягів старше 20 років зроблять «економ» клас. Кондиціонер і біотуалет буде тільки в СВ-вагонах. У плацкартних і купе-вагонах «економ» класу будуть найнижчі умови комфорту.

Всього в парку Укрзалізниці більше 3000 вагонів. При цьому кількість тепло- і електровозів віком до 8 років становило 92 одиниці. Саме на цей рухомий склад і поширюватиметься ця класифікація пасажирських потягів та пасажирських вагонів.

УДК 629.4.048

О виборі альтернативного холодоагенту для систем кондиціонування повітря пасажирських вагонів

доц. Іщенко В.М., проф. Брайковська Н.С., ст. викл. Демченко Ю.В., асист. Горлушко Ю.В.

Пасажирські перевезення є одним з основних видів діяльності залізничного транспорту. Пасажирський рухомий склад забезпечує перевезення пасажирів зі створенням та підтриманням комфортних умов, що досягається системами кондиціонування повітря. На залізницях України в експлуатації знаходяться пасажирські вагони з системами кондиціонування повітря типу МАБ-II, АВК-30 та ін. Холодильні машини МАБ-II та АВК-30 розраховані на використання холодоагентів R12 та R22, які відповідно з Монреальським протоколом визнані озоноруйнуючими речовинами і їх виробництво та використання в теперішній час заборонено. В зв'язку з цим виникає необхідність забезпечення працездатності холодильних машин систем кондиціонування повітря шляхом використання альтернативного холодоагенту.

В якості альтернатив R12 та К22 розглядаються, як перехідні холодоагенти з потенціалом руйнування озону ODP = 0 та потенціалом глобального потепління GWP < 2500. До таких холодоагентів належать R404a, R407C, R507a, R134a, R410A.

Раціональний вибір альтернативного холодоагенту для конкретного типу холодильної машини стає компромісом між еколого - енергетичними показниками холодоагентів, що використовуються.

Для розв'язання цього питання використані критерії традиційної оцінки основних екологічних та енергетичних показників холодоагентів. Екологічні показники холодоагентів – потенціал руйнування озону ODP та потенціал глобального потепління GWP, енергетичні – температура кипіння холодоагенту при атмосферному тиску, тиск конденсації, різниця тисків конденсації та кипіння, холодильний коефіцієнт.

Враховуючи ринок холодоагентів України, досвід попередніх досліджень, критерії традиційної оцінки основних екологічних та енергетичних показників, для заміни холодоагентів R12 та R22 в холодильних машинах систем кондиціонування повітря типу МАБ-II та АВК-30 прийнятий альтернативний холодоагент R134a з ODP = 0, GWP = 1300, при температурі конденсації +30ºС та температурі кипіння +5ºС тиск конденсації 7,6 МПа, різниця тисків конденсації та кипіння 4,2 МПа, холодильний коефіцієнт 8,0.

На теперішній час виробничі підрозділи філії «Пасажирська компанія» АТ «Укрзалізниця» здійснюють переведення холодильного обладнання систем кондиціонування повітря типу МАБ-II та АВК-30 пасажирських вагонів на альтернативний холодоагент R134a та забезпечують їх експлуатацію.

УДК 629.4

Логістика як фактор підвищення ефективного функціонування виробництва по ремонту рухомого складу залізниць

проф. Брайковська Н.С., доц. Іщенко В.М., аспірант Маленко А.Р.

Логістика як мистецтво комплексного керування матеріальними, інформаційними, фінансовими та іншими потоками на шляху від джерела сировини до кінцевого споживача застосовується вже багато років, пройшовши у своєму розвитку декілька етапів. На сучасному рівні визначальною стала реалізація принципу руху ресурсів і продукції «точно в строк» із широким використанням інформатики й оптимізації виробництва. Суть цього підходу полягає в тім, що в основному виробництві використовується технологія, що дозволяє обходитися без великих запасів істотних обсягів матеріалів, сировини, напівфабрикатів і комплектуючих виробів, у той час як у системі забезпечення передбачаються постачання в строго визначений час через відповідні інтервали. За цією технологією подача вантажів у зону виробничого споживання в необхідних випадках здійснюється з точністю до декількох хвилин. На цьому етапі складаються елементи цілісного вираження логістики, поставляючи масу продукції, що знаходиться в русі і на складах, для включення в короткий термін безпосередньо у виробничий процес, а також скорочуючи час проходження через ці ланки.

Можливість наскрізного моніторингу всіх етапів руху сировини, деталей і готової продукції дозволить чітко враховувати величезні втрати, що припускаються в традиційних схемах управління матеріальними потоками. Це економічний виграш, отриманий від використання логістики для підвищення ефективного функціонування виробництва по ремонту рухомого складу залізниць. Виходячи з ринкової стратегії господарської структури і її задач логістика допомагає структурним, функціональним підрозділам постачання, виробництва, збуту і управління вирішити проблеми цих підрозділів у питаннях управління матеріальними й інформаційними потоками.

УДК 629.4

Створення нових методів ремонту рухомого складу з урахуванням гнучких потокових технологій

проф. Брайковська Н.С., доц. Іщенко В.М., студенти Карпуніна К.І., Климчук Б.М.

Основна задача вагоноремонтних підприємств полягає у підвищенні якості ремонту вагонів та зростанні продуктивності праці, що спричинить покращення безпеки руху поїздів, збільшення пропускної спроможності підприємств і скорочення часу перебування вагонів в ремонті. Проте на сьогоднішній день для покращення деповської вагоноремонтної бази необхідно не тільки матеріальні засоби, а й прогресивні технічні рішення і інноваційні технології. Підвищення якості ремонту вагонів, скорочення часу перебування вагонів в ремонті, створення умов для постійного зростання продуктивності праці є найбільш важливими вимогами для вагоноремонтних підприємств в сучасних умовах. Тому перехід на використання нових методів ремонту вагонів є однією

з основних задач вагонного господарства, в основу яких може бути покладено використання гнучких потокових ліній. Для цього типу потоку синхронізація часу виконання операцій на ремонтних позиціях не актуальна, так як переміщення вагонів відбувається незалежно один від одного (індивідуально). Головною перевагою гнучких потокових ліній є те, що вони дозволяють адаптуватись до трудомісткості кожного вагону, а це позитивно відображається на загальному часі простоювання вагонів в ремонті. Гнучкі потоки дозволяють досягти декількох можливих варіантів шляху переміщення вагонів під час ремонту. Для впровадження гнучких потокові лінії необхідною умовою є можливість переміщення вагонів між спеціалізованими позиціям, які призначені виключно для виконання визначеного об'єму роботи та оснащенні спеціальним технологічним обладнанням. Ця умова виконується за допомогою трансбодерних візків, які самостійно здійснюють навантаження та вивантаження вагонів і переміщуються окремим транспортним коридором, що виключає потрапляння в механізм випадкових сторонніх предметів із ремонтної зони. Будівництво вагоноремонтних підприємств нового покоління, які будуть адаптовані до ремонту кожного конкретного вагону з використанням гнучких потокових ліній є основою подальшого розвитку вагонного господарства.

УДК 25.282:625.032.07

Обґрунтування мінімально-допустимої товщини гребеня колеса залізничного рухомого складу

проф. Сапронова С.Ю., аспіранти Сиваківський С.В., Артюшенко Б.В., Воробйов О.В. (Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля)

Надійність та безпечність роботи залізничного рухомого складу значною мірою визначаються технічним станом колісних пар, зокрема параметрами профілю колеса. Одним із ключових геометричних показників, що впливають на керувальну здатність і стійкість руху, є товщина гребеня. Зношування гребеня в процесі експлуатації призводить до поступового зменшення цього параметра, що, у свою чергу, підвищує ризик розвитку небезпечних режимів взаємодії «колесо-рейка». Саме тому визначення мінімально-допустимої товщини гребеня має важливе значення для планування технічного обслуговування, оцінювання ресурсу колісної пари та запобігання аварійним ситуаціям.

Метою роботи є наукове обґрунтування мінімально-допустимої товщини гребеня колеса шляхом аналізу закономірностей його зношування, особливостей контактної взаємодії з рейкою та впливу геометричних параметрів на безпеку руху.

Відповідно до мети поставлено наступні завдання дослідження: дослідити характер та інтенсивність зношування гребеня залежно від матеріалу колеса, профілю, умов експлуатації та параметрів рейкової колії, спираючись на результати робіт, присвячених аналізу контактних процесів у системі «колесо-рейка»; оцінити вплив зменшення товщини гребеня на стійкість руху, рівень бічних сил та ризик сходження, використовуючи дані математичного моделювання та стендових досліджень; проаналізувати ефективність

оптимізованих профілів коліс, спрямованих на зниження інтенсивності зношування гребеня та продовження його ресурсу.
Дослідження показують, що оптимізація форми гребеня дозволяє суттєво зменшити його зношування, однак навіть для оптимізованих профілів необхідно дотримуватися чітко визначених мінімальних значень товщини. Сучасні технології вимірювання забезпечують можливість контролювати процес зношування в реальному часі та прогнозувати досягнення граничних значень. Це відкриває можливість переходу до адаптивного технічного обслуговування, що підвищує ефективність використання колісних пар та сприяє зниженню експлуатаційних витрат.
Сформульовано висновки дослідження: мінімально-допустима товщина гребеня повинна визначатися комплексно, з урахуванням характеристик зношування, умов експлуатації та динамічної взаємодії колеса з рейкою; оптимізація профілю колеса може значно зменшити інтенсивність зношування, проте не скасовує необхідності визначення науково обґрунтованої мінімальної товщини для забезпечення безпеки; обґрунтування мінімально-допустимої товщини гребеня є важливим елементом системи технічного обслуговування та гарантією безпечної та економічно ефективної експлуатації залізничного рухомого складу.

УДК 629.4.083:658.26

Аналіз впровадження ресурсозберігаючих технологій у вагоноремонтному виробництві

проф. Сапронова С.Ю., аспірант Пархомчук В.А., студент Батир А.Д.

Вагоноремонтне виробництво є важливою складовою забезпечення безперебійної роботи рухомого складу, однак воно пов’язане зі значними витратами металу, енергоресурсів і трудових ресурсів. Постійне підвищення вартості матеріалів та енергії, а також необхідність модернізації виробничих потужностей зумовлюють потребу у впровадженні ресурсозберігаючих технологій.
Метою дослідження є обґрунтування доцільності та визначення основних напрямів впровадження ресурсозберігаючих технологій у вагоноремонтному виробництві з метою підвищення його економічної та екологічної ефективності.
Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі: проаналізувати основні види ресурсів, що використовуються у вагоноремонтному виробництві; визначити сучасні технології, спрямовані на зменшення матеріальних та енергетичних витрат; оцінити можливості відновлення та повторного використання деталей; обґрунтувати організаційні заходи щодо впровадження ресурсозбереження; визначити очікуваний економічний та екологічний ефект від реалізації запропонованих заходів.
Одним із ключових напрямів впровадження ресурсозберігаючих технологій є впровадження енергоефективного обладнання, зокрема використання сучасних електроприводів із частотним регулюванням, енергозберігаючих систем освітлення та оптимізованих систем вентиляції. Це дозволяє зменшити споживання електроенергії та знизити експлуатаційні витрати.

Важливим напрямом є матеріалозбереження, що реалізується через застосування прогресивних методів відновлення зношених деталей – наплавлення, газотермічного напилення, механічної обробки з мінімальними припусками. Такі технології забезпечують продовження терміну служби вузлів і агрегатів без їх повної заміни, що значно скорочує витрати металу та інших матеріалів.

Суттєву роль відіграє впровадження цифрових технологій і систем технічної діагностики. Перехід від планово-попереджувальної системи ремонту до обслуговування за фактичним технічним станом, яке дозволяє уникнути передчасного втручання та раціонально використовувати ресурси.

Таким чином, впровадження ресурсозберігаючих технологій у вагоноремонтному виробництві є необхідним напрямом його модернізації. Застосування енергоефективного обладнання, сучасних методів відновлення деталей та цифрових систем контролю забезпечує зниження матеріальних і енергетичних витрат, підвищення якості ремонту та зменшення негативного впливу на довкілля. Комплексна реалізація зазначених заходів сприятиме підвищенню конкурентоспроможності підприємств та їх сталому розвитку в довгостроковій перспективі.

УДК 629.4.027:656.2.08

Аналіз застосування систем контролю технічного стану для підвищення безпеки руху вантажних вагонів

проф. Сапронова С.Ю., аспірант Леонов С.М.

Сучасний розвиток залізничного транспорту супроводжується зростанням обсягів вантажних перевезень, підвищенням швидкостей руху поїздів та інтенсивності експлуатації рухомого складу. У цих умовах особливої актуальності набуває забезпечення високого рівня безпеки руху вантажних вагонів. Одним із важливих факторів, що впливають на безпеку перевезень, є технічний стан елементів ходової частини вагона, зокрема колісних пар, буксових вузлів, елементів підвіски та гальмівного обладнання.

Під час експлуатації рухомого складу зазначені елементи зазнають значних механічних і динамічних навантажень, що може призводити до виникнення дефектів, підвищеного зношування та відмов. Несвоєчасне виявлення таких пошкоджень підвищує ризик виникнення аварійних ситуацій та негативно впливає на безпеку руху поїздів. У зв’язку з цим важливого значення набуває створення та впровадження сучасних систем контролю технічного стану вантажних вагонів.

Системи контролю технічного стану дозволяють здійснювати оперативний моніторинг параметрів роботи основних вузлів рухомого складу, виявляти відхилення від нормального режиму експлуатації та своєчасно прогнозувати можливі відмови. Використання таких систем базується на застосуванні сучасних засобів діагностики, датчиків вимірювання динамічних параметрів, а також інформаційних технологій обробки та аналізу отриманих даних. Це створює можливість переходу від планово-попереджувальної системи

обслуговування до системи технічного обслуговування за фактичним станом обладнання.
Впровадження систем контролю технічного стану вантажних вагонів є ефективним напрямом підвищення рівня безпеки руху на залізничному транспорті. Результати досліджень можуть бути використані для вдосконалення методів діагностики, підвищення надійності рухомого складу та оптимізації процесів технічного обслуговування вантажних вагонів.

УДК 629.463

Дослідження залишкового ресурсу несівних конструкцій вагоповірочних вагонів з завершеним терміном служби

проф. Фомін.О.В., докторант Прокопенко П.М.

В даний час значна кількість одиниць вагоповірочних вагонів колії 1520 мм в Україні має термін служби, який перевищує призначений заводом – виробником. У той же час багаторічний досвід діагностування спеціалізованими організаціями технічного стану вантажних та вагоповірочних вагонів після тривалої експлуатації показує, що зазначений в технічних умовах призначений строк служби у більшості випадків далекий від граничного. Багато в чому це пов’язано, як з істотним запасом міцності, який закладений при проектуванні, так і з особливостями експлуатації конкретного типу вагонів.
В рамках даного дослідження поставлено за мету вирішити науково-практичне завдання зі створення теоретичних положень з особливостей оцінки та визначення залишкового ресурсу несучих металевих конструкцій вагоповірочних вагонів.
В рамках даного дослідження проведено наступні роботи. Контрольні випробування для експериментальної перевірки відповідності показників міцності конструкції вагону вимогам діючих нормативних документів.
Контрольні випробування включають:
- статичні випробування на міцність від дії вертикального навантаження;
- скидання з клинів;
- типові випробування на міцність при зіткненні.

Типові випробування міцності при зіткненні для визначення і оцінки динамічних напружень і деформацій в несучих конструкціях рами та кузова вагона при прикладанні нормативних ударних сил через автозчепне обладнання.
Ходові міцнісні випробування візка 18-102 для визначається напруження (деформації) у досліджуваних перерізах і точках елементів візка.
Вході проведення теоретичних досліджень з визначення можливості продовження строку служби вагоповірочних вагонів, які експлуатуються на залізницях України, було визначено, що стан несучих металевих конструкцій вагонів після тривалої експлуатації не наближається до граничного. Проаналізувавши величину середньо-добового пробігу вагоповірочних вагонів було встановлено, що він на 60-70% менший за пробіг вантажних вагонів на базі яких збудовані вагоповірочні вагони. Враховуючи вище зазначені відмінності в конструкції вагонів, особливостях експлуатації та менший пробіг,

їх необхідно враховувати під час оцінки залишкового ресурсу вагоповірочних вагонів та візка УВЗ-9М. Таким чином отримані теоретичні результати дозволять розробити комплекс робіт та заходів для оцінки залишкового ресурсу несучих металевих конструкцій вагоповірочних вагонів та візка моделі 18-102, які експлуатуються на залізницях України.

УДК 629.463

Використання DLS- покриттів для збільшення термінів служби вантажних вагонів

проф. Фомін.О.В., аспірант Козинка О.С.

Сучасний ринок залізничних перевезень вимагає підвищення надійності рухомого складу, зниження експлуатаційних витрат та подовження міжремонтних інтервалів. Вантажні вагони працюють в умовах інтенсивних механічних навантажень, абразивного зносу, корозійного впливу вологи, солей та агресивних середовищ. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває впровадження сучасних інженерних рішень, зокрема DLS-покриттів як інструменту підвищення довговічності елементів конструкції.

DLS-покриття (Diamond-Like Carbon) – це тонкі функціональні шари з підвищеною твердістю, низьким коефіцієнтом тертя та високою зносостійкістю. Надтверда антифрикційна броня. За своїми властивостями вони наближені до алмазоподібних структур, що забезпечує поєднання міцності та хімічної інертності. Такі покриття наносяться методами фізичного або плазмохімічного осадження у вакуумі, що дозволяє формувати рівномірний шар із контрольованою товщиною та адгезією до основного металу.

Основними вузлами вантажного вагона, де застосування DLS-покриттів є найбільш доцільним, є: елементи автозчепного пристрою, деталі гальмівних механізмів, вузли ковзання та тертя в буксових вузлах, а також поверхні, що піддаються абразивному впливу сипких вантажів. Зменшення коефіцієнта тертя сприяє зниженню енергетичних втрат, температурних навантажень та ризику задирів. Підвищена твердість покриття зменшує швидкість зношування, а хімічна стійкість – сповільнює розвиток корозійних процесів. Практичні дослідження показують, що застосування DLS-покриттів дозволяє збільшити ресурс окремих деталей у 1,5–3 рази залежно від умов експлуатації. Це безпосередньо впливає на зниження витрат на технічне обслуговування, скорочення простоїв вагонів у ремонті та підвищення коефіцієнта їх використання. Окрім економічного ефекту, важливою є й складова безпеки – стабільність характеристик тертя та зносу сприяє передбачуваності роботи вузлів і зменшує ймовірність відмов. Особливу увагу слід приділити інтеграції DLS-технологій у процес модернізації вагонного парку. Нанесення покриттів може здійснюватися як під час виготовлення нових деталей, так і в рамках відновлювального ремонту. При цьому необхідно враховувати технологічну сумісність матеріалів основи, параметри навантажень та економічну доцільність застосування для кожного типу вузла.

Таким чином, використання DLS-покриттів є перспективним напрямом підвищення довговічності вантажних вагонів. Поєднання високої

зносостійкості, зниженого тертя та корозійної стійкості дозволяє суттєво подовжити термін служби критично важливих деталей, оптимізувати витрати та підвищити конкурентоспроможність залізничного транспорту в цілому. Подальші дослідження мають бути спрямовані на адаптацію технології до конкретних умов експлуатації та розробку галузевих стандартів її впровадження.

УДК 625.089.4

Дослідження згинальних деформацій рами дрезини вантажної кранової з метою виявлення причин їх виникнення

проф. Фомін О.В., аспірант Терещук М.П.

Вантажні кранові дрезини відіграють ключову роль у забезпеченні функціонування залізничної інфраструктури, адже вони використовуються для виконання широкого спектру робіт, включаючи навантаження, розвантаження, транспортування вантажів, а також для ремонтних та відновлювальних робіт на коліях. Будь-яка несправність рами дрезини, що виникає через деформації, може паралізувати ці процеси, що призведе до затримок у русі потягів та значних економічних втрат.

Превентивною мірою для виявлення деформацій на ранніх стадіях є проведення вимірювань геометрії рами дрезини (автомотриси) за допомогою тахеометра електронного.

Роботи включають в себе вимірювання величин прогину лівих та правих основних поздовжніх балок та здійснюється порівняння згідно з п. 10.8 ЦП-0193 Настанова з ремонту вантажних дрезин ДГКу (допустимі прогини поздовжніх балок: вгору – 12 мм, вниз – 6 мм).

Аналіз конструктивних особливостей рам дрезин ДГКу дає можливість припустити, що основними суттєвими причини, що впливають на деформації рами, може бути:

- розміщення вантажу (бетонних/дерев’яних шпал) на рамі дрезини при його транспортуванні (при русі дрезини);
- робота по переміщенню вантажу крановим маніпулятором при статичному навантажені/розвантажені із застосуванням рейкових захватів.

Виявлено, що основними факторами, які спричиняють деформації, є багаторазові циклічні навантаження під час підйому та переміщення вантажів, що призводить до накопичення втомних пошкоджень металу.

Значний вплив на розвиток згинальних деформацій мають динамічні удари та вібрації, які виникають при русі дрезини залізничними коліями, особливо на ділянках з нерівностями.

УДК 629.4.027.35

Щодо введення варіативних параметрів ресорного підвішування вантажного вагона

доц. Щербина Ю.В., ст. викл. Демченко Ю.В., асист. Горлушко Ю.В.

Обмеження експлуатаційної швидкості «порожніх» вантажних вагонів на візках моделі 18-100 до 60 км/год в криволінійних ділянках колії радіусом менше 600 метрів зумовлено необхідністю уникнення сходів з рейок внаслідок недостатньої стійкості руху. Однією з заходів, які здатні покращити динамічні якості вантажних вагонів є використання білінійного ресорного підвішування у сукупності з фрикційними вузлами, у яких кут нахилу фрикційних клинів прийнятий рівним 55^0, що забезпечує ефективність гасіння коливань бічної хитавиці кузова в порожньому режимі руху вагона. Така схема ресорного підвішування реалізована у візку моделі 18-1711 і дозволяє забезпечити підвищення швидкості руху вагона завдяки збільшенню статичного прогину ресорного комплекту, що покращує його динамічні якості порівняно з вагоном на візках моделі 18-100. При цьому підвищується коефіцієнт стійкості проти вкочування гребеня колеса на головку рейки, і відповідно, рівень безпеки руху вагона. Окрім того покращується вписування вагона в криволінійну ділянку за рахунок значного зменшення зазорів в буксових проймах між буксовим вузлом з касетним підшипником і бічною рамою, що перешкоджає перекосам візка в плані. З урахуванням тенденції поступового підвищення осьового навантаження з 23,5 до 25 тон і більше, та недостатнього запасу динамічного прогину ресорного комплекту візка вантажного вагона моделі 18-100, що може призводити до значного підвищення сил ударної взаємодії коліс і рейок та зниженню експлуатаційної стійкості, виникає необхідність створення нової конструкції візка з покращеними показниками системи ресорного підвішування. Для оцінки впливу значень конструктивних параметрів трьохелементного візка вагона з варіативними параметрами на його динамічні параметри побудована математична модель механічної коливальної системи «вагон-колія». Дана модель представлена підсистемами диференційних рівнянь, і враховує нелінійності сил сухого тертя, а також зазори в буксових проймах і між надресорною балкою та бічними рамами. В моделі також враховано вплив профілів коліс на формування сил взаємодії між рейками.

В проведеній роботі виконано наближену оцінку варіативних значень параметрів горизонтальної жорсткості ресорних комплектів візка, які необхідні для визначення змін динамічних властивостей вантажного вагона. В ході розрахунку встановлено, що при традиційній схемі спирання кузова на надресорну балку і далі на ресорне підвішування існуюче значення сумарної горизонтальної жорсткості ресорних комплектів візка 18-100 є завищеним у декілька разів. Отримані результати свідчать, що коливання віднісу кузова, зумовлені наявністю горизонтальних нерівностей колії, відбуваються у до резонансному і резонансному режимах. Для запобігання цьому необхідно створювати візок зі змінною структурою із варіативними значеннями вертикальної і горизонтальної жорсткості системи ресорного підвішування та демпфіруванням в порожньому і вантажному станах.

УДК 629.463.65

Експериментальна верифікація розрахункової моделі міцності вагон-цистерни моделі 15-1443-06

доц. Щербина Ю.В., аспірант Мамонтов В.В.

Сучасні вимоги до безпеки перевезення нафтопродуктів потребують не лише побудови розрахункових моделей міцності вантажних вагонів, а й їх обов'язкової експериментальної верифікації. У тезах розглянуто підхід до зіставлення результатів натурних статичних випробувань та аналітичних розрахунків напружено-деформованого стану котла і рами вагон-цистерни моделі 15-1443-06 під час кваліфікаційних випробувань.

Методика випробувань передбачала відтворення комплексу експлуатаційних та ремонтних режимів навантаження цистерни: вертикальних навантажень від завантаження до номінальної вантажопідйомності, внутрішнього та зовнішнього тиску, поздовжніх стискаючих і розтягувальних сил, поперечних сил у кривих ділянках колії, а також режимів домкратування. Для реєстрації деформацій застосовано електричну тензометрію з розміщенням тензорезисторів на обичайці, днищах, у зоні люка-лаза, опорних вузлів, хребтової, шкворневих, бічних, передніх та проміжних балок рами. На основі виміряних деформацій визначали еквівалентні напруження в контрольних перерізах.

Розрахункова модель будувалася з урахуванням нормативних комбінацій навантажень для режимів I, Iа, Iб, Iв, III, випробувального та ремонтних режимів. Для кожної зони конструкції визначали теоретичні значення еквівалентних напружень з урахуванням динамічних додатків і коефіцієнтів запасу міцності для сталей типу 09Г2С. Подальше порівняння з експериментальними даними показало, що в більшості перерізів розрахункові напруження добре узгоджуються з результатами тензометрії, забезпечуючи необхідний запас відносно допустимих значень.

Виявлено окремі зони локальних пікових напружень, насамперед у районах зварних швів та змін жорсткості перерізу, де експериментальні значення перевищують розрахункові. Показано, що такі розбіжності пов'язані з концентрацією напружень, технологічними відхиленнями та можливими асиметріями жорсткості, які важко повністю врахувати в спрощеній розрахунковій схемі. Запропоновано для подібних ділянок уточнювати моделі за рахунок локального згущення розрахункової сітки, введення еквівалентних дефектів геометрії та використання експериментально отриманих коефіцієнтів перерахунку.

Сформульовано рекомендації щодо оптимального розташування тензорезисторів. Показано, що поєднання аналітичних розрахунків із натурними вимірами забезпечує підвищення достовірності оцінки міцності та може бути використане як типова процедура верифікації розрахункових моделей несучих конструкцій вантажних вагонів під час їх кваліфікаційних випробувань.

УДК 629.4.027:620.178

Оцінювання залишкового ресурсу колісних пар вантажних вагонів за умов підвищених динамічних навантажень

доц. Щербина Ю.В., аспірант Мартиненко Д.І.

Сучасний розвиток залізничного транспорту характеризується зростанням маси поїздів, швидкостей руху та інтенсивності експлуатації рухомого складу. За таких умов значно підвищуються динамічні навантаження, що передаються на елементи ходових частин вагонів, зокрема на колісні пари. Колісна пара є одним із найбільш відповідальних елементів конструкції вантажного вагона, від технічного стану якого безпосередньо залежить безпека руху поїздів, надійність роботи рухомого складу та економічна ефективність експлуатації. У процесі тривалої роботи під дією циклічних динамічних навантажень у матеріалі коліс та осей виникають втомні пошкодження, що призводять до поступового зниження їх міцності та ресурсу.

Особливої актуальності набуває задача оцінювання залишкового ресурсу колісних пар вантажних вагонів в умовах підвищених динамічних навантажень, які виникають під час взаємодії системи «колесо – рейка». До основних факторів, що впливають на інтенсивність навантажень, належать нерівності колії, динамічні коливання вагонів, зношування поверхні кочення коліс, а також зміна режимів руху поїздів. Підвищені динамічні впливи призводять до появи додаткових контактних напружень у зоні взаємодії колеса з рейкою, що прискорює процеси зношування та розвитку дефектів металу.

Оцінювання залишкового ресурсу колісних пар базується на аналізі технічного стану їх основних елементів, результатах діагностичного контролю та врахуванні умов експлуатації. Одним із ефективних підходів є використання моделей накопичення втомних пошкоджень, що дозволяють враховувати дію змінних динамічних навантажень та прогнозувати подальшу працездатність елементів колісної пари. Використання таких методів дає можливість своєчасно виявляти передвідмовні стани та приймати обґрунтовані рішення щодо ремонту або заміни колісних пар.

Дослідження залишкового ресурсу колісних пар вантажних вагонів за умов підвищених динамічних навантажень є важливим напрямом підвищення надійності та безпеки функціонування залізничного транспорту. Отримані результати можуть бути використані для удосконалення систем технічної діагностики, оптимізації термінів технічного обслуговування та підвищення ефективності експлуатації рухомого складу.

УДК 629.4.02:629.4.017

Аналіз впливу бічних опор кузова на динамічну поведінку вантажного вагона

доц. Щербина Ю.В., аспірант Мартиненко В.І.

Сучасні умови експлуатації вантажних вагонів характеризуються зростанням швидкостей руху поїздів, підвищенням маси перевезених вантажів та інтенсивності руху на залізничних магістралях. За таких умов особливої актуальності набуває забезпечення належних динамічних характеристик рухомого складу, що безпосередньо впливає на безпеку руху, стійкість вагона

на колії та рівень зношування елементів ходових частин. Важливу роль у формуванні динамічної поведінки вантажного вагона відіграють бічні опори кузова, які забезпечують передачу вертикальних та горизонтальних навантажень між кузовом і візками.
Бічні опори кузова призначені для обмеження поперечних переміщень кузова відносно візків, стабілізації руху вагона та зменшення коливань у процесі руху. Їх конструктивні параметри, зокрема жорсткість, зазори та характеристики контактної взаємодії, істотно впливають на динамічні процеси, що виникають у системі «вагон – візок – колія». Невідповідність цих параметрів оптимальним значенням може призводити до підвищених динамічних навантажень, збільшення рівня коливань кузова, погіршення плавності ходу та інтенсивного зношування елементів ходової частини.
Аналіз динамічної поведінки вантажного вагона показує, що ефективна робота бічних опор сприяє зниженню амплітуди поперечних коливань кузова та покращенню стійкості руху вагона на колії. Оптимальний підбір параметрів бічних опор дозволяє забезпечити більш рівномірний розподіл навантажень між елементами візка та зменшити вплив динамічних сил, що виникають під час проходження нерівностей колії або при зміні режимів руху поїзда.
Дослідження впливу бічних опор кузова на динамічну поведінку вантажного вагона є важливим напрямом підвищення експлуатаційної надійності рухомого складу та безпеки руху поїздів. Результати такого аналізу можуть бути використані для удосконалення конструкції бічних опор, оптимізації їх параметрів та підвищення ефективності функціонування ходових частин вантажних вагонів.

Підсекція інновації у транспортній галузі та технологіях

УДК 621

Перспективи впровадження високошвидкісного залізничного сполучення Україна–Європейський Союз

проф. Ткаченко В.П., студент Косенко М.О.

Високошвидкісний залізничний транспорт (ВШЗТ) може суттєво покращити транспортну інфраструктуру України, сприяти інтеграції у європейський економічний і транспортний простір, а також забезпечити більш ефективне з’єднання між різними регіонами України. Україна займає стратегічне положення на перетині торгових шляхів між Сходом і Заходом, тому розвиток залізничного сполучення має вирішальне значення. Це дозволить підвищити конкурентоспроможність українських товарів на міжнародних ринках і створити нові можливості для залучення інвестицій.
Водночас розвиток високошвидкісного залізничного транспорту в Україні супроводжується певними викликами, серед яких адаптація до європейських стандартів є одним із найскладніших завдань. Різниця у ширині залізничної колії між європейськими країнами та Україною потребує значних змін у

інфраструктурі. Це стосується як модернізації існуючих колій, так і створення нових ліній, сумісних із європейськими стандартами.
Окрім цього, постає питання адаптації рухомого складу, яке вимагає як інвестицій, так і розробки нових технологічних рішень для забезпечення повної інтеграції з європейською транспортною системою.
Актуальність проблеми обумовлена зростаючою роллю високошвидкісного залізничного транспорту (ВШЗ) у сучасній транспортній системі світу, а також необхідністю адаптації України до глобальних тенденцій.
Метою дослідження є всебічний аналіз тенденцій, переваг та викликів розвитку високошвидкісного залізничного транспорту України та сполучення із Євросоюзом.

УДК 621

Сучасні системи моніторингу зносу поверхонь кочення коліс локомотивів

проф. Ткаченко В.П., студент Михальчук С.П.

Проблема інтенсивного зносу гребнів колісних пар залишається гострою, незважаючи на конструктивні удосконалення екіпажів. Вартість відновлення профілів коліс та заміна бандажів на нові складає суттєву частку у загальних експлуатаційних витратах утримання рухомого складу залізниць.
Класична багатофункціональна система «колесо-рейка» є фізичною основою залізничного транспорту. В той же час вона має багато суперечних вимог.
Для реалізації функцій колісного рушія у контакті коліс із рейками необхідно забезпечувати високий і стабільний рівень зчеплення.
З іншого боку, для вписування в криві малого радіусу зчеплення коліс з рейками повинно бути мінімальним. В той же час система «колесо-рейка» виконує функції спрямування руху локомотивів рейковою колією. Для запобігання вкочування коліс на головку рейки, зменшення зносу гребнів коліс, а також зменшення опору руху в кривих, тертя у гребеневих повинно бути як можна меншим.
Найбільш типовими проблемами, що виникають у процесі експлуатації системи «колесо-рейка» завжди була проблема підвищеної інтенсивності зносу коліс і рейок і проблема сходів з рейок. Головною задачею практично всіх удосконалень було збільшення міжремонтних пробігів, а також сумарних пробігів колісних пар за життєвий цикл колісних пар.
Дана робота, спрямована на удосконалення систем контролю профілів поверхонь кочення коліс, автоматизацію процесу реєстрації даних вимірювання і використання їх результатів.
Існуюча технологія одержання первинних даних щодо зносу гребнів заснована на вимірюванні параметрів профілю гребеневимірювачами ГУ-1, ГУ-2, шляхом зчитування показань зі шкали приладу і ручної реєстрації результатів у паперовий журнал.
У результаті обробки отриманих таким чином первинних даних розраховується середньомісячна інтенсивність зносу гребнів усереднена по групі локомотивів кожної із залізниць (мм/міс.).
Існуюча система моніторингу зносу коліс має очевидні недоліки: низька

продуктивність і точність вимірювання при отриманні первинних даних; низька інформативність вихідних даних, що дає тільки загальне уявлення про фактори, які впливають на інтенсивність зносу.
Автоматизація процесу вимірювання параметрів зносу поверхонь кочення коліс локомотивів дозволяє виконувати ці вимірювання за короткий час із підвищеною точністю вимірювання, а також може внести якісні зміни в практику моніторингу стану коліс на залізницях України.

УДК 621

Система резервного електроживлення адміністративної будівлі підприємства НДКТІ АТ "Укрзалізниця"

проф. Ткаченко В.П., студент Палій Б.І.

Стабільне функціонування адміністративної будівелі підприємств залізничної галузі є необхідною умовою забезпечення безперервності управління виробничими процесами, координації діяльності підрозділів, оперативного прийняття рішень та підтримання належного рівня інформаційної безпеки. Для підприємства НДКТІ АТ «Укрзалізниця» безперебійне електропостачання має критичне значення, оскільки саме воно забезпечує стабільну роботу серверного обладнання, засобів корпоративного та диспетчерського зв’язку, систем обробки й зберігання інформації, а також охоронних, контрольних і протипожежних комплексів. Будь-яка перерва в електроживленні може призвести до порушення роботи інформаційних систем, зупинки управлінських процесів, втрати важливих даних, зниження рівня безпеки об’єкта та значних матеріальних і організаційних збитків.
В умовах можливих аварійних відключень і нестабільності енергопостачання актуальним є застосування багаторівневої системи резервного електроживлення. Така система включає джерела безперебійного живлення, акумуляторні батареї та автономну дизель-генераторну установку. Джерела безперебійного живлення забезпечують миттєву підтримку напруги та безперервність роботи критично важливих споживачів у момент зникнення електроенергії. Акумуляторні батареї дозволяють підтримувати живлення протягом необхідного часу до запуску генератора, який забезпечує довготривалу роботу об’єкта при тривалих аваріях у зовнішній мережі.
Важливим елементом є система автоматичного введення резерву(АВР), що забезпечує швидке перемикання між джерелами живлення без участі персоналу. Це дозволяє мінімізувати навіть короткочасні перерви електропостачання, запобігти аварійним відмовам обладнання та виключити людський фактор у критичних ситуаціях. Додатково здійснюється розподіл електроспоживачів за категоріями надійності, що дає змогу першочергово забезпечувати електроенергією найбільш відповідальні системи — серверні комплекси, телекомунікаційне обладнання, системи безпеки, пожежної сигналізації та управління доступом.
Запропонована багаторівнева система резервного електроживлення суттєво підвищує надійність енергозабезпечення будівлі, гарантує безперервність функціонування інформаційних і керуючих систем, зменшує ризик виникнення

аварійних ситуацій та втрати критично важливих даних. Її впровадження сприятиме стабільній роботі підприємства навіть в умовах надзвичайних ситуацій, забезпечить безперервність управління виробничою діяльністю та підвищить загальний рівень енергетичної безпеки об'єкта.

УДК 621

3D-моделювання та 3D-друк у локомотивних депо як інструмент підвищення ефективності ремонту та технічного обслуговування

проф. Ткаченко В.П., студент Аношин С.О.

У сучасних умовах відновлення транспортної інфраструктури України важливо скорочувати терміни ремонту локомотивів, підвищувати якість робіт і зменшувати простої рухомого складу. Одним із перспективних рішень для цього є впровадження 3D-моделювання та 3D-друку в роботу локомотивних депо. Цифрові моделі деталей і вузлів дають змогу ще до початку ремонту перевірити геометрію, сумісність елементів і підготувати технічні рішення.

3D-моделювання особливо корисне для відновлення застарілих або дефіцитних деталей, для яких немає актуальної документації чи ускладнене постачання. На основі вимірювань, сканування та технічного аналізу можна створити цифрову модель деталі, перевірити її розміри та адаптувати до умов експлуатації. Це дає змогу формувати електронний архів типових деталей депо, що прискорює повторне виготовлення і ремонт.

3D-друк у депо доцільно використовувати насамперед для допоміжних виробів і малонавантажених елементів: захисних кришок, кронштейнів, корпусів датчиків, кабельних фіксаторів, шаблонів, кондукторів і маркувальних елементів. Також важливим напрямом є швидке виготовлення прототипів для перевірки форми та монтажної сумісності перед виготовленням деталей традиційними методами. Це зменшує кількість помилок, економить час і матеріали.

Ефективність 3D-технологій залежить від правильного вибору матеріалів і чітких правил застосування. Для депо важливо враховувати умови роботи деталей (температура, вібрація, вплив мастил, механічне навантаження) та розмежовувати їх за рівнем відповідальності. Для відповідальних вузлів 3D-друк доцільно використовувати переважно для прототипування, технологічної оснастки та допоміжних елементів.

Отже, 3D-моделювання та 3D-друк є перспективними інструментами цифровізації локомотивних депо. Їх впровадження сприяє прискоренню підготовки ремонтів, зменшенню простоїв і підвищенню ефективності ремонтного господарства.

УДК 621.313

Моніторинг та діагностика електричних машин магістрального електрорухомого складу

доц. Дубравін Ю.Ф., ст. викл. Заіка Д.О., аспірант Бахоня В.О.

Діагностика та моніторинг стану електричних машин є критично важливими для своєчасного виявлення дефектів та запобігання відмовам. Допоміжні

машини працюють в умовах частих пусків, перевантажень, температурних коливань та механічних вібрацій. Це спричиняє незворотні процеси в ізоляції, що погіршують її діелектричні властивості та призводять до пробою. Система безперервного моніторингу стану в режимі реального часу повинна забезпечувати раннє виявлення та локалізацію несправності, що зароджується, прогнозувати її розвиток і визначати причини несправності та допомагати вчасно проводити ремонт. Оптимальним для забезпечення надійної роботи електричних машин є поєднання онлайн-моніторингу параметрів та періодичне використанням методів діагностики. Проведений аналіз характеру та причин відмов електричних машин ЕРС показує, що надійність електричних машин в основному визначається технічним станом ізоляції та підшипникових вузлів. Основними інформативними параметрами, які несуть корисну інформацію про стан ізоляції машини є струм навантаження, опір обмоток відносно корпусу, струм витоку ізоляції, напруга та температура нагріву. Механічні параметри оцінюють рівнем вібрації. Моніторинг дозволяє виявити аномалії в роботі машини, які можуть вказувати на наявність проблеми. Моніторинг здійснюється за допомогою датчиків, встановлених на машинах, що є критично важливими для надійності та безпеки руху ЕРС. Дані передаються через бортову систему каналами 4G/5G/супутник в "хмару" або центр управління для аналізу та прийняття рішення. Важливе значення для подальшого впровадження моніторингу на ЕРС має конструювання машин із вбудованими датчиками температури, струму та вібрації. Діагностика виконується в депо під час планового обслуговування (ТО-1, ТО-2) і забезпечує більш глибокий аналіз для визначення причин та виду несправності, виявлених моніторингом. Діагностика включає аналіз спектра струму (MCSA), перевірку стану ізоляції з вимірюванням опору ізоляції, струму витоку та коефіцієнта абсорбції, вимірювання тангенса кута діелектричних втрат, контроль теплового режиму, а також віброакустичну діагностику з аналізом спектра частот. Аналіз MCSA дозволяє виявити виткові замикання та обриви стрижнів ротора, перекос фаз та дисбаланс фазних струмів, що є ознакою швидкого міжвиткового замикання. Впровадження систем цифрової діагностики та моніторингу забезпечує перехід до стратегії обслуговування за фактичним технічним станом. Це дозволяє здійснювати предиктивний аналіз роботи вузлів, запобігаючи розвитку дефектів на ранніх стадіях. У результаті підвищується коефіцієнт технічної готовності ЕРС, мінімізуються витрати на непланові ремонти електричних машин та забезпечується високий рівень надійності в експлуатації.

УДК 621

Вдосконалення діагностування електронних блоків, що здійснюють керування параметрами руху електропоїздів серії ЕПЛ9Т

доц. Гулак С.О., студенти Гавриков В.Г., Криволап О.В.

Системи управління вузлами, що відповідають за керування параметрами руху електропоїздів серії ЕПЛ9Т оснащені рядом електронних блоків, на відміну їх попередників електропоїздів серій ЕР9М, де всі системи керування вузлами та агрегатами були контакторно-реостатного виконання. Такими електронними

блоками є блок управління реостатним гальмуванням та блок управління прискоренням. В процесі експлуатації електронні компоненти зазначених блоків змінюють свої номінальні параметри. В зв‘язку з цим електронні блоки починають функціонувати некоректно, що призводить до погіршення роботи керованих вузлів і агрегатів. Крім того, окремі електронні компоненти можуть вийти з ладу, що призведе до виходу з ладу всього блоку.

Дослідження базується на визначенні параметрів блоків, які слід діагностувати, регулювати та налаштовувати. На основі зазначених параметрів блоків розроблено структурну та принципіальну схему стендів діагностування блоку управління реостатним гальмуванням та блоку управління прискоренням, їх конструкцію та порядок проведення діагностики, регулювання та налаштування блоку на стендах.

Особливу увагу приділено порядку вимірювання, налаштування і регулюванню параметрів електронних блоків управління реостатним гальмуванням та управління прискоренням, вимірюванню параметрів і регулювання уставок датчиків струму, перемикача понижених уставок і часової затримки. Вимірювання параметрів блоків здійснюється при імітації можливих експлуатаційних режимів електропоїзду.

Розробка та впровадження стендів діагностування блоку управління реостатним гальмуванням та блоку управління прискоренням дасть заощадження часу на діагностику, регулювання та налаштування та економії електричної енергії при технічному обслуговуванню зазначених електронних блоків керування параметрами руху електропоїзду ЕПЛ9Т.

УДК 621

Підвищення експлуатаційної надійності електричних апаратів локомотивів із застосуванням композитних матеріалів у контактних з'єднаннях

доц. Співак О.М., аспірант Іванченко С.С., доц. Мелконова І.В., доц. Мелконов Г.Л.

У сучасному залізничному транспорті надійність електричних силових пристроїв є ключовим фактором забезпечення безпеки та ефективності експлуатації локомотивів. Серед критично важливих компонентів є електричні контактні з'єднання комутаційних пристроїв — контакторів та автоматичних вимикачів, які зазнають значних навантажень: комутації високого струму, термоциклування та вібрації. Деградація контактних поверхонь спричиняє збільшення контактного опору, зниження провідності та підвищену ймовірність утворення електричної дуги. Основними причинами відмов є ерозія від високотемпературних дуг, окислення поверхонь, механічний знос, термічне перегрівання та неправильна сила притискання контактів.

Дослідження базується на аналітичних методах оцінки контактних матеріалів. Проведено порівняльний аналіз трьох матеріалів: срібло-кадмій оксид, срібло-олово оксид та срібло-нікель. Моделювання контактного опору показало, що сплав срібло-нікель забезпечує найнижчий опір за будь-якої сили притискання, срібло-олово оксид займає проміжну позицію, а срібло-кадмій оксид

демонструє найвищі значення. Розрахунки надійності за експоненційним розподілом підтвердили перевагу срібло-нікелю та срібло-олово оксиду за показниками безвідмовної роботи протягом усього експлуатаційного періоду.
Особливу увагу приділено композитним та наноструктурованим матеріалам. Наноструктурування срібло-олово оксиду підвищує стійкість до ерозії та зварювання, а наноструктурований срібло-нікель забезпечує покращену твердість та зносостійкість. Перспективним є створення багатошарових контактів, де базовий шар забезпечує електропровідність, проміжний — механічну міцність, а поверхневий — стійкість до зносу. Технології фізичного осадження з парової фази, електролітичного осадження та механічного легування забезпечують промислову масштабованість.
Згідно з Європейською директивою щодо обмеження використання небезпечних речовин в електричному обладнанні, вміст кадмію обмежено до 0,01% за масою, тому перехід від кадмієвих до безкадмієвих контактних матеріалів спрощує сертифікацію для європейського ринку. Впровадження запропонованих матеріалів дозволить підвищити надійність і ресурс контактних з'єднань, зменшити експлуатаційні витрати та забезпечити відповідність міжнародним стандартам у галузі низьковольтної комутаційної апаратури.

УДК 621

Вдосконалення методів діагностування стану ізоляції тягових двигунів

доц. Незліна О.А., студенти Осадчук О.В., Гельм О.В., Ковтун С.Ю.

Виконання повного переліку програми приймальних випробувань, наведених у відповідних Технічних умовах, дозволяє здійснювати контроль якості ремонту електродвигунів допоміжного приводу електрорухомого складу залізниць, що є необхідною умовою зниження потоку відмов. Крім того, з'являються дослідження, що вказують на необхідність розширення встановлених переліків випробувань, з метою врахування в них показників режимів роботи електродвигунів в умовах реальної експлуатації. Це вимагає виконання випробувань під навантаженням з параметрами режимів роботи, що задаються певним чином протягом випробувань. Важливу роль у забезпеченні високої ефективності електротехнічних комплексів, призначених для випробувань електричних машин, відіграє метод взаємного навантаження, із застосуванням генератора навантаження для створення моменту на валу випробуваного двигуна. Даний метод випробувань добре зарекомендував себе на мережі залізничних ремонтних депо під час випробувань тягових електродвигунів постійного струму. Застосування даного методу для випробування асинхронних машин, якими є електродвигуни допоміжного приводу, дозволить забезпечити високу ефективність нових випробувальних станцій, а також виконання повного переліку випробувань за програмою відповідної категорії.
Дослідження базується на застосуванні алгоритмів керування процесом випробувань асинхронних двигунів методом взаємного навантаження та відповідних ним схемних рішень дозволяє автоматизувати процес випробувань асинхронних двигунів на нагрівання при різних типах навантажувальних

генераторів та варіантах обміну енергією між випробуваними машинами. Це дозволило забезпечити можливість здійснювати науково обґрунтований вибір конкретної схеми розробки електротехнічного комплексу для випробування тягових асинхронних двигунів.
Особливу увагу приділено способу визначення моменту на валу та частоти обертання ротора електричної машини у процесі її випробувань у складі електротехнічного комплексу, що дозволяє використовувати один сигнал визначення даних механічних параметрів. Це зменшує кількість необхідних датчиків і перетворювачів.
Впровадження запропонованих технічних рішень дозволить підвищити технологічність процесу випробувань електричних машин допоміжного приводу електрорухомого складу залізниць, вдосконалити компоненти випробувальних комплексів та їх структуру.

УДК 629:620.9

Споживання енергоресурсів у транспортному секторі та перспективи підвищення енергоефективності транспортних засобів

доц. Каращук В.О., студентка Смицька А.Г.

Транспортний сектор є одним з найбільших споживачів енергетичних ресурсів в Україні. Він значною мірою залежить від імпорту нафтопродуктів, що створює енергетичну небезпеку. Водночас низька енергоефективність та застарілі запаси призводять до надмірного споживання палива та викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище. Тому проблема раціонального використання енергетичних ресурсів у транспортному секторі є дуже актуальною.
В Україні автомобільний транспорт залишається найбільшим споживачем енергетичних ресурсів – понад 75% від усього споживання палива. Основним джерелом енергії для нього є бензин та дизельне паливо. Незважаючи на поступове збільшення кількості електромобілів, їхня частка все ще не перевищує 2% від загального автопарку.
Залізничний транспорт традиційно використовує дизельне паливо та електроенергію. Близько 46% довжини залізничних ліній електрифіковано, що дозволяє зменшити залежність від нафтопродуктів. Водночас значна частина тепловозів споживає дизельне паливо, що вимагає оновлення парку локомотивів та підвищення його енергоефективності.
Повітряний транспорт споживає близько 10% енергетичних ресурсів транспортного сектору, використовуючи авіаційний гас. Основними проблемами галузі є висока енергоємність транспорту та значний вплив на навколишнє середовище через викиди CO_2.
Морський та річковий транспорт споживає невелику частку енергетичних ресурсів (приблизно 3 – 4%), але має потенціал для переходу на скраплений природний газ (ЗПГ) або біопаливо.
У майбутньому основним напрямком підвищення енергоефективності транспорту в Україні має стати розвиток електротранспорту, розширення зарядної інфраструктури, використання біопалива та впровадження сучасних

систем енергоменеджменту. Також важливо стимулювати модернізацію транспортних засобів та перехід на енергозберігаючі технології в логістиці та транспорті. Аналіз показав, що транспортний сектор України залишається енергоємним та залежним від традиційних паливних ресурсів. Для забезпечення енергетичної безпеки та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище необхідно посилити заходи щодо підвищення енергоефективності, розвивати електротранспорт та збільшувати частку відновлюваних джерел енергії у структурі споживання енергії транспортом.

УДК 629.423.3

Підходи до поетапного впровадження предиктивного технічного обслуговування вузлів електрорухомого складу

доц., Дубравін Ю.Ф., ст. викл. Заіка Д.О., аспірант Бахоня В.О.

Сучасні датчики та системи цифрового моніторингу, впровадження методів моніторингу та діагностики створюють умови для поетапного переходу від системи планового періодичного ремонту вузлів електровозів до технічного обслуговування за фактичним станом (Condition-Based Maintenance, CBM) та предиктивного технічного обслуговування (Predictive Maintenance, PdM). Обидві стратегії базуються на фактичному стані та використовують дані безперервного моніторингу технічного стану в реальному часі.

Суть стратегії CBM– це реакція на дані моніторингу, що параметр досяг граничного значенням і вузол потребує обслуговування. PdM –це проактивна стратегія технічного обслуговування вищого рівня, яка використовує дані в режимі реального часу та аналітику на основі штучного інтелекту для прогнозування несправностей обладнання до того, як вони виникнуть. Предиктивна аналітика включає математичні методи обробки статистичних даних, моделювання деградаційних процесів, технології машинного навчання та прогнозування. На основі процесів Вінера розроблено математичну модель деградації вузлів ЕРС. Стан вузла визначається значеннями діагностичними параметрами, які під дією експлуатаційних факторів здійснюють випадкові блукання з дрейфом у бік погіршення. Безперервну зміну станів представлено як дискретний процес переходу між рівнями координати діагностичного параметра у площині, що охоплює зони нормальної роботи, відмов та межову зону. Межова зона визначається інтервалом між попереджувальним допуском (початком інтенсивної деградації) та граничним значенням, перевищення якого класифікується як поступова відмова. Оскільки такий процес має властивість Маркова, імовірність досягнення критичного стану визначається як сума ймовірностей переходу між рівнями у напрямку граничної межі. За допомогою моделі визначають ймовірності зміни стану вузлів та прогнозують час до досягнення ремонтного порога. Надійність вузлів з паралельною деградацією кількох інформаційних параметрів розглядається як система із послідовним з'єднанням елементів, яка працездатна лише тоді, коли всі параметри перебувають у робочих зонах. Модель розраховує індивідуальні ймовірності для кожного параметра, а потім об'єднує їх у єдиний індекс стану. Функція розподілу пробігу до граничного стану описується за допомогою

двопараметричного закону Вейбулла–Гніденка. При цьому визначення ресурсних показників (напрацювання на відмову) через імовірність досягнення критичної межі базується на властивостях вінерівського процесу. Запропоновано оптимізаційну модель та сформульовано практичні рекомендації щодо планування ремонтів на основі Gantt-діаграми. Впровадження технічного обслуговування за фактичним станом забезпечує мінімізацію ризиків виникнення аварій та мінімізацію сумарних витрат на обслуговування і ремонт ЕРС.

УДК 629.429.3:621.313

Підвищення ефективності діагностики тягових двигунів за рахунок впровадження алгоритмів на основі вдосконаленого методу моментів дробового порядку

доц. Гулак С.О., аспірант Лакуста Д.І., студенти Мринський О.С., Шокодько О. С.

Використання системи діагностики в складі тягового приводу рухомого складу, є одним із способів підвищення ефективності його роботи. Такі системи були названі системами оперативної діагностики. Ротор асинхронного двигуна є одним з його найбільш пошкоджених елементів. Постійна зміна режимів роботи рухомого складу ускладнює отримання діагностичних симптомів асинхронного двигуна. Це викликано постійною зміною таких експлуатаційних параметрів, як величина фазних струмів статора, крутного моменту та частоти обертання валу двигуна. Крім того постійна зміна режимів роботи рухомого складу викликає постійні перехідні процеси в ланцюгах тягового приводу, що також ускладнює отримання достовірної діагностичної інформації. Тому вибір методу обробки діагностичної інформації при побудові систем оперативної діагностики є актуальним завданням.

Дослідження базується на вдосконаленні методу моментів дробового порядку для вирішення задач контролю та діагностики технічного стану електродвигунів, який складається з наступних основних кроків:

1. Вимірювання одного або кількох сигналів електродвигуна.
2. Застосування перетворення Фур'є до виміряного сигналу, щоб подати сигналу в частотою області.
3. Обчислення функції узагальненого середнього (ФУС) для отриманого на попередньому етапі спектра.
4. Порівняння отриманої ФУС з ФУС, отриманої для машин у різних технічних станах.

Запропонований метод не залежить від специфіки сигналу, що вимірюється, і вільний від модельних припущень про сигнал.

Особливу увагу приділено методу обробки плинної ФУС та порівнянню її з ФУС еталонного (без ушкоджень) електродвигуна. Для вирішення завдань діагностики дефектів, необхідно отримати ФУС двигунів з несправностями і порівнювати ФУС двигуна, що тестується не тільки з ФУС справного, але і з ФУС, отриманими для двигунів з дефектами.

На основі проведеного імітаційного моделювання зроблено висновок, що статистика дробових моментів є найбільш перспективним підходом для аналізу сигналів тягових електродвигунів з метою вирішення завдань контролю та діагностики технічного стану.

УДК 629.4.01

Основні аспекти модернізації локомотивів

доц. Каращук В.О., студент Мерзлікін І.С.

Сьогодні локомотивне господарство відіграє важливу роль у роботі залізничного транспорту. Від технічного стану локомотивів залежить швидкість перевезень, безпека руху поїздів і стабільність роботи всієї транспортної системи. Більшість локомотивів Укрзалізниці експлуатуються протягом тривалого часу, тому питання їх модернізації є особливо актуальним.

Метою цієї роботи є визначення значення оновлення локомотивного парку для покращення експлуатаційних показників та підвищення ефективності перевезень. Модернізація локомотивів дозволяє підвищити надійність їх роботи, зменшити кількість відмов і пошкоджень, що позитивно впливає на безпеку руху поїздів та скорочення затримок. Оновлення локомотивного парку також сприяє зниженню експлуатаційних витрат за рахунок скорочення споживання пального та електроенергії, локомотиви після модернізації мають високу надійність, що дозволяє скоротити випадки непланових ремонтів та забезпечує більш раціональне використання фінансових ресурсів.

Важливим аспектом є вдосконалення системи технічного обслуговування та впровадження засобів бортової діагностики на локомотивах. Застосування сучасних діагностичних систем дозволяє своєчасно виявляти несправності та запобігати серйозним поломкам, у результаті чого підвищується готовність локомотивів до експлуатації та зменшується їх простій у депо. Крім того, модернізовані локомотиви є більш екологічними та відповідають сучасним міжнародним стандартам, що є важливим для розвитку залізничного транспорту та інтеграції України до європейської транспортної системи.

Отже, модернізація локомотивного парку є необхідною умовою підвищення ефективності експлуатації локомотивів і забезпечення стабільної, безпечної та економічно доцільної роботи залізничного транспорту.

УДК 629.4

Перспективи впровадження гібридного силового приводу для маневрових локомотивів на даному етапі розвитку джерел енергії

ст. викл. Фащевський А.В.

Маневрові локомотиви працюють у режимах частих пусків, зупинок та змін навантаження, що супроводжується підвищеною витратою палива та значними викидами шкідливих речовин.

Сучасний розвиток літій-іонних акумуляторів, суперконденсаторів та силової електроніки створює передумови для впровадження гібридних силових установок, здатних підвищити енергоефективність і зменшити експлуатаційні витрати.

Гібридний маневровий локомотив передбачає поєднання дизель-генераторної установки з накопичувачем електроенергії (акумуляторною батареєю або іоністором), що дозволяє:

- акумулювати енергію рекуперативного гальмування;
- забезпечувати рух у режимах малих навантажень без запуску дизеля;
- зменшувати пікові навантаження на дизельний двигун;
- оптимізувати режими роботи силової установки.

Світовий досвід демонструє ефективність гібридних рішень. Зокрема, компанія Alstom реалізує проєкти локомотивів з акумуляторними модулями для маневрової роботи, а в Німеччині експлуатуються гібридні машини типу HD300 для підприємств промислового залізничного транспорту. В Україні розглядався проєкт модернізації тепловоза ЧМЕ3 із встановленням акумуляторного блоку на базі Крюківський вагонобудівний завод.

На сучасному етапі розвитку джерел енергії найбільш перспективними є:

- літій-іонні акумулятори (висока питома енергія, прийнятний ресурс);
- літій-залізо-фосфатні батареї (підвищена безпека та довговічність);
- суперконденсатори (велика потужність та швидкий заряд/розряд);
- комбіновані системи «акумулятор + іоністор».

Розрахунки свідчать, що при маневровій роботі можливе зниження витрат дизельного палива на 15–30 %, залежно від режиму експлуатації. Також:

- зменшується кількість мотогодин роботи дизеля;
- збільшується міжремонтний ресурс двигуна;
- знижується рівень шуму та викидів CO_2;
- підвищується коефіцієнт корисної дії енергетичної установки.

Водночас стримуючими чинниками залишаються висока вартість акумуляторних батарей, необхідність забезпечення пожежної безпеки та контроль температурних режимів.

УДК 629:620.98

Огляд альтернативних палив для двигунів внутрішнього згоряння транспортних засобів

доц. Каращук В.О., студент Алєйніков Н.І.

Сучасний транспортний сектор значною мірою залежить від традиційних нафтових палив. Їх запаси є обмеженими, а використання супроводжується значними викидами шкідливих речовин в атмосферу. Зростання обсягів транспортних перевезень призводить до погіршення екологічної ситуації, збільшення споживання енергоресурсів та підвищення вартості пального. У зв’язку з цим є актуальним пошук та впровадження альтернативних видів палива для двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ), які забезпечують зменшення негативного впливу на довкілля та підвищують енергетичну безпеку.

Однією з найбільш поширених груп альтернативних палив є газоподібні палива. До них належать стиснений природний газ (метан) та зріджений нафтовий газ (пропан-бутан). Метан характеризується високим октановим числом, що забезпечує більш рівномірне та повне згоряння паливної суміші, а також зниження детонації в двигуні. Використання газових палив дозволяє

зменшити викиди оксиду вуглецю, незгорілих вуглеводнів та сажі. Разом з тим, газобалонні системи мають більшу масу, займають додатковий об’єм і потребують розвиненої заправної інфраструктури.
Наступною важливою групою є рідкі альтернативні палива, до яких належать спирти та синтетичні палива. Найбільшого поширення набув етанол, який отримують шляхом ферментації рослинної сировини. Етанол може використовуватися у вигляді сумішей з бензином, що дозволяє зменшити споживання викопного палива та підвищити октанове число суміші. Однак спиртові палива мають меншу теплотворну здатність, що призводить до збільшення питомої витрати пального, а також можуть негативно впливати на елементи паливної системи без відповідної адаптації.
Значну увагу приділяють біопаливам, які виробляються з відновлюваної біологічної сировини. До них належить біодизельне паливо, яке отримують шляхом хімічної обробки рослинних олій або тваринних жирів. Біодизель має добрі змащувальні властивості, зменшує зношування деталей паливної апаратури та знижує рівень викидів сірчистих сполук і твердих частинок. Водночас його використання обмежується погіршеними низькотемпературними властивостями та залежністю від сільськогосподарського виробництва.
Окрему перспективну категорію становить водневе паливо. Водень має високу теплоту згоряння та практично не утворює шкідливих викидів, окрім водяної пари. Проте складність зберігання, вибухонебезпечність, висока вартість виробництва та недостатній рівень розвитку інфраструктури значно обмежують його практичне застосування.
Використання альтернативних палив сприяє зменшенню споживання нафтових ресурсів, покращенню екологічної ситуації та підвищенню енергетичної незалежності. Разом з тим кожен вид альтернативного палива має свої технічні та економічні обмеження, що потребує комплексного підходу до вибору та впровадження з урахуванням умов експлуатації і рівня розвитку інфраструктури.

УДК 621

Вдосконалення методів діагностування стану ізоляції тягових двигунів

доц. Незліна О.А., студенти Діденко А.І., Празднов В.П., Любімов О.С.

Значна частка виходів тягових двигунів з ладу пов'язана з пошкодженням ізоляції. Велику роль в статистиці відмов ізоляції обмоток тягових двигунів відіграють експлуатаційні причини, що призводять до перегріву обмоток. Це пов'язано з тим, що надійність і довговічність ізоляції залежить від теплового режиму, що призводить до висновку про важливість правильної оцінки теплового стану ізоляції в ході експлуатації. Таким чином, питаннями оцінки теплового стану ізоляції тягового двигуна є актуальною задачею. При оцінці теплового стану електродвигуна необхідно враховувати, що для ізоляції його обмоток деструктивним чинником є не температура як така, а процеси в ізоляції, які від неї залежать. Тому актуальною проблемою є розробка методів оцінки теплового стану машини з врахуванням впливу цих процесів на термічний ресурс ізоляції.

Дослідження базується на застосуванні існуючих імітаційних термодинамічні моделей тягових двигунів (ТДМ), які описують перехідні процеси під час нагрівання та охолодження тягового двигуна-. Для ТДМ в задачах електроприводу характерний широкий діапазон зміни температури елементів, що гріються. Це в ряді випадків викликає необхідність врахування температурної залежності параметрів моделі та вивчення впливу цього фактору на її властивості. Звідси виникає необхідність побудови узагальненого опису ТДМ електродвигуна та дослідження її властивостей.

Особливу увагу приділено питанням визначенню параметрів термодинамічної моделі двигуна та впливу температурної залежності властивостей на її параметри. Запропоновано принципову схему моніторингу стану ізоляції на основі аналізу значень ємнісного струму витоку ізоляції обмотки електродвигуна та структурну схему реєстрації параметрів струму витоку. Розроблено алгоритм моніторингу та прогнозування стану ізоляції тягових двигунів при використанні ємнісних струмів витоку в якості діагностичної ознаки.

Впровадження запропонованих технічних рішень дозволить отримати більш обґрунтовану оцінку теплового стану двигуна, а значить забезпечити більш високу ефективність, ніж прямі методи на основі усереднення температури обмотки або класичні непрямі методи середніх втрат і еквівалентних величин.

УДК 621.311:656.2

Впровадження енергозберігаючих заходів та альтернативних джерел електроенергії для залізниць

доц. Каращук В.О., студентка Матвійчук В.Б.

Сучасний розвиток залізничного транспорту характеризується значними обсягами споживання електроенергії, що суттєво впливає на експлуатаційні витрати підприємств галузі. Зростання вартості енергоресурсів та необхідність зменшення негативного впливу на довкілля зумовлюють актуальність впровадження енергозберігаючих технологій і використання альтернативних джерел енергії на залізницях.

Метою роботи є аналіз стану електроспоживання підприємствами залізничного транспорту та обґрунтування доцільності впровадження комплексу енергозберігаючих заходів і відновлювальних джерел електроенергії. У процесі дослідження проаналізовано структуру витрат електроенергії, визначено основні напрями її споживання та розглянуто динаміку змін показників за останні роки.

Встановлено, що найбільша частка електроенергії використовується на тягу поїздів, роботу локомотивного господарства та об’єкти інфраструктури.

До ефективних заходів зниження енергоспоживання належать модернізація електрорухомого складу, застосування рекуперативного гальмування, оптимізація режимів роботи обладнання, впровадження систем автоматизованого обліку та контролю електроенергії.

Перспективним напрямом є використання альтернативних джерел енергії, зокрема сонячних електростанцій для живлення адміністративних і виробничих

підрозділів, а також застосування накопичувачів енергії та гібридних енергетичних систем. Розглянуто можливості впровадження альтернативних приводів електрорухомого складу, що сприятиме зниженню енергетичних витрат та підвищенню екологічної безпеки залізничного транспорту.
Отже, реалізація комплексу енергозберігаючих заходів у поєднанні з альтернативними джерелами електроенергії є важливим напрямом підвищення економічної ефективності та конкурентоспроможності залізничної галузі.

УДК 621

Підвищення ефективності ремонту колекторно-щіткового вузла тягових двигунів постійного струму

доц. Гулак С.О., студенти Барис І. О., Осипчук А.С., Тіпа А.В.

Колекторні електричні двигуни мають ряд відомих недоліків. Але в приводах, що потребують високої частоти обертання, широкого діапазону і плавності регулювання, хороших пускових властивостей ці двигуни залишаються затребуваними. Для виявлення причин незадовільної комутації колекторних електродвигунів існує безліч діагностичних параметрів, методів їх визначення, а також діагностичного обладнання. Відхилення конструктивних і технологічних параметрів колекторних електродвигунів постійного та пульсуючого струму зумовлює неминучу неідентичність комутаційних циклів різних секцій обмотки якоря. Зазначені фактори ускладнюють процес налаштування комутації. Крім того, недостатньо опрацьованими залишаються такі питання як: обґрунтування необхідного та достатнього обсягу випробувань та діагностичного обладнання, коректна інтерпретація масиву діагностичної інформації.
Дослідження базується на алгоритмові отримання регресійної діагностичної моделі на основі отриманих експериментальних даних, на основі якого розроблено структурну схему пристрою, що дозволяє отримувати при проведенні випробувань електричних машин постійного струму крім середнього рівня іскріння, також діагностичні параметри, які характеризують неідентичність комутаційних циклів. Запропонована структурна схема реалізує алгоритм діагностування технічного стану колектроно-щіткового іузла електричних машин постійного струму, що дозволяє підвищити інформативність запропонованих діагностичних параметрів, які відображають неідентичність комутаційних циклів.
Особливу увагу приділено розробці пристрою контролю якості комутації, який призначений для оцінки рівня іскріння щіток колекторних електричних машин в стаціонарних режимах за сигналом з різнополярних щіток. Даний пристрій усереднює імпульси дугових розрядів або окремо від недо- або перекомутованих секцій обмотки якоря, або в цілому по всьому колектору і відображає результат на цифровому індикаторі.
Впровадження запропонованих технічних рішень дозволяє підвищити інформативність діагностичних параметрів, що відображають неідентичність комутаційних циклів і в ряді випадків відмовитися від зайвої діагностичної операції у процесі приймальних випробувань тягових електричних машин постійного струму.

УДК 629.432

Проблеми утримання та ремонту електропоїздів метрополітену

доц. Каращук В.О., студенти Чудо В.В., Поліщук О.Є., Дешко В.В.

За даними Міської цільової програми розвитку транспортної інфраструктури міста Києва на 2024-2025 роки, у 2022 році київським метрополітеном здійснено перевезення 162,1 млн. пасажирів, що складає близько 53% від усіх перевезених пасажирів міським громадським транспортом. При цьому відмічається, що ступінь зносу більшості рухомого складу столиці має 70% та не відповідає вимогам норм безпеки, екологічності, комфорту та інклюзивності. Інвентарний парк Київського метрополітену складають пасажирські вагони побудовані в період 1979-2013 років, та на сьогоднішній день вони фізично та морально застарілі через тривалий термін експлуатації. Середній вік вагонів станом на 01.07.2022 року складає 34 роки. Ускладнюється ситуація через неможливість замовлення обладнання та запасних частин для їх ремонту. Орієнтовно до 2028 року необхідно модернізувати 220 вагонів метрополітену та до 2031 року придбати 170 вагонів.

Для забезпечення безперебійної та надійної роботи електрорухомого складу метрополітену, необхідного рівня безпеки руху необхідна чітка організація технічного обслуговування та ремонту вагонів. Особливе місце займає ремонт та технічне обслуговування електрообладнання, від справної роботи якого залежить безпека руху поїздів та пасажирів, енергоефективність та раціональне використання енергоресурсів, що особливо важливо в теперішніх умовах. Частими пошкодженнями вагонів є несправності електричного обладнання, наприклад, вихід зі строю системи контролю дверей, згорання контакторів ЕУ-5, згорання контакторів КЕС-47, втрата освітлення кабіни машиніста, пробої ізоляції високовольтних кабелів, а також пошкодження обладнання автоматичного регулювання швидкості.

Для підвищення якості утримання вагонів метрополітену доцільно впроваджувати засоби технічної діагностики та нові методи ремонту, що дозволить зменшити кількість пошкоджень основного обладнання та скоротити витрати на непланові ремонти.

УДК 621

Вдосконалення діагностування електронних блоків, що здійснюють керування пристроями живлення електропоїздів серії ЕПЛ9Т

доц. Гулак С.О., студенти Стеблівський С.А., Дяченко Є.С., Сластьон В.І.

Системи управління вузлами, що відповідають за керування параметрами руху електропоїздів серії ЕПЛ9Т оснащені рядом електронних блоків, на відміну їх попередників електропоїздів серій ЕР9М, де всі системи керування вузлами та агрегатами були контакторно-реостатного виконання. Такими електронними блоками є блок управління стабілізатором, блок управління зарядом акумулятора та блок управління фазорозчіплювачем. В процесі експлуатації електронні компоненти зазначених блоків змінюють свої номінальні параметри. В зв‘язку з цим електронні блоки починають функціонувати некоректно, що призводить до погіршення роботи керованих вузлів і агрегатів. Крім того,

окремі електронні компоненти можуть вийти з ладу, що призведе до виходу з ладу всього блоку.
Дослідження базується на визначенні параметрів блоків, які слід діагностувати, регулювати та налаштовувати. На основі зазначених параметрів блоків розроблено структурну та принципіальну схему стендів діагностування блок управління стабілізатором, блок управління зарядом акумулятора та блок управління фазорозчіплювачем, їх конструкцію та порядок проведення діагностики, регулювання та налаштування блоку на стендах.
Особливу увагу приділено порядку вимірювання, налаштування і регулюванню параметрів електронних блоків блок управління стабілізатором, управління зарядом акумулятора та управління фазорозчіплювачем, вимірюванню параметрів і регулювання уставок датчиків струму, перемикача понижених уставок і часової затримки. Вимірювання параметрів блоків здійснюється при імітації можливих експлуатаційних режимів електропоїзду.
Розробка та впровадження стендів діагностування блок управління стабілізатором, блок управління зарядом акумулятора та блок управління фазорозчіплювачем дасть заощадження часу на діагностику, регулювання та налаштування та економії електричної енергії при технічному обслуговуванню зазначених електронних блоків керування параметрами руху електропоїзду ЕПЛ9Т.

УДК 629.4.053

Аналіз існуючих автоматизованих систем керування на залізничному транспорті

проф. Горобченко О.М, аспірант Свідерський С.І.

На сучасному етапі розвитку систем керування рухомим складом відкривається можливість використовувати нові підходи і алгоритми теорії штучного інтелекту, що дозволяють найбільш ефективно використовувати всі останні досягнення в областях апаратного та математичного забезпечення. Автоматичне керування рухомим складом може підвищити безпеку та надійність експлуатації локомотивів, зменшити кількість споживання енергоресурсів та зменшити інтенсивність навантаження роботи машиніста. Використовується технологія нечіткого прогнозування для забезпечення ефективних умов експлуатації рухомого складу, що відкриває великий потенціал для керування складними системами.

Аналіз робіт в галузі штучного інтелекту дозволяє зробити припущення, що сьогодні існує достатньо розроблене теоретичне підґрунтя для розробки інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень (СППР) для керування локомотивами. Це дозволить мінімізувати ризики, що пов’язані з людським фактором на залізницях. Системи автоматизованого керування наблизились до межі свого розвитку і не можуть в подальшому гарантовано запобігати виникненню транспортних інцидентів, основним джерелом виникнення яких є людина. Виходом з цієї ситуації може бути інтегрування до автоматичного керування рухомим складом систем штучного інтелекту, що дозволяють врахувати більш широке коло факторів під час руху та прогнозувати виникнення та розвиток нештатних ситуацій з метою їх попередження на початковому етапі.

УДК 629.432

Удосконалення ремонту тягових електродвигунів електропоїздів метрополітену

доц. Каращук В.О., студент Йовенко І.П.

Основним проблемним місцем метрополітенів в Україні є застарілість парку електропоїздів та ремонтної бази для їх утримання та ремонту. Виходи з ладу електричного обладнання вагонів метрополітену є частими причинами їх ремонту.

В експлуатації тягові електродвигуни характеризуються меншою потужністю і коефіцієнтом корисної дії. При обслуговуванні тягових електродвигунів застарілого парку вагонів метрополітену є необхідність постійного контролю за комутуючими частинами двигуна, заміні деталей при їх зносі, підтриманні якості комутації контактних частин і значні витрати при проведенні планових і капітальних ремонтів.

Для вирішення завдання підвищення ефективності роботи електрорухомого складу, економії використання енергетичних ресурсів, впровадження сучасних технологій, підвищення його надійності пропонується модернізувати застарілий рухомий склад метрополітену сучасними тяговими електродвигунами та створенні бази щодо їх обслуговування та ремонту.

В умовах енергетичної кризи та необхідності оновлення тягового рухомого складу дане дослідження надає змогу впровадити модернізацію вагонів і зменшити витрату метрополітеном енергетичних ресурсів на тягу поїздів, модернізуючи ремонтну базу електропоїздів спрощується обслуговування електричного обладнання в умовах електродепо.

УДК 621.7:629.4

Проблеми та перспективи застосування адитивних технологій у технологічному процесі ремонту рухомого складу

ст. викл. Фащевський А.В., студент Кирилко Д.В.

Розглянуто проблеми та перспективи впровадження адитивних технологій у процес ремонту залізничного рухомого складу. Особливу увагу приділено питанням сертифікації, стандартизації та випробувань матеріалів і виробів, виготовлених методом Сучасний стан парку залізничного рухомого складу України характеризується високим ступенем зносу та дефіцитом запасних частин. Тривалі строки постачання комплектуючих і залежність від зовнішніх виробників призводять до збільшення простоїв локомотивів і вагонів у ремонті. У цих умовах адитивні технології (3D-друк) можуть стати ефективним інструментом оперативного виготовлення деталей безпосередньо в умовах депо або ремонтних підприємств.

Відповідно до класифікації ASTM International, адитивне виробництво охоплює процеси пошарового створення виробів шляхом спікання порошків, екструзії матеріалу, фотополімеризації, прямого підведення енергії тощо, що відкриває широкі можливості для ремонту та модернізації вузлів рухомого складу.

Застосування адитивних технологій у ремонті рухомого складу дозволяє:

- оперативно виготовляти дефіцитні та зняті з виробництва деталі;

- зменшити складські запаси та логістичні витрати;
- скоротити терміни простою техніки;
- проводити модернізацію конструкцій із використанням оптимізованої геометрії;
- виготовляти оснастку, шаблони, корпусні елементи, елементи систем охолодження та ін.

Особливо перспективним є використання металевих порошкових матеріалів (сталей, алюмінієвих і титанових сплавів) для відновлення або виготовлення відповідальних деталей, а також полімерних композицій — для допоміжних вузлів і електротехнічних компонентів.

Адитивні технології мають значний потенціал у сфері ремонту та модернізації рухомого складу, особливо для виготовлення малосерійних і дефіцитних деталей.

1. Основним стримуючим фактором є відсутність чітко регламентованих процедур сертифікації та стандартизації виробів, виготовлених методом 3D-друку.
2. Для широкого впровадження необхідно створити галузеву нормативну базу, розробити методики випробувань і впровадити систему контролю якості адитивного виробництва.
3. У разі вирішення питань сертифікації та підтвердження надійності матеріалів адитивні технології можуть стати важливим елементом цифровізації та технічного переоснащення ремонтних підприємств залізничного транспорту.

УДК 629.4

Технічне обслуговування локомотивів та резерви економії енергоресурсів на тягу поїздів

доц. Каращук В.О., студенти Глухенький Р.М., Гриценюк О.В.

Робота на підприємствах залізничного транспорту повинна відповідати засадам ощадливого виробництва, що передбачає покращення всіх виробничих процесів та адаптації їх до подолання кризових явищ у технологічних, фінансових, трудових сферах при постійному зростанні цін на енергоресурси.

На ефективність перевізної роботи залізницями впливає ряд організаційних та технологічних факторів, таких як: технічний стан тягового рухомого складу, стан інфраструктури, ефективність організації роботи локомотивів, використання рухомого складу в процесі експлуатації на найбільш економічних режимах роботи, використання раціональних режимів ведення поїзда, висока кваліфікація машиніста, скорочення часу різних видів простоїв та багато інших.

За даними Укрзалізниці за 2020 рік середньозважена питома норма споживання дизельного палива в теплотязі склала 54,8 кг/10 тис. ткм брутто, при цьому витрати на паливо на тягу поїздів склали 4231 млн. грн. в цьому ж році. Середньозважена питома норма споживання електричної енергії у електротязі в 2020 році склала 121 кВт-год/10 тис. ткм брутто, при цьому витрати на електроенергію на тягу поїздів склали 6071 млн. грн. Скорочення цих витрат є актуальним завданням для працівників локомотивного господарства.

Певні резерви економії можуть бути досягнуті при впровадженні заходів з посилення контролю за проведенням технічного обслуговування та ремонту тягового рухомого складу. Правильна експлуатація, стан та регулювання вузлів та деталей механічного обладнання локомотивів значно впливає на опір руху поїзда, відповідно на витрати енергоресурсів в процесі ведення поїзда по ділянці. При обслуговуванні та ремонті особливу увагу треба приділяти гальмівній важільній передачі, кріпленню гальмівних колодок, гальмівних валів, триангелей, гальмівних важелів, муфт, тяг, регулюванню ходу поршня і ін. Ненормальне їх регулювання впливає на опір руху поїзда. Від правильного регулювання балансирів гальмівної важільної передачі залежить гальмівне зусилля, а отже і гальмівний шлях електропоїзда.

Локомотивні та ремонтні бригади можуть зменшити основний опір руху поїзда шляхом забезпечення гарного технічного стану механічного та кузовного обладнання ТРС. Від правильного положення кузова залежить вписування локомотива чи вагона електропоїзда в криві ділянки колії. Тому необхідно проводити регулювання положення кузова та осі автозчеплення щодо головки рейки. Амортизатори мають бути справними. При встановленні двигунів необхідно звертати увагу на правильну їх посадку без перекосів, з'єднання з тяговим приводом здійснювати відносно встановлених допусків і розмірів. Редуктор підвішують з таким розрахунком, щоб не було торкання його корпусу. Підвищення якості технічного обслуговування локомотивів та посилення контролю за виконанням робіт при ремонтах дозволить заощадити енергоресурси на тягу поїздів.

УДК 621.313.2

Дослідження діагностики щітково-колекторного вузла тягових електродвигунів постійного струму

ст. викл. Малюк С.В., студент Заболотний Д.В.

Тягові електродвигуни постійного струму широко застосовуються на електровозах, тепловозах та моторвагонному рухомому складі. Одним із найбільш відповідальних та водночас уразливих елементів таких машин є щітково-колекторний вузол, від технічного стану якого безпосередньо залежить надійність роботи двигуна, його ресурс і безпека експлуатації. Порушення нормального контакту між щітками і колектором призводить до інтенсивного іскріння, перегріву, прискореного зносу та, в окремих випадках, до аварійних відмов тягового приводу.

Аналіз статистики відмов тягових двигунів показує, що значна частка несправностей пов’язана саме з дефектами щітково-колекторного вузла. До найбільш поширених дефектів належать підгоряння, нерівномірний знос щіток, утворення нагару, підвищене іскріння, замикання між колекторними пластинами та порушення ізоляції. У зв’язку з цим особливого значення набуває своєчасна та достовірна діагностика технічного стану вузла.

Традиційні методи контролю передбачають візуальний огляд поверхні колектора, перевірку ступеня іскріння за шкалою, вимірювання биття колектора, контроль натиску щіток, вимірювання температури та опору ізоляції. Однак ці

методи здебільшого є періодичними та залежать від кваліфікації персоналу. Сучасні тенденції розвитку діагностичних систем передбачають застосування інструментальних методів контролю, які дозволяють здійснювати об'єктивну оцінку стану вузла в режимі реального часу.
Перспективним напрямом є використання приладів контролю інтенсивності іскріння, систем вібродіагностики, тепловізійного контролю та аналізу струмових сигналів. Зокрема, автоматизовані комплекси, що застосовуються на підприємствах виробників тягового рухомого складу, таких як Alstom та Siemens Mobility, дозволяють фіксувати параметри комутації, визначати локальні дефекти поверхні колектора та прогнозувати розвиток несправностей. Інтеграція діагностичних систем із бортовими засобами моніторингу відкриває можливості переходу від планово-попереджувальної системи ремонту до обслуговування за технічним станом.
Таким чином, удосконалення методів діагностики щітково-колекторного вузла тягових електродвигунів постійного струму є важливою умовою підвищення надійності рухомого складу та зменшення експлуатаційних витрат. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розроблення автоматизованих систем безперервного моніторингу стану вузла, адаптованих до умов експлуатації локомотивів, а також на створення алгоритмів прогнозування ресурсу щіток і колектора на основі аналізу діагностичних даних.

УДК 629.4.017:658.58

Розробка концепції поетапного переходу до ТОіР ДР1А дизель-поїздів в умовах мотор-вагонного депо «К» за фактичним технічним станом

доц. Михайлов Є.В., студент Бобильов М.В.

Запропоноване поетапне вдосконалення системи ТОіР дизель-поїздів ДР1А без різкої відмови від планово-попереджувальної моделі, що відповідає реальним виробничим можливостям моторвагонного депо «К». Поетапна схема вдосконалення системи технічного обслуговування та ремонту дизель-поїздів ДР1А в умовах моторвагонного депо «К» може виглядати наступним чином. Етап 1. Аналітико-підготовчий. На цьому етапі пропонується зберегти діючу періодичність ТО-1, ТО-2, ТО-3. Мета етапу: створення інформаційної та методичної бази для подальшого вдосконалення системи ТОіР без порушення діючих нормативних вимог. Результат етапу: формування аналітичної бази даних і переліку пріоритетних напрямів удосконалення ТОіР.
Етап 2. Діагностично-орієнтований. Ключовим елементом удосконалення системи ТОіР є розширення ролі технічної діагностики. В умовах депо «К» доцільно застосовувати поєднання статистичного діагностування та інструментального контролю найбільш відповідальних вузлів. Поєднання цих методів дозволить зменшити частку необґрунтованих ремонтних втручань і, водночас, підвищити виявлення дефектів на ранній стадії. Мета етапу: підвищення ролі технічної діагностики у процесі прийняття рішень щодо обсягів ТО і ПР. Результат етапу: перехід від формального виконання регламентів до технічно обґрунтованого планування ремонтних впливів. Етап 3. Організаційно-технологічний. Мета етапу: адаптація виробничих процесів депо

до оновленої моделі ТОіР. Результат етапу: зниження трудомісткості та тривалості ТО і ПР без зменшення рівня безпеки руху, скорочення тривалості простою дизель-поїздів, підвищення коефіцієнту технічної готовності парку.
Етап 4. Інформаційно-управлінський. Важливою складовою вдосконалення системи ТОіР є впровадження елементів цифрового управління ремонтним виробництвом. Це є доцільним навіть за відсутності повноцінних бортових діагностичних систем на дизель-поїздах ДР1А, у депо «К». Мета етапу: забезпечення стабільності та керованості вдосконаленої системи ТОіР. Результат етапу: підвищення прозорості та керованості процесів технічного обслуговування і ремонту. Етап 5. Оціночно-коригувальний. Мета етапу: оцінка ефективності впроваджених заходів та їх подальше коригування. Результат етапу: стабілізація та подальший розвиток удосконаленої системи ТОіР. Запропонована п’ятиетапна модель вдосконалення системи технічного обслуговування та ремонту дизель-поїздів ДР1А може забезпечити поступовий, керований перехід від жорстко регламентованої планово-попереджувальної системи до моделі, орієнтованої на фактичний технічний стан рухомого складу, що є принципово важливим для умов моторвагонного депо «К».

УДК 629.4.015:629.4.027

Фактори, що впливають на використання зчіпної маси локомотива

доц. Михайлов Є.В., студент Крента Ю.Ю.

Ефективність використання зчіпної маси локомотива визначається сукупною дією ряду факторів, які мають як конструктивну, так і динамічну та експлуатаційну природу. Навіть за однакової номінальної зчіпної маси різні локомотиви або один і той самий локомотив у різних умовах експлуатації можуть реалізовувати суттєво різне тягове зусилля. Це пояснюється складною взаємодією сил у системі «кузов – візки – колісні пари – колія», яка формується під впливом зазначених факторів. У теорії локомотивів прийнято розглядати фактори, що впливають на використання зчіпної маси, за трьома основними групами: конструктивні, динамічні та експлуатаційні. Такий поділ дозволяє систематизувати причини втрат зчіпної маси та обґрунтовано визначати напрямки її підвищення. До конструктивних факторів належать особливості компоновки локомотива, конструкція його екіпажної частини та схема передачі тягових зусиль. Одним із визначальних конструктивних параметрів є кількість і розташування провідних колісних пар. Важливу роль відіграє положення центра мас кузова локомотива відносно опорних точок екіпажної частини. Особливе значення має конструкція системи зв’язків кузова з візками. Через ці елементи передаються поздовжні сили тяги та гальмування, а їх конструктивне виконання визначає характер силової взаємодії між кузовом і візками. До конструктивних факторів слід також віднести параметри ресорного підвішування. Динамічні фактори пов’язані з процесами, що виникають у локомотиві під час руху, особливо в перехідних режимах. При передачі тягового зусилля виникають інерційні сили та моменти, які змінюють вертикальні навантаження на колісні пари. Одним із найбільш несприятливих режимів з точки зору використання зчіпної маси є режим рушання з місця. До

динамічних факторів належать також вертикальні та кутові коливання кузова і візків, які виникають при русі по нерівностях колії. Експлуатаційні фактори пов'язані з умовами роботи локомотива та станом елементів системи «колесо–рейка». До них належить насамперед стан поверхні рейок і коліс, який істотно впливає на коефіцієнт зчеплення. Таким чином, використання зчіпної маси локомотива формується під впливом складної сукупності конструктивних, динамічних та експлуатаційних факторів. Навіть за однакової номінальної зчіпної маси реальні тягові можливості локомотива можуть суттєво відрізнятися залежно від конструкції його ходової частини, режимів руху та умов експлуатації. Комплексний аналіз зазначених факторів є необхідною основою для обґрунтування технічних рішень, спрямованих на підвищення ефективності використання зчіпної маси, що й зумовлює доцільність подальшого розгляду конструктивних способів її покращення в наступних підрозділах роботи.

УДК 629.4.053

Аналіз сучасного стану систем управління ТРС

ст. викл. Неведров О.В., аспірант Білоцький В.В.

Сучасні системи управління ТРС еволюціонують від «локальних контролерів» до інтегрованих бортових платформ керування тягою, гальмами + моніторинг + діагностика + зв'язок + кіберзахист. Головний драйвер модернізації у європейській парадигмі — інтероперабельність та цифровізація (ETCS/ERTMS, ATO over ETCS, перехід від GSM-R до FRMCS). Для інтеграції з ЄС зростає роль інфраструктурних проєктів та переходу до євро колії, що підвищує вимоги до сумісності систем управління та експлуатаційних регламентів. Магістральний сегмент характеризується переходом до високо потужних багатосистемних електровозів із сучасною силовою електронікою, мікропроцесорним керуванням тягою, протибуксувальним захистом і розширеною діагностикою. Прикладом тенденції є контракт УЗ на 55 електровозів Alstom Traxx (фінансування міжнародними інституціями). Підсилюється вимога до енергоефективного ведення поїзда: оптимізація профілю швидкості, рекуперація, рекомендаційні підказки машиністу (Driver Advisory) та інтеграція з обмеженнями інфраструктури. Зростає роль зв'язку для диспетчеризації, телеметрії, дистанційної діагностики та планування TOiP стратегічний напрям у Європі — перехід до FRMCS як наступника GSM-R. У контексті інтеграції з ЄС актуалізуються вимоги до європейських підходів сигналізації та контролю руху (ETCS як ядро ERTMS), що в перспективі впливає на вимоги до бортового комплексу та модернізацій. Таким чином сучасний стан систем управління ТРС характеризується переходом до цифрових, інтегрованих, мережевих бортових систем із підсиленою діагностикою та зв'язком, а також орієнтацією на європейські стандарти інтероперабельності.

УДК 629.4.053

Побудова фазового простору станів машиніста

ст. викл. Неведров О.В.

Безпека руху поїздів безпосередньо залежить від психофізіологічного стану машиніста. Когнітивна втома, емоційне напруження, зниження уваги впливають на ймовірність помилки керування. Для інтеграції людського фактору в інтелектуальні системи керування локомотивом необхідна формалізація стану машиніста у вигляді математичної моделі. Фазовий простір дозволяє представити багатовимірний стан людини як динамічну систему зі стохастичними переходами. Фазовий простір машиніста є підсистемою цифрового двійника локомотива, який впливає на адаптивне обмеження швидкості, коригує параметри тяги та гальмування, використовується в MPC-алгоритмах ризик-орієнтованого керування. Наукова новизна підходу полягає у формалізації психофізіологічного стану як динамічної стохастичної системи, побудові тривимірного фазового простору «стрес – втома – когнітивний ресурс», можливості переходу від безперервної моделі до дискретної Марковської та інтеграції людського фактору в єдину систему керування рухом. Таким чином фазовий простір дозволяє формалізувати поведінку машиніста як динамічну систему, провести геометричну інтерпретацію, яка забезпечує наочність еволюції стану. Запропонований підхід є методологічною базою для побудови підсистеми Twin-Psy у структурі інтелектуального цифрового двійника локомотива.

СЕКЦІЯ 11
МОДЕЛЮВАННЯ, ОПТИМІЗАЦІЯ, ПРОГНОЗУВАННЯ ТА РОБОТОТЕХНІКА В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ

***УДК* 681.518**

Методика оцінки ефективності управління та функціонування автоматизованих систем

доц. Герцій О.А., аспірант Гладиш В.В.

Поняття ефективності якості і оптимальності займає важливе місце стосовно функціонування інформаційних систем, а також для оцінювання методів обробки інформації. В роботі проводиться дослідження автоматизованих систем управління складними інформаційними системами. Наведено призначення автоматизованих систем керування, якщо відбувається відхилення або несправність в інформаційних системах. Розглянуто точність методів оцінки та алгоритми, що забезпечують якість та ефективність керування. Точність роботи автоматизованої системи керування інформаційно-складним об'єктом визначається точністю розробленої системи алгоритмів, а також точністю обладнання, що використовується. Приводиться оцінка працездатності ідеального та реального обладнання автоматизованих систем, а також їх точність. Поняття ідеального обладнання використовується в теоретичних дослідженнях для спрощення аналізу та отримання показників якості різних процесів. Обладнання є реальним, коли воно працює зі скінченною точністю. Методика дозволяє визначити витрати інформації в складних інформаційних системах, що визначають типи помилок спрацювання. Проводиться дослідження таких типів помилок, як невиявлені відмови та хибні відмови. При вимірюванні одного параметра визначається ймовірність невиявлених відмов, а також ймовірність хибних відмов. Описується методика розрахунку розподілу параметрів, що контролюються. Під час керування інформаційно-складними об'єктами вимірюється велика кількість параметрів та помилок обладнання за нормальних законів. Розраховано ймовірність існування принаймні однієї невиявленої відмови, а також ймовірність існування хибної відмови. Знаючи ймовірність появи несумісних подій, визначається залишкова ентропія, а також загальна ентропія під час керування різними параметрами. Визначається часові характеристики керування системою об'єкта у складі автоматизованої системи управління. Також визначається час, який потрібний для керування, як функція складності об'єкта та ймовірності безвідмовної роботи відносно частоти відмов. Збільшення ймовірності безвідмовної роботи дозволяє зменшити час керування. Розглядаються витрати на процес, що в основному включають вартість автоматизованих систем та її обслуговування, включаючи запасні частини та аксесуари, при оцінці ефективності та оптимізації процесів керування. Вартість експлуатації автоматизованих систем зменшується разом зі збільшенням ймовірності безвідмовної роботи.

УДК 004.925.4

VQGAN та Трансформери: Поєднання згорткових мереж та механізмів уваги для генерації зображень

доц. Герцій О.А., аспірант Карнатов С.А.

Незважаючи на те, що архітектура трансформерів стала стандартом для обробки послідовних даних, її застосування для генерації зображень високої роздільної здатності дотепер було надзвичайно складним. На відміну від згорткових нейромереж (CNN), трансформери не мають "індуктивного упередження" (inductive bias) щодо локальних взаємодій. Вони враховують зв'язки між усіма парами елементів, тому їхня обчислювальна складність зростає квадратично залежно від довжини послідовності. Обробка мільйонів пікселів безпосередньо вимагає надмірних витрат часу та енергії. Для вирішення цієї проблеми пропонується двоетапний підхід, який поєднує ефективність CNN із виразністю трансформерів. Створення багатого на контекст словника (VQGAN) На першому етапі використовується згорткова мережа для сильного стиснення зображення. Мета - створити дискретний "словник" (codebook) візуальних частин зображення. Таким чином, замість мільйонів пікселів зображення перетворюється на значно коротшу просторову послідовність індексів із цього словника. Трансформер у латентному просторі отримавши компактну послідовність індексів, тепер значно менший і може працювати ефективно, зосереджуючись на своїй головній перевазі — моделюванні довготривалих взаємодій та глобальної композиції візуальних частин. Трансформер крок за кроком передбачає ймовірність появи наступного "візуального слова" у послідовності. Крім того, запропонована модель є універсальним інструментом для синтезу зображень. Завдяки гнучкості трансформерів, архітектура легко адаптується для "умовної" генерації. У результаті, експерименти показали, що цей підхід встановлює нові стандарти якості (state-of-the-art), перевершуючи як попередні згорткові моделі (наприклад, PixelSNAIL), так і відомі системи на основі словників, як-от VQVAE-2. Метод вперше дозволив використати трансформери для реалістичної генерації зображень високої роздільної здатності.

УДК 004.5:629.3

Розробка мікропроцесорної системи моніторингу та діагностики транспортного засобу з елементами прогнозованого обслуговування

доц. Герцій О.А., студент Журенко О.І.

Сучасні транспортні засоби є складними кіберфізичними системами з великою кількістю електронних блоків керування, сенсорів і цифрових каналів зв’язку, тому актуальним є створення мікропроцесорних систем моніторингу технічного стану автомобіля, здатних не лише фіксувати параметри роботи, а й виконувати ранню діагностику та прогнозувати потребу в технічному обслуговуванні. Традиційне обслуговування за регламентними інтервалами або після виникнення несправностей не забезпечує оптимального використання ресурсу агрегатів і може підвищувати витрати на ремонт, тоді як прогнозне обслуговування на основі експлуатаційних даних підвищує надійність і

безпеку. Основою таких систем є бортова діагностика стандарту OBD-II, що забезпечує отримання даних від електронного блоку керування та інших підсистем автомобіля, зокрема температури двигуна, обертів, витрати палива та інших параметрів режиму роботи. Для взаємодії з діагностичним інтерфейсом застосовуються мікроконтролерні перетворювачі типу ELM327, які транслюють протоколи OBD у стандартні послідовні інтерфейси UART, Bluetooth або USB . Мікропроцесорна система моніторингу включає модулі збору даних, обробки сигналів, зберігання інформації, передачі даних і інтелектуального аналізу стану. Важливу роль відіграють алгоритми машинного навчання, що аналізують часові ряди параметрів та дозволяють виявляти деградацію вузлів і прогнозувати відмови. У системах прогнозного обслуговування також використовується IoT-підхід із передачею даних на сервери для подальшої аналітики в багаторівневій архітектурі. Практичним прикладом є системи моніторингу стану моторної оливи, які на основі сенсорних даних і алгоритмів аналізу визначають ступінь її деградації та прогнозують момент заміни, що може бути реалізовано на недорогих мікроконтролерах із засобами обробки сигналів. Запропонована мікропроцесорна система моніторингу транспортного засобу повинна забезпечувати безперервний контроль ключових параметрів, автоматичне зчитування кодів помилок, накопичення статистики експлуатації, а також формування попереджень про потенційні відмови, рекомендації щодо технічного обслуговування. Використання таких систем дозволяє зменшити кількість аварійних відмов, підвищити ефективність експлуатації транспортних засобів та знизити експлуатаційні витрати. Крім того, реалізація інтелектуального аналізу даних відкриває можливості для створення адаптивних транспортних систем нового покоління. Таким чином, розробка мікропроцесорної системи моніторингу та діагностики транспортного засобу з елементами прогнозного обслуговування є актуальним науково-технічним завданням, що відповідає сучасним тенденціям розвитку інтелектуального транспорту, цифрової інженерії та вбудованих систем.

УДК 004.3:656

Розробка мікропроцесорної системи контролю доступу персоналу транспортного підприємства з функцією автоматизованого обліку робочого часу

доц. Герцій О.А., студент Макар Р.Є.

У сучасних реаліях функціонування організацій транспортного сектору пріоритетним вектором розвитку є розгортання надійних механізмів управління доступом персоналу та високоточного табелювання робочого часу. Застосування застарілих підходів до контролю, зокрема паперових журналів реєстрації або постів охорони без засобів цифрової автоматизації, визнано малоефективним.

Ключовою метою представленої роботи є проектування спеціалізованої мікропроцесорної структури, що поєднує в собі функції ідентифікації співробітників та автоматизованого аудиту тривалості їхньої праці. Архітектура запропонованого рішення базується на інтеграції сучасних мікроконтролерів,

периферійних пристроїв для зчитування персональних ідентифікаторів (використовуючи технології RFID, NFC або введення цифрових паролів), а також програмного забезпечення, що відповідає за логіку обробки та систематизації відомостей.
Алгоритм функціонування комплексу полягає у безперервному моніторингу та фіксації часових міток проходження працівників через контрольно-пропускні пункти об'єкта. Отримані дані в автоматичному режимі транслюються до централізованого сховища даних, де здійснюється їхня верифікація, аналітична обробка та генерація підсумкової звітності. Такий підхід дозволяє суттєво зменшити кількість неточностей у розрахунках та зміцнити внутрішній трудовий розпорядок у колективі.
Отже, інтеграція інтелектуальної мікропроцесорної системи контролю є обґрунтованим рішенням для суб'єктів транспортного господарства. Це сприяє не лише вдосконаленню методів управління кадровим ресурсом, а й загальній модернізації та оптимізації ключових бізнес-процесів організації.

УДК 004.75

Особливості створення та керування інформаційними ресурсами на базі хмарного сервісу Nextcloud

доц. Герцій О.А., студент Волинський А.В.

Ефективне управління інформаційними ресурсами є базовою вимогою забезпечення працездатності установ і організацій. Разом із збільшенням обсягів даних, що передаються виникає необхідність забезпечення безпеки, конфіденційності та доступності важливої інформації. Все це вимагає впровадження сучасних систем керування інформаційними ресурсами з використанням хмарних технологій. Середовище Nextcloud це хмарна платформа з відкритим кодом для створення приватних сховищ, яка дозволяє підприємствам, організаціям контролювати свої робочі дані. Разом з цим забезпечується конфіденційність, доступність та відповідність роботи системи нормативним вимогам. Хмара Nextcloud поєднує в собі зручність використання разом з високим рівнем безпеки та гнучкістю налаштувань, що є вагомим чинником для підприємств різного масштабу.
У процесі вибору платформи для побудови веб-сервера було розглянуто кілька популярних хмарних рішень, проте остаточний вибір зупинився саме на Nextcloud з наступних міркувань.
Контроль над даними. Одна з найбільших переваг Nextcloud - повний контроль над тим, де зберігаються дані і хто має до них доступ**.** Компанії, що надають ці сервіси, можуть завжди отримати доступ до даних.
Стійкість і незалежність. Користувачі не прив’язані до умов використання або політики конфіденційності стороннього провайдера. Це особливо важливо для компаній чи організацій, які повинні дотримуватись суворих норм захисту даних. Крім того умикаються різні ризики, які можуть призвести до раптового закриття акаунту або міграції через зміну політики контролю контенту.
Кастомізація. Nextcloud це платформа, що дозволяє додавати більшість функцій і інтеграцій відповідно до потреб. На відміну від інших сервісів, які

пропонують обмежений набір функцій, Nextcloud дозволяє створити інструмент повністю під конкретний робочий процес.
Вартість. Nextcloud є вигідним варіантом, відносно більшості інших хмарних сервісів. Сервіси вимагають щомісячної оплати за місце для зберігання.
Безпека. Платформа має потужні механізми безпеки, включаючи шифрування, двофакторну автентифікацію та інші засоби захисту, які допомагають запобігти несанкціонованому доступу до даних.
Конфіденційність. Дані не зберігаються на сторонніх серверах, користувачі мають повний контроль над конфіденційністю. Відкритий код дозволяє провести аудит і перевірити його на наявність вразливостей.
Проведені дослідження можуть бути використані для впровадження в організаціях для ефективного та безпечного управління інформаційними ресурсами. Веб-сервер на базі Nextcloud забезпечує зручний доступ до даних, можливість спільної роботи та високий рівень захисту інформації.

УДК 004.67, 621.317

Дослідження автоматизованих засобів моніторингу та управління параметрами рейкових кіл

доц. Герцій О.А., студент Кутас А.О.

Рейкові колії є основним елементом залізничної інфраструктури, що забезпечує рух поїздів і передачу інформації між елементами системи сигналізації. Рейкові колії інтегрують із сучасними технологіями для забезпечення безпеки та автоматизації руху. Високочастотні датчики та системи моніторингу дозволяють виявляти пошкодження рейок, зношення шпал чи зміщення баласту. Це особливо актуально для високошвидкісних залізничних шляхів, де будь-яке відхилення від стандартних параметрів може вплинути на динаміку руху потягів.
Високошвидкісна система для ультразвукового та вихрострумового тестування залізничних рейок, розроблена для автоматизованого виявлення дефектів. Система забезпечує перевірку рейок на швидкості до 40 км/год і може використовуватись як для прямих ділянок колій, так і для кривих із радіусом понад 200 метрів. Основою системи є візок для дефектоскопії, оснащений роликовими ультразвуковими датчиками. Ці датчики включають багатоканальні зонди з частотою роботи від 1 до 7 МГц, що дозволяє виявляти поздовжні, поперечні тріщини, дефекти від отворів болтів та інші критичні ушкодження. Програмне забезпечення системи дозволяє здійснювати налаштування параметрів тестування, перегляд результатів та аналіз отриманих даних. Дані відображаються забезпечуючи наочність при виявленні дефектів. У систему також інтегровано модуль GPS для запису географічних координат місця тестування та прив’язки отриманих даних до конкретних ділянок колії.
ScanMaster UT-M18 — це інноваційна ультразвукова система, призначена для автоматизованого контролю стану залізничних рейок. Основним елементом системи є електричний візок, який забезпечує одночасне обстеження обох рейок за допомогою багатоканальних ультразвукових датчиків. Завдяки цьому система забезпечує максимальне покриття профілю рейки, включаючи голову,

шийку та основу. UT-M18 використовує програмне забезпечення TrackMaster, яке забезпечує реєстрацію даних у режимі реального часу, автоматизоване визначення дефектів і генерацію звітів. Візок сконструйовано з акцентом на мобільність і зручність використання, а датчики підтримують автоматичну калібрування для точного вимірювання параметрів.

Система дозволяє проводити вимірювання на високих швидкостях і в умовах значних електромагнітних завад, забезпечуючи стабільність і точність даних. Завдяки адаптивним можливостям UT-M18 може використовуватись як для стандартних ділянок рейок, так і для кривих та стрілочних переводів.

Результати роботи спрямовані на підвищення безпеки руху та надійності залізничної інфраструктури завдяки впровадженню сучасних методів контролю та моніторингу.

УДК **004.056.5**

Дослідження методів захисту інформації в безпровідних комп'ютерних мережах

доц. Герцій О.А., студент Безверха Т.В.

Актуальність роботи полягає в забезпеченні надійного захисту інформації в безпровідних комп'ютерних мережах та доцільність їх використання.

Проведено комплексний аналіз технологій побудови безпровідних комп'ютерних мереж. Аналіз результатів розвитку технологій показує, що для надання послуг обміну даних в даний час є широкий вибір безпровідних технологій. В теперішній час використовуються наступні різновиди стандарту побудови безпровідних локальних мереж IEEE 802.11 a/b/g/n. Стандарт IEEE 802.11 став першим стандартом даного сімейства. Він передбачає використання діапазону частот 2,4 Ггц, а також технології розширення спектру стрибкоподібною зміною частоти або технології розширення спектру по методу прямої послідовності. Стандарт IEEE 802.11 забезпечує пропускну спроможність до 2 Мбіт/с розраховуючи на одну точку доступу. Мережа, де використовується тільки обладнання 802.11n, має велику дальність дії, чим мережа a/b/g, а точки доступу можуть розташовуватися на значній відстані один від одного. Для підвищення фізичної швидкості передачі даних, важливим інструментом є використання частотного каналу з розширеною смугою пропускання.

Досліджуються методи захисту інформації в безпровідних комп'ютерних мережах. Головна відмінність між провідними і безпровідними мережами пов'язана з абсолютно неконтрольованою областю між кінцевими точками мережі. Сучасні безпровідні технології пропонують обмежений набір засобів управління всією областю розгортання мережі. Це дозволяє атакуючим, що знаходяться в безпосередній близькості від безпровідних структур, виробляти цілий ряд нападів, які були неможливі в провідних мережах.

Для забезпечення безпеки мереж стандарту 802.11 розроблено криптографічний механізм WEP, які забезпечує захист безпровідних комп'ютерних мереж. Продуктивність WEP залежить від виду реалізації – апаратної або програмної, а також від конкретного пристрою. Деякі пристрої дозволяють досягти

продуктивності передачі даних у мережі, лише на кілька відсотків гірше, ніж без використання шифрування. Механізм захисту WPA2 - це друга версія набору алгоритмів і протоколів, що забезпечують захист даних в безпровідних мережах Wi-Fi. WPA2 істотно підвищує захищеність безпровідних мереж Wi-Fi в порівнянні з іншими технологіями. Цей стандарт передбачає, зокрема, обов'язкове використання більш потужного алгоритму шифрування AES і Аутентифікації 802.1X. Алгоритм AES представляє собою симетричний блоковий шифр, який працює з блоками даних довжиною 128 біт. Розрахунок показує, що при використанні 128-бітного ключа для злому шифрування буде потрібно кілька років.

Показано, що доцільність використання методів безпеки залежить від потреб мережі, що визначається сферою застосування. Виявлено, що найкращий захист та стійкість до проникнення в мережу забезпечується протоколом.

УДК 656.257

Дослідження мікропроцесорних систем диспетчерської централізації

доц. Герцій О.А., студент Нагайцев І.І.

Актуальність роботи полягає в автоматизації технологічних процесів диспетчерського управління перевезеннями, що дозволить: підвищити ефективність управління перевезеннями; підвищити безпеку руху; підвищити економічні показники роботи залізниць; зекономити експлуатаційні витрати. Отримані результати дослідження можна використати для модернізації системи диспетчерської централізації.

Основні функції систем диспетчерської централізації управління залізничною інфраструктурою, зокрема стрілки та сигнали, можливість дистанційного регулювання стрілок дозволяє диспетчеру встановлювати їх у необхідне положення для спрямування потяга відповідно до правильного маршруту. Додатково, диспетчер має здатність керувати світлофорами, що безпосередньо впливає на рух потягів. Не менш значну роль відіграє контроль зайнятості колій. Система безперервно здійснює моніторинг зайнятих колій, включаючи як окремі ділянки, так і перегонні, що забезпечує диспетчера можливістю оперативно реагувати на зміни в трафіку. Інтеграція систем диспетчерської централізації з іншими компонентами залізничного управління, включно з системами сигналізації, енергозабезпечення та управління рухом, створює єдиний інформаційний простір. Така інтеграція оптимізує управлінські процеси, водночас вимагаючи уніфікації програмного й апаратного забезпечення для спрощення обслуговування та забезпечення повної сумісності елементів.

Найважливіший аспект при розробці оптимальної структури управління полягає у визначенні функціональної організації системи. Це передбачає розподіл системи на менші, структуровані елементи, які групуються раціонально відповідно до специфіки методів і засобів, необхідних для виконання конкретних завдань. Цей підхід забезпечує ефективну інтеграцію елементів в єдину систему, здатну адаптуватися до різноманітних умов і вимог.

Мікропроцесорні технології є основою сучасних диспетчерських систем. Вони дозволяють обробляти великі обсяги інформації в режимі реального часу, забезпечуючи безперервну взаємодію між різними елементами системи. Завдяки швидкодії й точності обчислювальних процесів дозволяють: синхронізувати роботу сигналізаційних систем, аналізувати стан колій та рухомого складу.

Сучасні диспетчерські системи швидко розвиваються, використовуючи передові технології. Автоматизовані алгоритми штучного інтелекту аналізують рух, прогнозують можливі затримки та пропонують оптимальні рішення, інтеграція з IoT-пристроями дозволяє отримувати дані про стан інфраструктури, забезпечуючи раннє виявлення несправностей. Інтеграція диспетчерських систем із іншими видами транспорту створює єдину систему управління перевезеннями.

УДК 656.257

Дослідження топологій побудови локальних комп'ютерних мереж

доц. Герцій О.А., студенти Травнікова А.О., Андрієвський Є.С.

Комп'ютерна мережа - система зв'язку комп'ютерів і мережевого обладнання (сервери, маршрутизатори, канали зв'язку). У мережі усі робочі станції фізично сполучені між собою каналами зв'язку по певній структурі, яку називають топологією. Топологія - це опис фізичних з'єднань в мережі, що вказує які комп'ютери можуть обмінюватися даними між собою. Тип топології визначає продуктивність, працездатність і надійність експлуатації робочих станцій, а також час звернення до файлового сервера. Залежно від топології мережі використовується той або інший метод доступу.

Склад основних елементів в мережі залежить від її архітектури. Архітектура - це концепція, що визначає взаємозв'язок, структуру і функції взаємодії робочих станцій в мережі. Вона передбачає логічну, функціональну і фізичну організацію технічних і програмних засобів мережі. Архітектура визначає принципи побудови і функціонування апаратного і програмного забезпечення елементів мережі. Під сервером і клієнтом часто розуміють також не самі комп'ютери, а працюючі на них програмні додатки. У цьому випадку той додаток, що тільки віддає ресурс у мережу, є сервером, а той додаток, що тільки користується мережними ресурсами - клієнтом.

Сучасні мережі часто будуються з використанням декількох різних базових технологій - Ethernet, Token Ring чи FDDI. Така неоднорідність виникає або при об'єднанні вже існуючих раніше мереж, що використовують у своїх транспортних підсистемах різні протоколи канального рівня, або при переході до нових технологій. Створення складної структурованої мережі, що інтегрує різні базові технології, може здійснюватися і засобами канального рівня: для цього можуть бути використані деякі типи мостів і комутаторів. Однак можливістю трансляції протоколів канального рівня володіють далеко не всі типи мостів і комутаторів, до того ж можливості ці обмежені. Зокрема, у поєднуваних мережах повинні збігатися максимальні розміри полів даних у

кадрах, тому що канальні протоколи, як правило, не підтримують функції фрагментації пакетів.
Маршрутизатори поєднують окремі мережі в загальну складену мережу. Маршрутизатор вибирає маршрут на підставі свого представлення про поточну конфігурації мережі і відповідного критерію вибору маршруту. Локальні мережі мають погану масштабованість через жорсткість базових топології, що визначають спосіб підключення станцій і довжину лінії. При використанні багатьох базових топологій характеристики мережі різко погіршуються при досягненні визначеної межі по кількості вузлів чи довжині ліній зв'язку.

УДК 004.942:621.316.92:656.2

Інтелектуальні інформаційні системи для забезпечення стабільності електропостачання залізниць

проф. Стасюк О.І., аспірант Проскурняк А.В.

Стабільність електропостачання залізниць є критичною умовою безпечної та безперервної роботи перевізного процесу, оскільки порушення напруги й потужності у тяговій мережі та на тягових підстанціях призводять до затримок руху, обмеження пропускної спроможності та зростання ризиків для інфраструктури. Сучасні системи тягового електропостачання функціонують як складні кіберфізичні об’єкти: диспетчерське керування, телемеханіка, цифрові пристрої РЗА, системи обліку та діагностики тісно інтегровані з енергетичними процесами.
У науковій доповіді узагальнено підходи до побудови інтелектуальних інформаційних систем (ІІС), орієнтованих на підвищення стійкості тягового електропостачання. Вихідними даними ІІС є потоки телеметрії та станів комутаційного обладнання (SCADA/телемеханіка), показники якості електроенергії, дані датчиків стану силового обладнання та події кібербезпеки. На аналітичному рівні пропонується поєднання: оперативної оцінки стану енергетичних режимів, алгоритмів виявлення аномалій і прогнозування відмов на основі машинного навчання, сценарного аналізу «що-якщо» на базі цифрового двійника тягової системи.
Цифровий двійник розглядається як поєднання фізико-математичних моделей електричних схем та топології мережі з підстроюванням за реальними вимірами (гібридний data&model-driven підхід), що дає змогу в режимі, наближеному до реального часу, відтворювати динаміку напруг, струмів, навантажень і наслідки комутаційних дій. Результатом роботи ІІС є підтримка прийняття рішень диспетчером: раннє попередження про ризик нестійкості/перевантаження, локалізація ймовірного місця відмови, рекомендації щодо перемикань, резервування, алгоритмів відновлення та пріоритетів технічного обслуговування.
Запропонований підхід формує основу для пілотного впровадження на ділянках із підвищеною чутливістю до провалів напруги та відмов тягових підстанцій. Подальші дослідження доцільно спрямувати на збирання репрезентативних датасетів подій, валідацію моделей цифрового двійника за натурними вимірюваннями та розроблення критеріїв оцінювання ефективності ІІС за показниками надійності й часу відновлення.

УДК 004.8

Методологія експериментального дослідження інтеграції великих мовних моделей у системи підтримки прийняття рішень бізнес-середовища

проф. Кульбовський І.І., аспірант Нестеренко О.Б.

Інтеграція великих мовних моделей (LLM) у діяльність організацій України в останні роки зазвичай відбувається фрагментарно та не регламентовано. Відсутність формалізованої методики збору емпіричних даних у таких умовах ускладнює наукову оцінку впливу штучного інтелекту на поведінку систем підтримки прийняття рішень (DSS) в управлінні проєктами. У роботі запропоновано мінімально інвазивну методологію експериментального дослідження використання LLM у реальному бізнес-середовищі без попереднього впровадження регламентів або жорстких процедур.

Експеримент передбачає впровадження структурованого журналу використання LLM (AI-Decision Log) протягом 2–3 місяців. Запис здійснюється у спрощеному форматі з п’яти полів: тип задачі (планування, ризики, комунікація, технічне рішення), факт використання ШІ, характер функції ШІ (генерація варіантів, аналіз, текст, сценарії, код), можливість виконання дії без ШІ (так / ні / з великими витратами), суб’єктивна оцінка корисності (0–5). Такий формат дозволяє зафіксувати поведінкові сліди використання LLM без суттєвого впливу на бізнес-процеси. У ході дослідження формується структурований набір логів та первинний описовий аналіз: частота використання ШІ, розподіл по типах задач, середня суб’єктивна оцінка користі. Другий етап передбачає класифікацію кожного запису за чотирма режимами використання ШІ: augmentation (прискорення існуючих дій), multiplication (розширення ролей виконавця), transformation (поява нових процесів), transcendence (прийняття рішень без доменної експертизи). Це дозволяє побудувати профіль рівня інтеграції ШІ в організаційну DSS. Окремо формалізується подія zero-to-one як випадок, коли дія була неможливою без використання ШІ. Частота таких подій дозволяє оцінити не оптимізаційний, а структурний ефект інтеграції LLM — появу нових типів рішень і сценаріїв діяльності. Одночасно з цим за допомогою аналізу запитів до DSS розраховується зміна часу прийняття рішення. Такий підхід дозволяє перейти від декларативного твердження про корисність ШІ до формалізованої оцінки його впливу на еволюцію поведінки DSS в умовах реального бізнесу.

Запропонована методика є відтворюваною, не потребує складної інфраструктури та може бути використана як базовий емпіричний шар для подальшого дослідження самовдосконалюваних архітектур DSS.

УДК 004.62

Аналітичні аспекти інформаційного забезпечення комп’ютерних систем

доц. Голуб Г.М., аспірант Руденко Ю.С.

Інформаційне забезпечення комп’ютерних систем є багатовимірним поняттям, що охоплює сукупність даних, методів їх обробки, програмних компонентів та організаційних механізмів, спрямованих на підтримку функціонування програмних систем. У сучасних умовах воно набуває стратегічного значення,

оскільки безпосередньо впливає на якість інформаційних процесів, оперативність прийняття рішень і здатність системи адаптуватися до змін. Архітектура програмного забезпечення виступає фундаментальною основою інформаційного забезпечення, визначаючи логічну та фізичну структуру даних, правила їх взаємодії та механізми обміну між підсистемами. Класичні архітектурні стилі, зокрема клієнт–серверні та багатошарові архітектури, залишаються базою для побудови багатьох інформаційних систем, однак вони потребують модифікації з урахуванням сучасних вимог до гнучкості, масштабованості та відмовостійкості. Мікросервісна та сервісно-орієнтована архітектури дозволяють розподіляти інформаційні ресурси між автономними компонентами, що спрощує масштабування та підвищує стійкість систем до збоїв. Водночас такі підходи потребують ретельного аналітичного опрацювання механізмів інтеграції даних та управління інформаційними потоками. Важливу роль у формуванні інформаційного забезпечення відіграють міжнародні стандарти у сфері архітектури та якості програмного забезпечення, які забезпечують єдині принципи опису систем, оцінювання їх характеристик і підтримку аналітичних процесів проєктування. Використання аналітичних методів у архітектурному проєктуванні дозволяє враховувати нефункціональні вимоги, прогнозувати поведінку системи в умовах зростаючих навантажень і мінімізувати ризики, пов’язані з експлуатацією програмних продуктів.Окрему увагу доцільно приділяти розвитку архітектурних підходів у контексті інтеграції технологій штучного інтелекту. Сучасні інформаційні системи дедалі частіше використовують інтелектуальні модулі для аналітичної обробки даних, автоматизації процесів і підтримки прийняття рішень. Це зумовлює потребу в адаптивних, модульних і розширюваних архітектурах, здатних підтримувати оновлення моделей штучного інтелекту та інтеграцію нових функціональних розширень, зокрема для лексичних і аналітичних застосунків

УДК 004.94:656.225

Методи оцінювання та ранжування ризиків залізничних переїздів на основі багатокритеріального аналізу та нечіткої логіки

проф. Стасюк О.І., аспірант Кудін А.С.

Проблема забезпечення безпеки залізничних переїздів залишається однією з найактуальніших у сфері транспортної інфраструктури. Незважаючи на наявність стандартних технічних засобів регулювання руху, рівень аварійності на переїздах суттєво залежить від комплексу факторів: інтенсивності транспортного потоку, технічного стану обладнання, видимості, геометричних параметрів ділянки, дисципліни учасників руху та погодних умов. Традиційні підходи до оцінювання безпеки часто ґрунтуються на статистиці вже скоєних інцидентів, що не дозволяє своєчасно виявляти потенційно небезпечні об’єкти.

У роботі запропоновано підхід до оцінювання та ранжування ризиків залізничних переїздів на основі багатокритеріального аналізу з використанням методів нечіткої логіки. Основна ідея полягає у формуванні інтегрального показника ризику, який враховує одночасно декілька груп критеріїв: транспортні (інтенсивність руху, частота проходження поїздів), технічні (тип

сигналізації, наявність шлагбаумів, стан покриття), середовищні (освітленість, погодні умови), а також поведінкові (частота порушень правил дорожнього руху).
Для визначення вагових коефіцієнтів критеріїв застосовано метод аналізу ієрархій (AHP), що дозволяє формалізувати експертні оцінки та забезпечити узгодженість рішень. Подальше агрегування показників здійснюється з використанням нечітких множин та функцій належності, що дає можливість враховувати невизначеність і нечіткість вихідних даних. Замість жорсткого поділу на «безпечний» або «небезпечний» переїзд формується градуйована шкала ризику: низький, помірний, підвищений, високий.
На основі отриманого інтегрального показника виконується ранжування переїздів за рівнем небезпечності. Це дозволяє обґрунтовано визначати пріоритетність модернізації інфраструктури, встановлення додаткових технічних засобів контролю або впровадження інтелектуальних систем моніторингу. Запропонований підхід є гнучким і може адаптуватися до регіональних особливостей та доступності даних.
Перевагою використання нечіткої логіки є здатність моделі працювати в умовах неповної або неточної інформації, що характерно для реальних транспортних систем. Результати моделювання свідчать про можливість застосування запропонованого методу як інструменту підтримки прийняття управлінських рішень у сфері безпеки залізничних переїздів.

УДК 621.316:004.312

Головні аспекти дослідження та синтезу мікропроцесорних систем для векторного моніторингу мереж електропостачання

проф. Стасюк О.І., аспірант Резанов П.С.

Сучасний розвиток електроенергетичних систем пов’язаний із інтенсивним впровадженням розподілених джерел генерації, зростанням динамічних навантажень та необхідністю переходу до широкомасштабного синхронізованого моніторингу параметрів. Мікропроцесорні системи векторного моніторингу, побудовані на принципах синхрофазорних вимірювань, стають ключовим елементом систем широкої області спостереження та керування.
Дослідження охоплює кілька основних напрямків. Перший – аналіз математичних основ оцінки амплітуд, фаз, частоти та швидкості її зміни в умовах нестаціонарних режимів, наявності гармонік, інтергармонік, затухання сигналу та шумів. Другий – розробка вимог до апаратної архітектури, що включає високоточний аналоговий тракт, синхронізацію часу за допомогою глобальної навігаційної супутникової системи (GNSS), багатоканальні аналого-цифрові перетворювачі та гетерогенні обчислювальні платформи.
Синтез мікропроцесорних систем передбачає балансування кількох критеріїв: забезпечення високої точності вимірювань у динамічних режимах, мінімальної затримки обробки даних, низького енергоспоживання, надійності в промислових умовах та прийнятної вартості. Запропоновано модульний підхід до архітектури, де виділено окремі блоки: вимірювальний, синхронізації часу, обчислювальний, комунікаційний та інтелектуальної локальної обробки.

Особливу увагу приділено інтеграції інтелектуальних функцій на рівні самого пристрою. Це дозволяє реалізовувати локальне виявлення аномалій, класифікацію перехідних процесів, раннє попередження про низькочастотні коливання, адаптивну фільтрацію сигналів та елементи самодіагностики. Такі можливості зменшують навантаження на центральні системи та підвищують стійкість мережі до каскадних порушень.

Окремий аспект – зниження вартості та розширення сфери застосування за рахунок розробки компактних рішень для розподільчих мереж середньої та низької напруги. Це відкриває перспективи масового впровадження мікро-PMU в системах розподілу та активних споживачів.

Результати свідчать, що комбінація традиційних методів цифрової обробки сигналів з елементами адаптивної та інтелектуальної локальної обробки забезпечує суттєве підвищення якості моніторингу та керованості електроенергетичних систем в умовах високої невизначеності та динаміки режимів.

Подальший розвиток спрямований на оптимізацію гетерогенних платформ, удосконалення адаптивних алгоритмів під нестаціонарні режими та інтеграцію з високошвидкісними комунікаційними технологіями реального часу.

УДК:004.67:004.021

Перспективи впровадження інтелектуальних аналітичних систем у фінансову діяльність підприємств

доц. Голуб Г.М., аспірант Сорока А.В.

Інтелектуальні аналітичні системи у фінансовій діяльності підприємств передбачають використання алгоритмів машинного навчання, автоматизованої обробки даних та цифрових платформ для аналізу фінансових показників. Такі системи дозволяють обробляти значні обсяги інформації, виявляти приховані закономірності та формувати прогнози на основі історичних і поточних даних. Їх впровадження змінює традиційний підхід до фінансового аналізу, переводячи його з переважно описового рівня на аналітико-прогностичний.

Перспективність використання інтелектуальних систем пов’язана з можливістю підвищення точності фінансового планування та прогнозування. Автоматизований аналіз доходів, витрат, грошових потоків і фінансових ризиків забезпечує швидке виявлення відхилень та потенційних загроз. Це створює умови для більш обґрунтованого бюджетування, оптимізації ресурсів і підвищення фінансової стійкості підприємства.

Важливим напрямом розвитку є інтеграція інтелектуальних аналітичних модулів у корпоративні інформаційні системи. Поєднання фінансових, виробничих та ринкових даних дозволяє формувати комплексну картину діяльності підприємства та оцінювати взаємозв’язки між ключовими показниками. У результаті управлінські рішення приймаються на основі системного аналізу, а не ізольованих фінансових звітів. Впровадження таких систем потребує інвестицій у цифрову інфраструктуру, підвищення кваліфікації персоналу та забезпечення належного рівня інформаційної безпеки. За умови стратегічного підходу до цифрової трансформації інтелектуальні системи можуть стати важливим інструментом підвищення конкурентоспроможності та ефективності фінансового управління підприємств.

УДК 004.9:621.33

Гібридні математичні моделі організації інтелектуальних комп'ютерних мереж енергозбереження залізниць

проф. Стасюк О.І., аспірант Данак О.Ю.

В умовах цифрової трансформації та зростання вартості енергоресурсів підвищення енергоефективності залізниць має стратегічне значення. Традиційні системи електропостачання недостатньо адаптивні до динамічних навантажень, що спричиняє значні технологічні втрати та неефективне використання енергії рекуперації. Вирішення цієї проблеми вимагає переходу до проактивного управління на базі концепції Smart Grid. Відповідно, метою дослідження є підвищення енергоефективності залізничної інфраструктури шляхом розробки гібридних математичних моделей для інтелектуальних комп'ютерних мереж.

Оскільки класичні детерміновані моделі не забезпечують високої точності для стохастичного тягового навантаження, в роботі застосовано гібридний підхід. Він інтегрує аналітичний апарат електротехніки з алгоритмами штучного інтелекту. Зокрема, адаптація рекурентних нейромереж (LSTM) дозволила ефективно вирішувати задачу предиктивного аналізу енергоспоживання в реальному часі. Для гнучкості системи розроблено адаптивні моделі на основі сценарійного підходу, формалізувавши ключові режими: нормальної експлуатації, інтенсивної рекуперації, пікового навантаження та аварійного дефіциту потужності. Це дозволяє мережі динамічно перерозподіляти ресурси та пріоритезувати об'єкти залежно від ситуації.

Адекватність моделей перевірено шляхом порівняння результатів імітаційного моделювання з натурними даними телеметрії АСКОЕ тягових підстанцій (3 кВ). Результати підтверджують обчислювальну стійкість: середньоквадратична помилка (RMSE) прогнозування миттєвої потужності склала 3,86%, а похибка розрахунку напруги не перевищила 0,83%. Таким чином, розроблений апарат створює надійний фундамент для впровадження систем Smart Grid на залізниці, дозволяючи перейти до автоматизованого керування енергопотоками в реальному часі для зниження експлуатаційних витрат та підвищення стабільності інфраструктури.

УДК 004.9:37.091.3

Наукове обґрунтування моделей і методів побудови адаптивної освітньої системи у web-середовищі

проф. Кульбовський І.І., аспірантка Козачук О.І.

Сучасна цифрова трансформація освіти зумовлює перехід від традиційних лінійних моделей навчання до інтелектуальних адаптивних систем, здатних формувати індивідуальні освітні траєкторії. Більшість існуючих систем управління навчанням виконують функції електронних репозиторіїв контенту та не враховують когнітивні особливості здобувачів освіти, їхній темп засвоєння матеріалу та наявність прогалин у знаннях. У зв’язку з цим актуальним є розроблення моделей і методів адаптивного управління навчальним процесом у Web-орієнтованому середовищі.

Метою дослідження є підвищення ефективності дистанційного навчання шляхом розробки методів автоматизованої побудови індивідуальних освітніх траєкторій на основі онтологічного представлення знань та імовірнісного моделювання когнітивного стану користувача. Об'єктом дослідження є процес автоматизованого управління індивідуальною навчальною діяльністю у Web-середовищах дистанційної освіти. Предметом дослідження є математичні моделі та алгоритми адаптації навчального контенту на основі графового представлення знань і Баєсівських мереж.

У роботі запропоновано онтологічну модель предметної області, у якій навчальні концепти представлені у вигляді орієнтованого графа з урахуванням пререквізитних зв'язків. Для оцінювання рівня сформованості компетентностей використано Баєсівські мережі довіри, що дозволяють працювати в умовах невизначеності та враховувати ефект забування. Формування індивідуальної траєкторії реалізовано як задачу багатокритеріальної оптимізації з використанням модифікованого алгоритму пошуку A*, у якому ваги ребер графа динамічно змінюються залежно від складності матеріалу, рівня знань та когнітивного навантаження користувача.

Розроблено архітектуру Web-орієнтованої системи з використанням гібридного підходу до зберігання даних (реляційна база для профілів користувачів та графова база для онтології знань). Реалізовано прототип адаптивної системи, який забезпечує динамічну корекцію навчального маршруту в режимі реального часу.

Результати експериментального впровадження підтвердили підвищення середнього рівня успішності здобувачів освіти та скорочення часу засвоєння матеріалу порівняно з традиційними лінійними моделями навчання. Отримані результати засвідчують доцільність застосування графових моделей і імовірнісного моделювання для побудови інтелектуальних освітніх систем нового покоління.

УДК 681.5:62-52

Методичні підходи до вибору технічних засобів у багаторівневих системах автоматизації виробничих процесів

викл. Бокшан С.В. (Київський електромеханічний фаховий коледж, м. Київ)

Сучасні виробничі процеси характеризуються високим рівнем складності, інтеграцією різнорідного обладнання та необхідністю забезпечення безперервного контролю параметрів технологічних режимів. У таких умовах ефективність функціонування систем автоматизації значною мірою визначається правильністю вибору технічних засобів на кожному рівні їх ієрархічної структури. Багаторівневі системи автоматизації охоплюють нульовий рівень первинних вимірювальних перетворювачів і виконавчих механізмів, рівень локального керування на базі програмованих логічних контролерів або мікропроцесорних пристроїв, а також диспетчерський та інформаційно-аналітичний рівні.

Вибір технічних засобів у таких системах потребує комплексного методичного підходу, що враховує технологічні особливості виробничого процесу, вимоги до точності та швидкодії, сумісність із промисловими мережами передачі даних, показники надійності та відмовостійкості, а також можливість масштабування та модернізації. Недостатньо обґрунтований вибір апаратних компонентів може призвести до зниження продуктивності системи, перевитрат енергоресурсів та ускладнення інтеграції із суміжними підсистемами підприємства.

Методичний підхід до прийняття рішень передбачає поетапний аналіз технологічного об'єкта автоматизації, формування технічних вимог до обладнання, порівняльну оцінку альтернативних рішень та проведення техніко-економічного обґрунтування. Важливим аспектом є забезпечення узгодженості характеристик технічного обладнання та керуючих пристроїв, що дозволяє мінімізувати інформаційні затримки, похибки вимірювання та ризики відмов у процесі експлуатації.

Таким чином, системний і методично обґрунтований вибір технічних засобів у багаторівневих системах автоматизації є необхідною умовою підвищення ефективності виробничих процесів, їх адаптивності та конкурентоспроможності. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розроблення формалізованих алгоритмів оцінювання технічних рішень із використанням інструментів цифрового моделювання та імітаційного аналізу.

УДК 331.45

Управління охороною праці: шляхи підвищення ефективності на підприємстві

викл. Штомпель Ю.М. (Київський електромеханічний фаховий коледж, м. Київ)

Сьогодні в умовах невпинного розвитку суспільства особливо гостро постає питання створення, забезпечення та підтримки належного рівня системи менеджменту на підприємстві. Сучасні методи управління шляхом цілеспрямованого впливу на внутрішні й зовнішні чинники мають організовувати діяльність підприємства так, щоб забезпечувати безпеку праці та збереження життя і здоров'я працівників під час виробничих, операційних і обслуговуючих процесів.

Науково-технічний прогрес, постійне вдосконалення технологій і жорстка конкуренція вимагають пошуку нових ефективних шляхів захисту людини та навколишнього середовища від шкідливих і небезпечних факторів виробництва.

Управління охорони праці — це система сучасних методів управління, що передбачає створення умов для забезпечення та підтримки необхідного рівня безпеки праці шляхом цілеспрямованого впливу на фактори, які визначають стан здоров'я та безпеки працівників на всіх етапах виробничої діяльності: від проєктування і підготовки виробництва до завершення робіт та ліквідації можливих надзвичайних ситуацій.

Метою управління охороною праці є створення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці, покращення виробничого побуту, запобігання травматизму та професійним захворюванням.
Організація і управління охороною праці базується на таких принципах:
• використання системного, процесного й ситуаційного підходів;
• зниження виробничих ризиків і підвищення безпеки персоналу;
• формування культури безпеки та залучення працівників до управлінських процесів;
• побудова дієвої системи контролю за станом охорони праці;
• застосування міжнародних стандартів і сучасних методів управління.
Система управління охороною праці в Україні формується на кількох ієрархічних рівнях і функціонує в територіальному та функціональному просторах діяльності підприємств. Створення ефективних систем управління має відповідати міжнародним стандартам, зокрема вимогам International Organization for Standardization та стандартам OHSAS Project Group, що регламентують системи менеджменту якості, екологічної безпеки й охорони праці.

УДК 004.75:656.2

Удосконалення системи управління ризиками інфраструктури залізничного транспорту в умовах високоінтенсивних загроз

проф. Ваганов О.І., аспірант Дяденко Б.Є.

В умовах повномасштабної агресії залізнична інфраструктура України функціонує під впливом постійних, безпрецедентних фізичних загроз. Критичні об’єкти, окрім сталих загроз, зазнають системних уражень, що створює, гео-розподілений та подієво-орієнтований характер ризиків. За таких умов традиційна, децентралізована модель управління ризиками, побудована на періодичному оновленні реєстрів та ручних процедурах погодження, втрачає ефективність і не забезпечує необхідної швидкості прийняття рішень. Реєстри часто ведуться у вигляді ізольованих інформаційних масивів без синхронізації з гео-інформаційними даними об’єктів інфраструктури, системами обліку інцидентів, технічного обслуговування та засобами моніторингу безпеки. Внаслідок цього формується фрагментована картина ризиків, відсутня автоматизована ескалація подій, а перерахунок рівнів ризику здійснюється із затримкою або не здійснюється взагалі.
Для підвищення стійкості залізничної інфраструктури доцільно розглянути інтеграцію моделі цифрового управління ризиками, що базується на подієво-орієнтованому підході. Модель передбачає такі функціональні компоненти, як централізований реєстр ризиків із підтримкою історії змін та ролей відповідальності; гео-інформаційний шар критичної інфраструктури з атрибутами критичності; модуль реєстрації інцидентів фізичного впливу; механізм автоматичного перерахунку рівня ризику з урахуванням частоти подій, типу ураження та історичних даних; підсистему автоматичної ескалації з контролем термінів реагування; аналітичний модуль підтримки прийняття рішень для пріоритизації ресурсів відновлення.

Запропонована модель дозволяє перейти від реактивного управління наслідками до проактивного управління вразливостями та сценаріями повторних уражень. Практична реалізація сприятиме скороченню часу реагування, об'єктивній пріоритизації відновлювальних робіт, зниженню впливу людського фактора та підвищенню стійкості залізничної інфраструктури України в умовах високої інтенсивності фізичних загроз.

УДК 621.891

Оцінка економічної ефективності впровадження систем штучного інтелекту в управління транспортно-логістичними процесами

проф. Ваганов О.І., аспірант Степаненко Є.Д.

Сучасна цифрова трансформація логістичної галузі потребує не лише розроблення інтелектуальних архітектур, а й кількісного обґрунтування їх економічної доцільності. В умовах зростання операційного навантаження та високих вимог до швидкості обробки даних системи штучного інтелекту (ШІ) стають інструментом переходу від реактивного до проактивного управління логістичними процесами.

Інтеграція ШІ у CRM-, ERP- та TMS-середовище дозволяє автоматизувати обробку структурованих і напівструктурованих даних (JSON, API-потоки статусів), застосовувати алгоритми градієнтного бустінгу для прогнозування маржі та rule-based моделі для виявлення відхилень у статусах перевезень. Використання потокової обробки даних та кешування (наприклад, через in-memory сховища) забезпечує мінімальну затримку прийняття рішень і підтримку роботи в режимі реального часу.

Економічний ефект проявляється у зменшенні витрат на персонал за рахунок автоматизації рутинних операцій, скороченні часу обробки запитів, підвищенні точності тарифікації та прогнозування фінансових результатів. Оцінка ефективності здійснюється через показники ROI, період окупності, зміну операційної маржі та продуктивність праці. Практичне моделювання демонструє потенційне зниження операційних витрат на 15–30 % без пропорційного збільшення штату.

Таким чином, впровадження ШІ-систем у транспортно-логістичні процеси має вимірювану економічну результативність і формує основу для підвищення фінансової стійкості та масштабованості логістичних підприємств України.

УДК 681.7.08:004.032.24

Метод перетинів для контролю форми поверхні плями випромінювання

проф. Тимченко Л.І., доц. Кокряцька Н.І.

У даний час у поліграфії, лазерній обробці матеріалів, локації, оптичному зв'язку й іншим областям техніки відчувається необхідність більше широкого впровадження оптико-електронних систем з автоматичним коректуванням перекручувань формованого світлового випромінювання. Причинами цих перекручувань можуть бути дестабілізуючий вплив механічних або кліматичних факторів, нестабільність характеристик джерела випромінювання, збурювання в оптичному тракті, разюстування оптичних елементів і т.п.

Забезпечення прийнятної якості корекції вимагає безперервного динамічного контролю характеристик світлового випромінювання, наприклад просторового розподілу його інтенсивності, у тому числі оцінки відхилення зазначеного розподілу від вихідного або еталонного розподілу.
Традиційний шлях рішення даної задачі включає формування зображення плями випромінювання B(x, y) на світлочутливій поверхні фотоприймача з наступним перетворенням у сигнал U(x, y), амплітуда якого в кожній крапці розкладання з координатами (x, y) відповідає інтенсивності в B (x, y), тобто U(x, y) ↔ B(x, y) Далі сигнал U(x, y) порівнюють із еталонним сигналом W(x, y) для всіх крапок розкладання сигналів. Сигнали U(x, y) і W(x, y) являють собою деякі поверхні, які можуть відрізнятися типом, коефіцієнтом відносного масштабу, вектором відносної координатної прив'язки й кутами відносних поворотів у тривимірному просторі. Тому порівняння цих поверхонь повинне вироблятися з обліком всіх можливих ситуацій, що вимагає величезного об'єму обчислень і важко для здійснення в реальному часі.

УДК 004.032.26:004.85:004.932
Методи і комп'ютерні засоби навчання та самонавчання паралельно-ієрархічної мережі
проф. Тимченко Л.І., доц. Кокряцька Н.І.
З метою удосконалення теоретичних положень навчання та самонавчання нейроподібних мереж проведено аналіз методів і засобів навчання та самонавчання розпізнавання зображень. Запропоновано метод ПІ мережі на основі популяційного кодування зображень.
Для реалізації методів навчання та самонавчання ПІ мережі для оброблення зображень та прогнозування їх параметрів, розроблено програмні та апаратні засоби. На базі удосконаленого методу попереднього оброблення зображень та розроблених методів навчання, самонавчання ПІ мережі, а також методу прогнозування із застосуванням ПІ мережі, розроблено ряд обчислювальних структур та алгоритмів для підвищення ефективності подальшого оброблення, ідентифікації зображень та прогнозування їх параметрів. Розроблені структурні схеми навчання та самонавчання ПІ мережі.
Методи навчання та самонавчання паралельно-ієрархічної мережі досліджувались на статичних зображеннях людських облич та динамічних зображеннях лазерних пучків.

УДК 004.272.2:004.421.2:519.68
Моделювання алгоритму паралельно-ієрархічного перетворення
проф. Тимченко Л.І., доц. Кокряцька Н.І.
Основна ідея паралельно-ієрархічного (ПІ) перетворення як випливає з опису повної базисної мережі, полягає в наступному. На першому рівні паралельним способом у незалежних гілках (каналах) проводиться оригінал (заданий для конкретної задачі) перетворення, тим самим формуються інформаційні потоки даних для перетворення на наступних рівнях. На кожному наступному рівні здійснюється формування хвостового елемента мережі - останнього елемента

функціональних рядів для кожного значення і нового інформаційного потоку, що є вихідним для перетворення на наступному рівні мережі.
Аналізуючи ряди, які формуються з хвостових елементів ПІ перетворення, можна зробити висновок про те, що в утвореною ними мережі, в них реалізується механізм просторово-часового збігу елементів мережі. Причому, спектр таких збігів добре ілюструється. Числові послідовності яких це не що інше як представлення заходи динамічної кореляції на різних рівнях ієрархії ПІ мережі.
Традиційно застосовувані на практиці дискретні перетворення в основному орієнтовані на послідовне опис обробки вихідних даних.
На відміну від відомих перетворень, для яких характерне застосування заданої базисної функції, для ПІ перетворення пропонується використовувати як базисної функції обчислювальну мережу. Дана мережа задається у вигляді сукупності функціональних рядів, що описують її структуру.
Це перетворення включає спільне розвиток ідей паралелізму, ієрархії та змішування при обробці інформаційних потоків даних, які потім поширюються за напрямком – «горизонталь» мережі - на інші елементи за напрямом «вертикаль» або в загальному випадку «довільний маршрут» - на елементи інших ієрархічних рівнів.
Пропонується використовувати ідею забезпечення максимальної кореляції елементів в межах вихідних потоків даних і між ними шляхом подання перетворюється інформаційного середовища у вигляді паралельної багаторівневої обчислювальної мережі. Забезпечення максимальної кореляції елементів такої мережі досягається за рахунок організації мережевої структури і багаторазового змішування інформаційних потоків даних на різних рівнях ієрархії.
Авторами здійснена розробка програмної моделі паралельно-ієрархічної мережі у середовищі MathCad.

УДК 004.032.24:519.713
Паралельно-ієрархічне перетворення
проф. Тимченко Л.І., доц. Кокряцька Н.І.
Метод формування паралельно-ієрархічної мережевої структури припускає багатоетапний процес послідовного перетворення корельованих і утворення декорельованних у часі елементів фізичного середовища при його переході з одного стійкого стану в інший.
Паралельно-ієрархічні мережі складаються з підмереж, кожна з яких зсунута на один елемент, починаючи з другого рівня. Результуючим елементом є, так звані, хвостові елементи, які не утворюють «згортки» з іншими елементами.
До процесорів потрапляє інформація, над якою здійснюється G перетворення і формується проміжна інформація у паралельних каналах першого рівня. На паралельних каналах другого рівня відбувається декомпозиція інформації у просторі і часі. В результаті розподілу інформації здійснюється часовий зсув елементів і формується перший хвостовий елемент, тобто перший результуючий. Після виділення хвостового елементу, повторюють всі етапи

перетворення, починаючи з G перетворення і здійснюється перехід на наступний рівень.

Таким чином, принцип побудови паралельно-ієрархічної структури даних можна визначити як послідовність операцій над множинами масивів даних, які утворюють множини інформаційних полів різноманітних рівнів ієрархії, взаємодія між якими здійснюється пірамідальною ієрархічною структурою і реалізується на основі мережевої архітектури. Паралельно-ієрархічні перетворення використовують для багатоетапного сприйняття та обробки, ущільнення, розпізнавання інформації в інформаційних структурах та обчислювальних пристроях, а також для кодування, декодування інформації, для визначення координат рухомої цілі і прогнозування подальшої траєкторії її руху.

УДК 004.032.26:612.82

Перспективи розробок методів і засобів на основі паралельно-ієрархічного перетворення

проф. Тимченко Л.І., доц. Кокряцька Н.І.

Останні нейрофізіологічні дослідження, відкриваючі абсолютно нові наукові погляди на природу взаємодії сигналів в мозку, проводилися вченими з Університету Південної Каліфорнії в Лос-Анджелесі Ларрі Свансоном і Річардом Томпсоном на щурах. У піддослідної тварини ізолювалася певна ділянка мозку, в мозкову тканину упроваджувалися молекули-датчики, які в результаті опромінювання видимим світлом були помітні лише під мікроскопом. Датчики встановлювалися так, щоб можна було визначити напрям сигналів: звідки вони поступали і куди прямували. В результаті вдалося встановити, що сигнали поступали не від різних частин мозку до єдиного центру, як вважалося довгий час, а мали петлеподібний характер, зв'язуючи в єдину мережу різні ділянки мозку. Припущення про таку складну її організацію висловлювалися і раніше, але вперше їх підтвердження отримане експериментальним шляхом. Послідовне вивчення різних розділів мозку дозволить у результаті скласти повну схему нервової системи тварин і людини, а також допоможе вивчити, як відбувається процес обробки і аналізу інформації.

В даний час компанія IBM оголосила про початок роботи над комп'ютерними технологіями, які працюють за принципами людського мозку. Відомо, що мозок здатний з легкістю створювати нові категорії часу і простору і інтегрувати в них інформацію, яка отримані сенсорно. На сьогоднішній день жодна з існуючих комп'ютерних технологій навіть не наблизилася до дивовижних здібностей цього органу. В даний час вдалося досягти щільності нейронного матеріалу, зіставної з щільністю мозку тварини, - 10 млрд. нейронів на квадратний сантиметр. З існуючих технологій заслуговує уваги технологія так званого комп'ютерного коду, відтворюючого міжнейронні зв'язки. Завдяки цьому комп'ютер можна запрограмувати на "навчання" певної функції або дії. При цьому розробляється універсальний алгоритм, що в рази розширить круг можливостей “комп'ютера-мозку”. Синапси, або міжнейронні зв'язки нейронів

мозку, можуть створюватися, розпадатися, зміцнюватися або слабшати залежно від діяльності мозку. Одна з труднощів полягає в розробці матеріалу, який зможе відтворити цю особливість мозку. Якщо цю проблему буде вирішено, то на відміну від існуючої технології, що дозволяє лише запрограмувати штучний мозок на рішення тієї або іншої задачі, комп'ютер зможе на підставі накопичених знань, пам'яті і "досвіду" аналізувати дані, тобто реалізовувати здатність думати.

У зв’язку з цим розробка нових методів і засобів паралельно-ієрархічного перетворення для інтелектуальної обробки сигналів буде проводитись у напрямку модернизації останніх у відповідності із передовими результатами досліджень провідних нейрофізіологів.

УДК 621.391.63:621.398:091

Становлення та розвиток волоконної оптики та волоконно-оптичної лінії зв'язку

проф. Тимченко Л.І., доц. Кокряцька Н.І.

Після Другої світової війни почався новий етап у розвитку волоконної оптики. У 1951 р. Ван Хіл (Голландія) та Н. Канапі (Англія) незалежно один від одного провели експерименти зі створення гнучких скляних джгутів для передачі зображень. Канапі ввів термін «волоконна оптика». Ван Хілу належить ідея ізоляції волокон за допомогою пластику, що істотно зменшувало втрати світла. У 1957-1958 рр. в СРСР вперше в світі було запропоновано використання оптичного діапазону довжин хвиль для передачі великих обсягів інформації по штучним оптичним лініям передачі. О. Косьминський та В. Кузьмичов розробили основні типи світловодів і принципи побудови оптичних багатоканальних систем зв’язку. Першими світоводами були порожні труби з ідеально гладкими стінками, для яких важлива була прямолінійність і ідеальність внутрішньої поверхні.

У 1958-1959 рр. Канапі та Хіршовіц отримали скляні волокна в світлоізолюючій скляній оболонці з більш низьким показником заломлення, який забезпечував ефект повного внутрішнього відображення. До 1960-х років був сформульований основний принцип волоконної оптики – передача світла по двошаровому діалектричному світловоду, що використовується в сучасних ВОЛЗ для систем зв’язку і передачі даних. У 1966 р. Ч. Као (Англія) припустив можливість волоконно-оптичного зв'язку при усуненні домішок у склі.

Перші волокна були одномодовими. Тому з 1972 р. виготовлялися волокна з плавним зменшенням показника заломлення від центру до периферії. Завдяки цьому світлові промені поширювалися по синусоїді, або скручувалися в спіраль. Промені, які самофокусувалися по всій довжині волокна, отримали назву селфок. Це-градієнтні волокна, теорія яких була розроблена академіком А.Л. Мікаеляном в 1951 р. 1970-х рр.. почався інженерний період у застосуванні ВОЛЗ. Були розроблені способи зрощування волокон для отримання кабелів будь-якої довжини.

У 1975 р. з'явилися перші публікації про розробку вітчизняних скляних волоконних світловодів для передачі інформації - Є.М. Діанова і Г.Г. Дев'ятих.

В кінці 1970-х рр.. в Міністерстві електронної промисловості СРСР для ВОЛЗ були розроблені напівпровідникові випромінюючі діоди, суперлюмінесцитні і лазерні діоди, цифрові передавальні модулі.
З кінця 1980-х рр.. в волоконної оптики відбулася технічна революція. Була створена база для систем зв'язку гігантської пропускної здатності, яка у розрахунку на одне волокно обчислюється террабітами в секунду. Це було досягнуто завдяки технології хвильового мультиплексування (багатоспектральної ущільнення), яка забезпечила можливість по одному волокну передавати інформацію багатьох каналів зв'язку.
Переваги волоконно-оптичних ліній зумовило їх широке застосування в телекомунікаційних мережах самих різних рівнів - від міжконтинентальних магістралей до корпоративних і домашніх комп'ютерних мереж.

УДК 004.932.3:620.179.1:625.143

Метод сегментації для виділення зображень тріщин головок рейок та вимірювання площі виділених сегментів

проф. Тимченко Л.І., доц. Кокряцька Н.І., студент Журенко О.І.

Об’єктом дослідження є тріщини у головках рейок, які становлять критичну небезпеку для експлуатації залізничного транспорту та потребують точних автоматизованих методів виявлення й аналізу. У роботі запропоновано метод сегментації тріщин головок рейок у напівтонових зображеннях на основі аналізу внутрішньо та міжзрізової зв’язності. Підхід дозволяє автоматизувати виділення дефектів та забезпечує підвищену точність визначення їх геометричних параметрів. Для обчислення площі використано модифікований ланцюговий код. Тріщини у головках рейок становлять критичну небезпеку, що зумовлює необхідність точних автоматизованих методів їхнього виявлення та аналізу. Зображення подається у вигляді матриці яскравостей. Після квантування формуються зрізи (бінарні матриці), що відповідають рівням яскравості. Для кожного зрізу обчислюється внутрішньозрізова зв’язність. За спектром зв’язності визначають глобальні та локальні максимуми, що дозволяє визначити початкові сегменти. Далі розраховується міжзрізова зв’язність. Порівняння значень міжзрізової зв’язності з порогом дозволяє об’єднати зрізи у зв’язні сегменти. На основі методу отримуються сегменти, що утворюють зв’язну модель зображення дефекту. Алгоритм розв'язку задачі сегментації на основі аналізу внутрішньозрізової і міжзрізової зв'язності може бути поданий наступними етапами: Перетворення зображення у напівтонове, далі квантування зображення за яскравістю, потім формування функції внутрішньозрізової зв'язності для кожного зрізу, наступний етап визначення глобального та локального максимуму внутрішньозрізової зв'язності, далі формування функції міжзрізової зв'язності для зрізу з максимальною внутрішньозрізовою зв'язністю та сусідніми до нього зрізами, виконуємо порівняння значень функції міжзрізової ї зв'язності з граничним значенням та проводимо об'єднання зрізів визначених у попередньому пункті. Метод дозволяє точно визначати область тріщини й уникати випадкового вибору початкових точок сегментації. Для визначення площі контуру використано

модифікований метод ланцюгового коду Фрімена. Враховуються напрямки відрізків: вертикальні додають площу S пікселя а діагональні додають S/2. Далі обчислюємо площу. Метод дає меншу похибку, ніж просте підрахування пікселів, особливо при наявності діагональних сегментів. Запропонований метод сегментації напівтонових зображень на основі аналізу внутрішньо- та міжзрізової зв'язності, що дозволяє формувати зв'язні однорідні області та забезпечує точну ідентифікацію тріщин у головках рейок.
Ефективність методу пояснюється тим, що аналіз внутрішньо - та міжзрізової зв'язності дозволяє уникати випадкового вибору початкових точок сегментації та формувати зв'язні однорідні області. Це забезпечує точну ідентифікацію тріщин у головках рейок та високу точність при обробці складних контурів.

УДК 004.932.3:620.179.1:625.143

Моделі представлення знань у системах розпізнавання образів

проф. Тимченко Л.І., доц. Кокряцька Н.І., студент Руденко В.В

У сучасних системах штучного інтелекту представлення знань відіграє ключову роль у розпізнаванні образів. Традиційні моделі даних вже не відповідають вимогам складних інформаційних структур, тому виникає необхідність у використанні гнучкіших підходів до збереження, інтерпретації та обробки знань. У сучасному світі виникає необхідність у вирішенні складних, неформалізованих задач у різних сферах знань, де традиційні алгоритми неефективні. Експертні системи покликані заповнити цю нішу, використовуючи накопичені знання фахівців і надаючи рішення на рівні середнього експерта. Моделі представлення знань дозволяють системам розпізнавання образів ефективно працювати з різнотипною інформацією, забезпечують логічну побудову, адаптивність і можливість розширення знань. Фреймові структури та семантичні мережі є ключовими інструментами в реалізації інтелектуальних технологій наступного покоління. Експертні системи стали ефективним засобом реалізації прикладного штучного інтелекту. Вони забезпечують доступ до цінних знань, скорочують час навчання, підвищують якість рішень, надають пояснення та сприяють розвитку інженерії знань. Розробка таких систем вимагає міждисциплінарної взаємодії, а їх реалізація — значних ресурсів і гнучких програмних засобів.

УДК 681.7.08:621.383:531.71

Узагальнюючий принцип роботи пристрою визначення зсуву реперних точок

доц. Твердомед В.М., проф. Тимченко Л.І., доц. Кокряцька Н.І.

Оптичний сигнал відбивається з першої реперної точки та відкриває фотоприймач ФП (фотодіод). При цьому спрацьовує перший електронний транзисторний ключ VT, включається світлодіод СД та оптрон, зібраний на світлодіоді та фотодіоді ФП. Спрацьовує електронний транзисторний ключ тв вмикається світлодіод СД кванторна, який оптично зв'язаний з влоконно-оптичною лінією зв'язку (ВОЛЗ). Спрацьовує також зворотній зв'язок зі світлодіода на фотоприймач ФП кванторна, який переходе в збуджений стан. В

цьому випадку оптичний сигнал розповсюджується по ВОЛЗ та спрацьовує відповідна кількість елементів пам’яті ЕП, яка фіксує зсув реперної точки 2 відносно стабільної реперної точки 1. Коли оптичний сигнал відбивається з другої реперної точки, спрацьовує фотоприймач (фотодіод) ФП другого електронного транзисторного ключа, а його світлодіод переходить в збуджений стан. Таким чином, стає активним оптрон, зібраний на світлодіоді (СД) другого електронного ключа та фотоприймачі ФП квантрона. Слід відзначити, що в якості першого та другого електронного ключа можна використовувати одновибратор, який буде формувати імпульс збудження та скидання, який відповідно збуджує та обнуляє квантрон. В випадку обнулення, тобто переході в незбуджений стан квантрон, вимикається його світлодіод СД. Таким чином, елементи пам’яті, які оптично зв’язані з відрізками волоконно-оптичної лінії зв’язку (ВОЛЗ) фіксують часовий зсув реперних точок 1 та 2, який шляхом градуювання шкали можна представити в мірах довжини, який і буде фіксувати лінійний зсув реперних точок 1 та 2.

УДК 621.383.8:004.032.24:621.3.01

Взаємозв'язок принципу динамічної багатофункціональності і паралельно-ієрархічного перетворення для реалізації квазіімпульсно-потенціальної оптоелектронної елементної бази

проф. ТимченкоЛ.І., доц. Кокряцька Н.І., аспірант Діденко Ю.В.

Розглянемо ідею паралельно-ієрархічното (ПІ) перетворення і принцип динамічної багатофункціональності на рівні побудови елементів і пристроїв. Елемент або пристрій має властивість динамічної багатофункціональності, якщо при впливі на нього зовнішніх керуючих сигналів, що діють одночасно, послідовно в часі виконується ряд функцій. У випадку системи, що складається з окремих пристроїв, на кожен з котрих одночасно діють зовнішні керуючі сигнали, пристрої формують множини рядів функцій, причому в часі відбувається їхній множинний збіг. На якісному рівні принцип динамічної багатофункціональності структур можна пояснити в такий спосіб. Якщо замість поняття вхідні дані розглядати фізичні параметри, наприклад, зовнішні керуючі сигнали, а в якості критерію загальної частини- формування структурою якоїсь функції, то стає можливим використання ідеї ПІ перетворення на апаратному рівні. У такому випадку, синтезована структура має динамічну багатофункціональність, якщо при дії вхідних сигналів структура, схема якої залишається незмінною, реалізує оптимальним чином свої потенційні можливості. Протягом 15 років автори даної роботи займалися розробкою оптоелектронних елементів і пристроїв, більшість із який задовольняє даному положенню. ПІ перетворення на апаратному рівні можна представити як часову й ієрархічну послідовність виконуваних елементами своїх функції. Ієрархія виконуваних функцій буде дотримуватися лише при переході функціонального стану елемента з одного ієрархічного рівня на інший. Причиною такого переходу є процеси взаємодії різної фізичної природи.

УДК 004

Аналіз світового досвіду впровадження енергоефективних рішень автоматизації ескалаторів

ст. викл. Гайденко О.С., викл. Невгод М.Ю., викл. Сабалаєва Н.О., викл. Соскова І.О., студент Вислогузов Б.С. (Київський електромеханічний фаховий коледж)

У світовій практиці модернізація ескалаторів мотивується взаємопов'язаними факторами: підвищенням надійності та безпеки експлуатації, зниженням енергоспоживання та оптимізацією витрат.

Комплексні польові вимірювання в межах європейського проєкту E4 показали, що завдяки впровадженню найкращих наявних технологій потенціал енергозбереження для підйомних систем є дуже значним. Для ескалаторів це орієнтовно до 30% і більше залежно від режимів роботи та трафіку в окремих сценаріях модернізації та керування експлуатацією.

Технічні рішення модернізації енергоефективності у світі найчастіше включають впровадження регенеративних рішень, а також режими «service-on-demand» (зупинка або зниження швидкості за відсутності пасажирів). Галузеві керівництва та вимірювання підтверджують, що режими stop-&-go і «повільний хід» відчутно зменшують споживання в умовах непостійного трафіку, за умови коректного виявлення пасажира до лінії гребінки. Узагальнений потенціал скорочення енерговитрат у комплексних програмах модернізації підтверджено й у підсумкових матеріалах E4/IEECB, де окремі сценарії демонстрували до 66% економії для підйомних систем у будівлях за рахунок технічних і поведінкових заходів, зокрема оптимізації чергування режимів роботи. Оновлення систем керування та впровадження IoT-платформ з аналітикою на базі хмарних рішень і штучного інтелекту дає змогу переходити від реактивного до предиктивного обслуговування, зменшуючи кількість аварійних викликів і скорочуючи час простою обладнання. Прикладом є кейс компанії KONE, де інтеграція AWS IoT і аналітики призвела до помітного зниження кількості збоїв та підвищення ефективності сервісу їхнього обладнання.

Підвищення безпеки в ході модернізації охоплює оновлення систем нагляду за швидкістю й синхронізацією ходу поручня, модернізацію електроніки контролера та захистів, а також дообладнання пристроями виявлення перешкод у зоні гребінки/сходинок. Для інтенсивних об'єктів громадського транспорту сучасні платформи модернізації дозволяють одночасно підвищити швидкість у піку і знизити споживання у міжпікові періоди через автоматичне регулювання швидкості на основі пасажиропотоку.

Практичні впровадження в метрополітені Гонконгу продемонстрували ефективність архітектури з попередньою обробкою даних, моніторингом стану і прогнозом, що напряму підтримує рішення про ремонт, реконструкцію чи відстрочку капітальних втручань.

Таким чином, за умов поєднання технічних оновлень із цифровими рішеннями сучасної автоматизації, впровадження енергоефективних рішень автоматизації ескалаторів є доцільною інвестицією у середньо- та довгостроковій перспективі.

УДК 004.94

Моделювання формування та прийому ортогонально-гармонійних сигналів

ст. викл. Гайденко О.С., викл. Невгод М.Ю., студент Захлюпаний А.С. (Київський електромеханічний фаховий коледж)

Проведено аналітичне дослідження принципів формування багатовимірних ортогональних сигналів на прикладі OFDM та описано практичну реалізацію їх генерації й прийому в базовій станції мобільної мережі. Розглянуто методику поділу послідовного цифрового потоку на N паралельних низькошвидкісних каналів, що призводить до збільшення тривалості символу в N разів і, як наслідок, підвищення енергії сигналу та стійкості прийому в умовах багатопроменевого поширення. Показано, що така трансформація зменшує міжсимвольні спотворення завдяки відносному зменшенню перекриття імпульсів при наявності затримок копій сигналу. Описано структуру передавача: формування комплексної огинаючої, перетворення послідовного коду в паралельний, модуляція N ортогональних піднесучих і сумування компонент у baseband-діапазоні. Проведено моделювання для часової форми та спектрального представлення сигналу, що ілюструють зв'язок з оберненим перетворенням Фур'є. Проаналізовано спектральні властивості модульованого сигналу і залежність амплітуд складових від значень комплексної огинаючої. Розглянуто архітектуру приймача, яка відтворює операції передавача у зворотному порядку для відновлення цифрового повідомлення. На основі виконаного аналізу зроблено висновки про ефективність OFDM у забезпеченні високої спектральної щільності, цифрової реалізації модуляції/демодуляції та мінімізації міжсимвольних спотворень без застосування вузькосмугових фільтрів.

УДК 004.94

Моделювання роботи автоматизованої системи підживлення котельні хімічно очищеною водою

ст. викл. Гайденко О.С., студент Лесик Р.А. (Київський електромеханічний фаховий коледж)

Виконано моделювання автоматизованої системи підживлення котельні хімічно очищеною водою з використанням структурного підходу та лінійних динамічних моделей. Система включає регулятор із логікою старт/стоп та ПІ-контролером, блок дозволу підживлення, перемикач насосів, основний та резервний насоси, гідравлічну динаміку мережі, датчик тиску та компаратор. Для кожної ланки побудовано передатні функції першого порядку, що дозволяє описати вплив керуючого сигналу на продуктивність насосів та реакцію системи на зміни тиску. Отримано замкнену передатну функцію четвертого порядку, яка характеризує перехід від заданого значення тиску до вихідного сигналу після датчика. Проведено аналіз часових характеристик системи: ступінчастої та імпульсної реакцій. Результати показали надмірну амплітуду вихідного сигналу, що свідчить про необхідність корекції параметрів моделі, зокрема обмеження коефіцієнтів підсилення та врахування нелінійних обмежень реальної системи. Практична значущість дослідження полягає у

створенні математичної моделі, яка дозволяє оцінити динаміку роботи системи підживлення та визначити напрямки її оптимізації. Зроблено висновок про необхідність введення реалістичних обмежень продуктивності насосів та уточнення параметрів регулятора для забезпечення стабільної роботи системи в умовах експлуатації.

УДК 004.932.4:519.246.8:621.391.26

Метод S-препарування для кореляційного порівняння малорозмірних об'єктів

проф. Тимченко Л.І, доц. Кокряцька Н.І.

В даний час актуальною є задача створення автоматичних вимірювачів координат кореляційного типу, в яких виконується обчислення функціонала зв'язку поточного зображення і зображення еталона, а також визначення координат екстремуму даного функціоналу.

У 2000-ті роки отримали розвиток швидкі кореляційні алгоритми, зокрема на основі методу контурного препарування і методу S-препарування, що відрізняються високою перешкодостійкістю і адаптивністю до невизначеності і мінливості перешкодо-сигнальних умов, за рахунок попередньої конвеєрної обробки згорткових сум корельованих зображень. Останнім часом тема кореляційного аналізу зображень із застосуванням різних методів обробки отримала подальший розвиток. Зокрема, це метод S-препарування.

Цей метод являє собою модифікований метод контурного препарування, в якому контурні препарати утворюються з нормованих згорток вихідних зображень, причому вікно підсумовування, по якому обчислюються середні значення сум - згортки зсуваються в межах свого початкового положення. Отже, сутність методу полягає у визначенні фрагменту зображення, що включає найбільш інформативну (відповідно до варійованого критерію) ділянку фону, і кореляційно-екстремальному вимірі міжкадрового зміщення даного фрагменту з подальшим препаруванням виміряного зміщення шуканого зсуву фону, при цьому розміри фрагменту є проміжними між розміром динамічного об'єкта і протяжного фону. Таким чином, метод S-препарування дозволяє визначити для затриманого і поточного зображень величину зміщення фону. Зазначений метод дозволяє визначати координати істинного зсуву фону зображення з точністю до одного дискрету при перевищенні істинного піку рангової взаємокореляційної функції максимального помилкового піку для більшості типів фонів зображення.

УДК 004.932.2:004.272

Математичне моделювання системи вимірювання і прогнозування координат енергетичних центрів зображень плям лазерних пучків

проф. Тимченко Л.І., доц. Кокряцька Н.І.

В наш час все більше віддається перевага лазерним локаторам. Ці системи дозволяють вимірювати з великою точністю координати та швидкість об'єкту, отримувати вичерпну інформацію про його форму, визначати характеристики його поверхні. Разом з тим лазерні локатори можуть мати порівняно невеликі габаритні розміри і енергетично вигідні.

Поширення лазерного випромінювання в атмосфері супроводжується дуже великим набором явищ лінійної і нелінійної взаємодії, що створює значні перешкоди прийому і вимагає корегування приймача. В результаті цих впливів лазерний пучок розширюється чи розщеплюється, тому віднайти координати його центру,а отже й точно оцінити характеристики досліджуваного об’єкта стає е можливо.

Для визначення координат енергетичного центру запропоновано використовувати паралельно-ієрархічну нейронну мережу на основі якої проводиться оцінка і обробка зображення лазерної плями, а також знаходиться її центр. Обробка зображення проводиться за наступним алгоритмом(методом):

1. Виділення граничних ліній.
2. Визначення попередніх центрів.
3. Сегментування граничних ліній.
4. Апроксимація граничних ліній.
5. Пошук еталонного зображення.
6. Етап тунелювання (створення границь для розрізнення “поганих” зображень).
7. Етап навчання паралельно-ієрархічної мережі.
8. Етап обробки поточних зображень(на цьому етапі зображення розбивають на “хороші” і “погані”).
9. Оптимізація ваг

Алгоритм запропонований у роботі дозволяє вимірювати центри лазерних плям з похибкою у 1.5 пікселя, що у 1.5 рази менше ніж в існуючих системах з оцінкою за геометричними моментами.

Для обробки отриманих зображень у реальному часі зі швидкістю 20 мс на зображення пропонується використати ЦСП.

УДК 004.932.2'1:004.272

Розробка методів мережного порівняння спектра просторової зв'язності зображень на основі узагальненого просторово-зв'язаного препарування

доц. Кокряцька Н.І., проф. Тимченко Л.І., аспірант Діденко Ю.В.

Проблема підвищення точності і швидкодії обробки, завадостійкості й інваріантості до афінних перетворень при порівнянні зображень актуальна для ряду технічних систем, зокрема кореляційно-екстремальних координаторів і систем розпізнавання зображень. Запропонований мережний метод ПІ перетворення зображень дозволяє за рахунок попередньої обробки, не тільки здійснювати адаптивний їх переопис у двоградаційні, зручні для обробки методами "картинної" логіки, але й обчислювати їх кореляційну функцію з підвищеною точністю і швидкодією, гарною завадостійкістю й інваріантістю до зміни яскравості, контрасту, масштабу і повороту.

Проаналізуємо основні аспекти мережного порівняння зображень, заснованого на їх попередньому просторово-зв'язному препаруванні. При реалізації запропонованого методу винятково важливого значення набуває попередня гранична обробка порівнюваних зображень й інформаційний опис задачі за допомогою масочної функції еталонного образу.

Сутність просторово-зв'язаного препарування полягає у виявленні перепадів інтенсивності між відліками дискретизованого зображення за вісьмома рангами зв'язності, формуванні дворівневих сигналів виявлення, перетворенні сукупності сигналів виявлення в сукупність просторово-зв'язаних контурних препаратів (ПЗКП), формуванні функцій ПЗКП і формуванні шляхом підсумовування маскованих окремо функцій ПЗКП позитивних, негативних і нульових узагальнених просторово-зв'язаних препаратів (УПЗП).

Запропонована модель ПІ перетворення може бути також використана для виділення характерних ознак зображення, його кодування і скорочення розмірності (стиску).

Виконання співвідношення (2) призводить до того, що при зміні орієнтації об'єкта, наприклад його повороту, енергетичний спектр складових його елементів із заданим наближенням залишається постійним.

Розроблений метод у порівнянні з методами, що використовують традиційні критеріальні функції, за рахунок використання УПЗП у поєднанні з мережною обробкою функцій отриманих препаратів дозволяє досягати інваріантості до повороту зображень, знизити апаратурні витрати при одночасному підвищенні завадостійкості і відкриває принципово можливості при розробці кореляційних-екстремальних координаторів.

УДК 004.89:656

Розробка мультиагентної моделі планування ресурсів

доц. Голуб Г.М., аспірант Горобець Я.Ю.

Сучасні транспортні підприємства функціонують в умовах високої динаміки замовлень, обмеженості ресурсів та необхідності оперативного прийняття управлінських рішень. Традиційні централізовані системи планування не забезпечують достатньої гнучкості при обробці змін у реальному часі, що призводить до неефективного використання рухомого складу, персоналу та інфраструктури. У зв’язку з цим актуальним є застосування мультиагентних систем як інструменту автоматизації розподіленого планування.

У роботі запропоновано мультиагентну модель управління ресурсами транспортного підприємства, у якій кожен тип ресурсу представлений автономним агентом: агент транспорту, агент персоналу, агент замовлення та координаційний агент. Взаємодія агентів базується на механізмах переговорів і локальної оптимізації, що дозволяє формувати узгоджені плани перевезень без централізованого керування. Такий підхід забезпечує адаптивність системи до змін зовнішніх умов та зменшує час перепланування.

Розроблена модель орієнтована на динамічне середовище, де нові заявки, відмови техніки або затримки обробляються в режимі реального часу. Мультиагентна архітектура підвищує стійкість системи, оскільки відмова окремих агентів не призводить до повної втрати функціональності. Результати моделювання показують зростання рівня завантаження ресурсів та скорочення простоїв у порівнянні з традиційними методами планування.

Отримані результати підтверджують доцільність використання мультиагентних технологій для автоматизації планування на транспортних підприємствах і можуть бути використані при створенні інтелектуальних систем управління логістичними процесами.

УДК 656.25:004

Роль інформаційних технологій у системах автоматизації руху поїздів

доц. Голуб Г.М., студент Василенко О.Б.

Залізниця займає провідне та найефективніше місце в галузі транспортної інфраструктури. За допомогою переходу на комп'ютерні технології укрзалізниця стала більш безпечною та швидкою.

Сучасне програмне забезпечення значною мірою вплинуло на комфортніше придбання квитків, логістики та безпеки.

Завдяки різним видам автоматизації ПЗ забезпечує захист, контроль та безпеку. Допомагає машиністам та автоматизує керування. Алгоритм реального часу оптимізує графік часу, енергоспоживання знижується під час старту та гальмування, гальмується рух у разі небезпеки.

ПЗ повинно працювати на 100% тому потрібні високоякісні засоби які взаємодіють з навколишнім середовищем: датчики та балізи які встановлені на коліях передають поїзду про його місце знаходження.

Камери та лідари надають системі можливість "бачити" атмосферні перешкоди. Система зв'язку зашифрована та сприяє безпечному зменшенню дистанції між потягами. Система автоматизації створена так що у разі збоїв у програмному забезпеченні спрацьовує безпечний режим зупиняючи рух. Завдяки цьому автоматизація допомагає машиністу контролювати функціонування транспорту. Завдяки інформаційним технологіям впровадження систем моніторингу оперативно виявляє несправності та усуває їх.

УДК 625.1:0006.91

Розрахунок допусків і посадок типових з'єднань з використанням IT-технологій

проф. Кульбовський І.І., студент Рогова С.О.

Розрахунок допусків і посадок типових з'єднань є важливим етапом проєктування машинобудівних і транспортних конструкцій, оскільки саме від точності взаємного розташування деталей залежить надійність, довговічність та безпечність роботи вузлів. Традиційно визначення полів допусків здійснюється відповідно до вимог стандартів, зокрема ISO 286 та ДСТУ ISO 286, які регламентують систему отвору і систему вала. Основними параметрами є номінальний розмір, квалітет точності (IT), верхнє та нижнє граничні відхилення, що визначають характер посадки — із зазором, з натягом або перехідну. Правильний вибір посадки забезпечує оптимальні умови роботи з'єднання, зменшення зношування та енергетичних втрат.

Використання IT-технологій значно спрощує та прискорює процес розрахунку допусків і посадок. Сучасні CAD/CAE-системи (наприклад, SolidWorks, Autodesk Inventor, КОМПАС-3D) дозволяють автоматично призначати поля допусків відповідно до стандартів, виконувати параметричне моделювання та перевірку збирання деталей у віртуальному середовищі. За допомогою спеціалізованих модулів інженер може швидко визначити граничні розміри, розрахувати мінімальний і максимальний зазор або натяг, а також проаналізувати вплив похибок виготовлення на працездатність вузла.

Застосування інформаційних технологій у розрахунках сприяє підвищенню точності інженерних рішень, зменшенню ймовірності помилок та скороченню часу проєктування. Інтеграція цифрових інструментів із виробничими процесами (CNC-обробка, системи контролю якості) забезпечує узгодженість між конструкторською документацією та реальним виготовленням деталей. Таким чином, використання ІТ-технологій у розрахунку допусків і посадок є необхідною умовою створення конкурентоспроможної, ресурсоощадної та надійної техніки в умовах сучасного машинобудування та транспортної галузі.

УДК 004.9:629.3.083

Інформаційно-управлінська система для автосервісних підприємств із веб-інтеграцією клієнтських запитів

ст. викл. Воронко І.О., студент Чепурняк Б.В.

В умовах цифрової трансформації сфери автомобільного сервісу підвищення рівня автоматизації бізнес-процесів є важливим чинником конкурентоспроможності підприємств. Використання традиційних методів обліку клієнтів та управління ремонтними роботами призводить до втрати інформації, зниження оперативності обслуговування та фінансових неточностей. Це зумовлює необхідність розроблення інтегрованих інформаційно-управлінських систем для станцій технічного обслуговування.

Представлено розроблену спеціалізовану CRM-систему «BodiaStarBenz» (BSB), призначену для автоматизації діяльності автосервісного підприємства. Архітектура системи реалізована із застосуванням веб-технологій (React.js) та хмарної платформи Firebase, що забезпечує синхронізацію даних у режимі реального часу між структурними підрозділами СТО.

Функціональні можливості системи включають управління базою клієнтів, облік історії ремонтів, складський облік запасних частин та формування фінансової аналітики. Передбачено модуль автоматизованого аналізу текстових звернень клієнтів, який на основі ключових слів формує перелік рекомендованих послуг і запасних частин, що оптимізує процес приймання автомобіля в обслуговування.

Реалізовано інтеграцію зовнішнього веб-сайту з внутрішньою CRM через API, що забезпечує автоматичне створення заявки в системі на основі даних клієнтської веб-форми. Такий підхід мінімізує вплив людського фактора, усуває дублювання інформації та підвищує оперативність управління.

Запропонована система формує єдине інформаційне середовище підприємства, забезпечує прозорість аналітики, контроль завантаженості постів та ефективне управління фінансовими потоками автосервісного підприємства.

УДК 681.5:004.31

Аналіз ефективності використання платформи Arduino у робототехнічних системах керування

ст. викл. Воронко І.О., студент Сімченко М.О.

У робототехнічних системах керування ключовими вимогами є гнучкість архітектури, економічна доцільність та можливість швидкого прототипування. Платформа Arduino є доступним інструментом для реалізації таких систем

завдяки відкритій апаратно-програмній архітектурі, підтримці широкого спектра датчиків і виконавчих механізмів, а також простоті програмування мікроконтролерів.
Проаналізовано ефективність використання Arduino за критеріями вартості, масштабованості, швидкодії, енергоспоживання та можливості інтеграції з іншими компонентами автоматизованих систем. Показано, що платформа є економічно обґрунтованим рішенням для створення прототипів і робототехнічних систем малої та середньої складності. Вона забезпечує реалізацію алгоритмів керування із зворотним зв'язком у реальному часі та підтримує інтеграцію з бездротовими модулями зв'язку і системами моніторингу. Разом із тим обмежені обчислювальні ресурси мікроконтролерів знижують ефективність застосування Arduino у задачах складної оптимізації та інтенсивної обробки даних. У таких випадках доцільним є використання платформи як периферійного контролера у складі розподіленої системи з більш потужними обчислювальними засобами.
Отже, Arduino є ефективним інструментом для навчальних, дослідницьких і прикладних проєктів середнього рівня складності з перспективою масштабування в межах автоматизованих систем управління.

УДК 681.5

Застосування цифрових двійників у системах автоматичного керування

ст. викл. Воронко І.О., студентка Осипчук І.С.

Цифровий двійник являє собою віртуальну модель фізичного об'єкта або технологічного процесу, яка відтворює його параметри та динамічні властивості на основі математичних моделей і даних, що надходять у режимі реального часу.
Використання цифрових двійників у системах автоматичного керування забезпечує можливість імітаційного моделювання робочих режимів, аналізу впливу збурень і перевірки алгоритмів керування без безпосереднього втручання в роботу реального об'єкта. Це сприяє підвищенню точності керування, зниженню ризику аварійних ситуацій та оптимізації експлуатаційних параметрів системи.
Перспективним напрямом розвитку є інтеграція цифрових двійників із методами інтелектуального аналізу даних і машинного навчання, що створює передумови для формування адаптивних автоматизованих систем нового покоління.

УДК 681.5:004.8

Інтелектуальне моделювання та оптимізація об'єктів автоматизації в системах управління

ст. викл. Воронко І.О., студент Мунгалов М.О.

У сучасних умовах цифровізації виробництва та впровадження концепції Industry 4.0 особливої актуальності набувають питання моделювання, оптимізації та прогнозування в автоматизованих системах управління. Ефективність функціонування таких систем значною мірою залежить від якості

програмного забезпечення, адекватності математичних моделей об’єктів автоматизації та використання сучасних методів аналізу даних і машинного навчання.

Проєктування програмного забезпечення для автоматизованих систем управління передбачає застосування модульної архітектури, принципів структурованості та масштабованості, а також забезпечення роботи в режимі реального часу. Важливим є поєднання програмних модулів збору даних із сенсорів, обробки інформації, прийняття рішень і формування керуючих впливів. Раціональна архітектура програмного забезпечення забезпечує надійність, гнучкість і можливість подальшої модернізації системи.

Ідентифікація об’єктів автоматизації здійснюється на основі експериментальних або експлуатаційних даних шляхом визначення параметрів математичної моделі, що адекватно описує динаміку процесу. Застосування методів регресійного аналізу, нейромережевих моделей та алгоритмів обробки часових рядів дозволяє підвищити точність ідентифікації складних нелінійних об’єктів та врахувати вплив зовнішніх збурень.

Методи машинного навчання забезпечують можливість прогнозування станів системи, виявлення аномалій та оптимізації режимів роботи технологічного обладнання. На основі накопичених даних формується модель, здатна адаптуватися до змін параметрів об’єкта та умов експлуатації. Це дозволяє мінімізувати енергоспоживання, зменшити знос обладнання та підвищити стабільність керування.

Таким чином, інтеграція сучасних підходів до програмної інженерії, методів ідентифікації та технологій машинного навчання забезпечує підвищення ефективності автоматизованих систем управління в промислових і робототехнічних застосуваннях.

УДК 681.5:004.8

Моделювання та оптимізації системи автоматичного керування із використанням методів машинного навчання

ст. викл. Воронко І.О., студент Михайліченко Б.М.

Розглянено застосування методів машинного навчання (ML) для моделювання та оптимізації систем автоматичного керування з різними часовими шкалами. Для прогнозування станів системи використано рекурентні нейронні мережі (RNN) для повільних підсистем та прямі нейронні мережі (FNN) для швидкодіючих систем. Проаналізовано підходи до оцінювання похибки узагальнення ML-моделей, а також застосування концепції Bayesian Neural Networks (BNN) з метою врахування невизначеності та підвищення достовірності прогнозів. Додатково виконано аналіз альтернативних методів машинного навчання, зокрема NARX-регресії, Gaussian Process Regression та навчання з підкріпленням (Reinforcement Learning, RL). Встановлено, що ML-моделі інтегруються у Lyapunov-based Model Predictive Control (LMPC), а це дозволяє прогнозувати стани та обчислювати оптимальні керуючі дії при гарантії стабільності.

УДК 004.8

Огляд методів машинного навчання та їх застосування в інформаційних системах

ст. викл. Воронко І.О., студент Поліщук М.В.

Машинне навчання стає ключовим інструментом для автоматизації процесів і прийняття рішень у сучасних інформаційних системах. Його методи дозволяють ефективно аналізувати великі обсяги даних, прогнозувати поведінку систем та оптимізувати управлінські процеси. До основних підходів належать методи зменшення розмірності, що дозволяють відокремлювати значущу інформацію від надлишкових даних, класифікація, яка допомагає прогнозувати категорійні результати, та регресія, що дозволяє передбачати числові величини на основі історичних даних. Неконтрольоване навчання у вигляді кластеризації дозволяє виділяти закономірності без попереднього визначення вихідних показників. Ансамблеві методи об'єднують кілька моделей для підвищення точності прогнозів, а нейронні мережі та глибоке навчання здатні виявляти складні нелінійні залежності в даних, особливо ефективні в задачах обробки зображень, тексту, аудіо та відео. Використання методів машинного навчання в різних сферах дозволяє автоматизувати рутинні операції, залишаючи людині творчі та стратегічні функції, а комбінування підходів забезпечує створення адаптивних систем, здатних до прогнозування та оптимізації. Знання основних методів машинного навчання є необхідним для ефективного впровадження інтелектуальних алгоритмів у сучасних інформаційних та автоматизованих системах управління.

УДК 004.62:004.8

Аналіз даних як інструмент підвищення надійності комп'ютерно-інформаційних систем

ст. викл. Воронко І.О., студентка Карась К.В.

Сучасні комп'ютерно-інформаційні системи є критично важливими для економіки та суспільства, навіть короткочасний збій може призвести до значних економічних втрат. Тому питання їхньої надійності стає пріоритетним, а аналіз даних є одним із ключових інструментів підвищення надійності, який дозволяє своєчасно виявляти відхилення, прогнозувати відмови та автоматизувати діагностику. Методи anomaly detection дозволяють виявляти нетипові відхилення у роботі системи ще до того, як вони переростуть у критичні збої. Дослідження 2025 року показують ефективність таких методів у хмарних сервісах та промислових системах, де вони допомагають попереджати перевантаження та втрати продуктивності. Predictive maintenance базується на використанні сенсорних даних та алгоритмів прогнозування для визначення моменту відмови компонентів. Такий підхід забезпечує перехід від реактивного до проактивного обслуговування, знижує витрати та підвищує ефективність роботи систем у різних сферах — від дата-центрів до транспортних мереж. Machine learning (ML) для fault detection дозволяє автоматично виявляти збої та пояснювати їхні причини. Поєднання ML-моделей із технологіями explainable AI, як показують сучасні дослідження, підвищує точність діагностики та сприяє

довірі до результатів, що особливо важливо у критичних сферах — фінансах, транспорті, охороні здоров'я.
Таким чином, інтеграція методів anomaly detection, predictive maintenance та fault detection у процесі аналізу даних є ефективним інструментом підвищення надійності комп'ютерно-інформаційних систем. Це дозволяє мінімізувати ризики відмов, оптимізувати використання ресурсів та забезпечити стабільність роботи у сучасному цифровому середовищі.

УДК 681.5

Моделювання ризиків та підвищення стійкості WAMS у автоматизованих системах керування енергосистемами

ст. викл. Воронко І.О., студентка Зассєєва Ю.В.

Розподілені системи моніторингу (WAMS) є важливою складовою сучасних автоматизованих систем керування енергетичними об'єктами. Їх використання забезпечує отримання синхронізованих вимірювань у реальному часі та формування достовірної картини режимів роботи енергосистеми. Водночас інтеграція WAMS у структуру керування підвищує вимоги до надійності та кібербезпеки системи.
Однією з ключових проблем є залежність синхронізації вимірювань від зовнішніх сигналів GPS, що може призвести до спотворення часових міток і втрати достовірності даних. Значні ризики пов'язані також із вразливістю серверів концентрації даних, каналів зв'язку та протоколів обміну інформацією. Використання відкритих або недостатньо захищених мереж створює можливості для перехоплення, модифікації чи блокування даних.
Підвищення стійкості WAMS передбачає впровадження механізмів автентифікації користувачів, шифрування трафіку, резервування каналів передачі інформації та дублювання критичних компонентів. Важливою складовою є контроль цілісності даних і застосування алгоритмів виявлення аномалій для своєчасного прогнозування відмов або кіберзагроз.
Комплексне поєднання технічних, програмних і організаційних заходів дозволяє підвищити надійність функціонування систем моніторингу та забезпечити їх ефективну інтеграцію в автоматизовані системи керування енергосистемами.

УДК 004.8:007.52

Інтелектуалізація робототехнічних систем керування на основі технологій штучного інтелекту

ст. викл. Воронко І.О., студент Борисов К.Т.

Сучасний розвиток робототехнічних систем керування характеризується активним впровадженням технологій штучного інтелекту, що забезпечує перехід від жорстко детермінованих алгоритмів до адаптивних та самонавчальних моделей функціонування. Інтелектуалізація роботів передбачає здатність до аналізу даних у режимі реального часу, накопичення досвіду та прийняття рішень в умовах невизначеності й динамічних змін середовища.

Розглянуто інтеграцію алгоритмів машинного навчання, комп'ютерного зору та штучних нейронних мереж у структуру автоматизованих систем керування. Проаналізовано багаторівневу архітектуру, у якій контури низькорівневого керування виконавчими механізмами поєднуються з інтелектуальним рівнем обробки інформації, прогнозування та формування керуючих впливів. Показано, що застосування інтелектуальних алгоритмів сприяє підвищенню точності позиціонування, зростанню автономності мобільних платформ, удосконаленню розпізнавання об'єктів та адаптації до змін зовнішніх умов.
Особливу увагу приділено проблемам обчислювальної продуктивності, затримок передачі даних і забезпечення кібербезпеки при використанні хмарних сервісів та периферійних обчислень. Обґрунтовано доцільність комбінування локальної обробки даних на вбудованих обчислювальних модулях із можливостями хмарної аналітики для реалізації складних задач прогнозування, оптимізації та колективної взаємодії роботизованих систем.
Доведено, що впровадження технологій штучного інтелекту формує якісно новий рівень функціональних можливостей робототехнічних комплексів, розширює сфери їх застосування у промисловості, транспортних системах, медицині та сервісному секторі. Інтелектуалізація систем керування виступає стратегічним напрямом розвитку автоматизованих технологій і створює передумови для побудови автономних робототехнічних комплексів нового покоління.

УДК 625.1:004.45

Системний аналіз цифрових автоматизованих систем контролю та управління в транспортних технологіях

проф. Кульбовський І.І. студент Козінцев М.В.

Сучасні транспортні технології характеризуються високим рівнем складності, інтеграцією інформаційних потоків, автоматизованих засобів керування та цифрових платформ моніторингу. У таких умовах особливої актуальності набуває застосування методів системного аналізу для дослідження автоматизованих систем контролю та управління. Системний підхід дозволяє розглядати транспортний об'єкт як багаторівневу ієрархічну структуру, що включає технічні, інформаційні та організаційні підсистеми.
Автоматизована система контролю та управління в транспортних технологіях виконує функції збору, обробки та передавання даних про стан інфраструктури, рухомого складу, енергетичних параметрів та безпеки перевезень. У межах системного аналізу визначаються вхідні та вихідні параметри, збурювальні фактори, критерії ефективності функціонування та показники надійності. Це дозволяє формалізувати структуру системи, встановити взаємозв'язки між її елементами та оцінити вплив окремих компонентів на загальний результат роботи.
Важливим етапом системного аналізу є моделювання функціонування автоматизованої системи з використанням математичних і імітаційних моделей. Моделі дають змогу прогнозувати поведінку системи в умовах змінного навантаження, оцінювати стійкість до відмов та оптимізувати алгоритми

управління. Особлива увага приділяється аналізу інформаційних потоків, часових затримок і похибок вимірювання, що безпосередньо впливають на якість прийняття рішень.
У контексті цифровізації транспортної галузі системний аналіз сприяє інтеграції автоматизованих систем у єдине інформаційне середовище, забезпечує узгодженість між підсистемами моніторингу, диспетчерського управління та технічної діагностики. Це підвищує ефективність використання ресурсів, рівень безпеки руху та адаптивність транспортних технологій до зовнішніх впливів.
Застосування методів системного аналізу при проєктуванні та експлуатації автоматизованих систем контролю та управління є необхідною умовою підвищення їх функціональної надійності, економічної ефективності та відповідності сучасним вимогам цифрової трансформації транспортної інфраструктури.

УДК 004.4

Методи оцінювання ефективності ліцензійних моделей у сфері IT-систем

проф. Кульбовський І.І. студент Ракогон С.Л.

Сучасні транспортні технології характеризуються високим рівнем У сучасних умовах цифрової трансформації економіки значного поширення набувають різні ліцензійні моделі використання програмного забезпечення та IT-систем. Перехід від традиційних схем придбання до моделей підписки, хмарних сервісів (SaaS), корпоративних ліцензій і відкритого програмного забезпечення зумовлює необхідність комплексного оцінювання їх ефективності. Вибір ліцензійної моделі безпосередньо впливає на фінансові витрати підприємства, гнучкість масштабування, рівень кібербезпеки та довгострокову стабільність IT-інфраструктури.
Оцінювання ефективності ліцензійних моделей передбачає використання економічних, технічних та організаційних критеріїв. До основних економічних показників належать сукупна вартість володіння (TCO), рентабельність інвестицій (ROI), строк окупності та прогнозованість витрат. Технічні критерії охоплюють масштабованість, сумісність із наявною інфраструктурою, вимоги до оновлень і технічної підтримки. Організаційні аспекти включають відповідність нормативним вимогам, ліцензійну чистоту та ризики правових обмежень.
Особливої актуальності набувають методи багатокритеріального аналізу при виборі оптимальної ліцензійної моделі. Використання методів експертного оцінювання, аналізу ієрархій, зважених коефіцієнтів та інтегральних показників дозволяє формалізувати процес прийняття управлінського рішення. При цьому важливо враховувати стратегічні цілі організації, прогноз розвитку IT-інфраструктури та можливі зміни ринку програмних продуктів.
У сфері корпоративних та транспортних інформаційних систем додаткового значення набуває питання інформаційної безпеки та безперервності функціонування. Ліцензійна модель повинна забезпечувати регулярне оновлення систем захисту, технічну підтримку та відповідність міжнародним

стандартам кібербезпеки. Недооцінка цих чинників може призвести до зростання ризиків та додаткових витрат у довгостроковій перспективі.
Застосування комплексних методів оцінювання ефективності ліцензійних моделей у сфері ІТ-систем дозволяє забезпечити оптимізацію витрат, підвищення надійності функціонування цифрової інфраструктури та стратегічну стійкість організації. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розроблення адаптивних моделей оцінювання з урахуванням динаміки ринку та розвитку хмарних технологій.

УДК 681.586:681.5
Інтелектуальні давачі та їх використання
асист. Козачук О.І., студент Гребенюк Д.О.
Стрімкий розвиток цифрових технологій, автоматизованих систем керування та кіберфізичних систем зумовив широке впровадження інтелектуальних давачів у різних галузях промисловості, транспорту та енергетики. Інтелектуальний давач — це вимірювальний пристрій, який, окрім первинного перетворення фізичної величини, виконує функції обробки сигналу, самодіагностики, компенсації похибок та передавання даних через цифрові інтерфейси. Завдяки інтеграції мікропроцесорних модулів такі пристрої забезпечують підвищену точність, стабільність та адаптивність до змін умов експлуатації.
Однією з ключових переваг інтелектуальних давачів є можливість локальної обробки вимірювальної інформації. Фільтрація шумів, лінеаризація характеристик, температурна компенсація та калібрування можуть виконуватися безпосередньо в межах пристрою. Це зменшує навантаження на центральні контролери та підвищує швидкодію систем автоматизації. Крім того, наявність цифрових протоколів зв’язку (Modbus, CAN, HART та ін.) спрощує інтеграцію давачів у розподілені інформаційно-керуючі системи.
Важливою функціональною особливістю сучасних інтелектуальних давачів є реалізація алгоритмів самодіагностики та прогнозування технічного стану. Такі можливості дозволяють своєчасно виявляти відхилення параметрів, оцінювати деградацію чутливих елементів і формувати попереджувальні сигнали для систем технічного обслуговування. У контексті концепції Industry 4.0 та Інтернету речей інтелектуальні давачі виступають базовими елементами збору даних для аналітики великих масивів інформації та побудови цифрових двійників об’єктів.
Практичне використання інтелектуальних давачів охоплює системи енергомоніторингу, автоматизовані технологічні лінії, транспортні комплекси, системи контролю мікроклімату та безпеки. Їх застосування забезпечує підвищення точності вимірювань, зменшення експлуатаційних витрат та підвищення надійності функціонування обладнання. Подальший розвиток пов’язаний із використанням методів штучного інтелекту, бездротових технологій передавання даних та підвищенням рівня кібербезпеки вимірювальних систем.

УДК 656.2:006.91:681.5

Актуальні проблеми метрології в проектах інфраструктури залізничного транспорту

асист. Козачук О.І., студент Павлюк О.В.

Сучасні проєкти інфраструктури залізничного транспорту характеризуються високим рівнем технічної складності, інтеграцією цифрових технологій, автоматизованих систем керування та інтелектуальних вимірювальних комплексів. У таких умовах особливої актуальності набувають питання метрологічного забезпечення, яке є основою достовірності вимірювань, надійності функціонування систем автоматики та безпеки руху поїздів. Недостатня точність або невизначеність вимірювальних параметрів можуть призводити до помилок у прийнятті управлінських рішень та зниження ефективності інфраструктурних проєктів.

Однією з ключових проблем метрології в залізничній галузі є забезпечення єдності та простежуваності вимірювань у складних розподілених системах. Сучасні інфраструктурні об’єкти включають датчики контролю стану колії, системи моніторингу рухомого складу, пристрої енергопостачання та автоматизовані системи диспетчерського керування. Інтеграція таких компонентів потребує узгоджених метрологічних характеристик, стандартизації протоколів передавання даних і періодичної повірки засобів вимірювальної техніки.

Окремою проблемою є метрологічне забезпечення систем діагностики та прогнозування технічного стану інфраструктурних об’єктів. Використання технологій інтернету речей, хмарних обчислень та цифрових двійників вимагає високої точності первинних вимірювань і коректної обробки даних. Помилки калібрування сенсорів або неврахування похибок можуть накопичуватися в алгоритмах аналізу, що впливає на достовірність результатів прогнозування та прийняття рішень щодо технічного обслуговування.

Суттєвим викликом є також гармонізація національних нормативних документів із міжнародними стандартами у сфері залізничної метрології. У контексті інтеграції транспортної системи України до європейського простору важливо забезпечити відповідність вимірювальних процедур вимогам міжнародних стандартів безпеки та якості. Це передбачає оновлення методик калібрування, впровадження ризик-орієнтованих підходів до оцінювання невизначеності та підвищення кваліфікації фахівців.

Актуальні проблеми метрології в проєктах інфраструктури залізничного транспорту пов’язані з необхідністю підвищення точності та достовірності вимірювань, цифровізації метрологічних процесів, удосконалення нормативного забезпечення та інтеграції інтелектуальних технологій контролю. Розв’язання зазначених завдань є важливою передумовою підвищення безпеки руху, ефективності експлуатації інфраструктури та сталого розвитку транспортної галузі.

УДК 625.1:629.4

Сучасні моделі діагностування параметрів тягового рухомого складу

асист. Козачук О.І., студент Мунгалов І.С.

Розвиток транспортної галузі та підвищення вимог до безпеки перевезень зумовлюють необхідність удосконалення методів діагностування технічного стану тягового рухомого складу. Сучасні локомотиви та електропоїзди оснащуються складними електромеханічними, силовими та мікропроцесорними системами керування, що потребує впровадження інтелектуальних моделей моніторингу та прогнозування параметрів їх функціонування. Традиційні методи періодичного контролю поступово замінюються безперервними системами діагностики в режимі реального часу.

Сучасні моделі діагностування базуються на поєднанні математичного моделювання, аналізу сигналів та цифрової обробки даних. Застосовуються методи спектрального аналізу, нейромережеві алгоритми, регресійні моделі та методи машинного навчання для оцінювання стану тягових двигунів, перетворювачів, гальмівних систем і вузлів передачі. Використання багатопараметричних моделей дозволяє враховувати взаємозв'язок між електричними, механічними та тепловими характеристиками обладнання.

Особливе значення має впровадження систем предиктивної діагностики, які забезпечують прогнозування залишкового ресурсу елементів рухомого складу. На основі аналізу трендів змін параметрів (струму, напруги, температури, вібрації) формуються критерії оцінювання технічного стану та визначаються ймовірності відмов. Це дає змогу перейти від планово-попереджувального обслуговування до стратегії технічного обслуговування за фактичним станом.

Інтеграція діагностичних моделей у єдину інформаційно-керуючу систему підприємства залізничного транспорту забезпечує централізований збір і аналіз даних, підвищує достовірність оцінювання стану обладнання та знижує експлуатаційні витрати. Використання цифрових двійників і хмарних платформ сприяє підвищенню точності прогнозів та оптимізації процесів технічного обслуговування.

Сучасні моделі діагностування параметрів тягового рухомого складу є важливим інструментом підвищення надійності, безпеки та енергоефективності транспортних систем. Подальші дослідження доцільно спрямувати на удосконалення алгоритмів обробки великих масивів даних та впровадження адаптивних інтелектуальних систем контролю.

УДК 625.1:004.9

Інноваційна модель актуалізації реквізитів власників автономних систем

проф. Кульбовський І.І. студент Алісейко Р.Р.

У сучасних умовах цифровізації та розвитку автономних систем (безпілотні транспортні засоби, роботизовані комплекси, автономні енергетичні установки, IoT-платформи) особливої актуальності набуває питання достовірності та своєчасного оновлення даних про їх власників. Актуалізація реквізитів є необхідною умовою забезпечення правової відповідальності, кібербезпеки, сервісного супроводу та ефективного управління такими системами. Невчасне

оновлення інформації може призводити до правових колізій, зниження рівня безпеки та ускладнення процедур технічного обслуговування.
Запропонована інноваційна модель актуалізації передбачає використання інтегрованого цифрового середовища, яке поєднує централізовані реєстри, механізми автоматизованої перевірки даних та засоби електронної ідентифікації. Основою моделі є багаторівнева архітектура, що включає модуль збору та валідації інформації, аналітичний блок перевірки достовірності та модуль синхронізації з державними й корпоративними базами даних. Такий підхід забезпечує мінімізацію людського фактору та підвищує оперативність оновлення реквізитів.
Важливим елементом моделі є застосування технологій електронного підпису, блокчейн-реєстрації або розподілених журналів транзакцій для гарантування незмінності записів. Це дозволяє забезпечити прозорість змін у реєстраційних даних та створити механізм аудиту історії оновлень. Крім того, використання алгоритмів автоматичного сповіщення та контролю термінів дії документів сприяє своєчасній актуалізації інформації.
Інноваційна модель може бути адаптована до сфер транспортних технологій, автономних логістичних систем, промислових роботизованих комплексів та енергетичних об’єктів. Її впровадження сприятиме підвищенню рівня інформаційної безпеки, правової визначеності та ефективності адміністрування автономних систем у цифровому середовищі.
Таким чином, розроблення та впровадження інноваційної моделі актуалізації реквізитів власників автономних систем є важливим напрямом удосконалення управління цифровою інфраструктурою та формування сучасних механізмів електронної взаємодії між суб’єктами господарювання і державними структурами.

УДК 625.1:006.91

Науково-методичні принципи стандартизації

проф. Кульбовський І.І., студент Козоріз Б.В.

Сучасний розвиток науки, техніки та міжнародної кооперації зумовлює необхідність уніфікації вимог до продукції, процесів і результатів вимірювань. Стандартизація виступає не лише інструментом нормативного регулювання, а й важливим науково-методичним механізмом забезпечення єдності вимірювань, відтворюваності результатів досліджень та їх порівняння в різних галузяхези діяльності. Методологічна основа стандартизації базується на принципах системності, наукової обґрунтованості, оптимальності та гармонізації з міжнародними нормами. Принцип системності передбачає розгляд об’єктів стандартизації як елементів єдиної ієрархічної структури, де взаємопов’язані технічні, метрологічні та організаційні вимоги формують цілісну систему забезпечення якості. Наукова обґрунтованість полягає у використанні результатів фундаментальних і прикладних досліджень для встановлення нормативних параметрів, що гарантують точність, надійність і відтворюваність вимірювань. Принцип оптимальності спрямований на досягнення найкращого співвідношення між рівнем уніфікації та практичною

доцільністю застосування стандартів без надмірної регламентації. Важливим є також принцип гармонізації, який забезпечує узгодження національних стандартів із міжнародними документами ISO та IEC, що сприяє інтеграції наукових результатів у світовий простір і підвищує конкурентоспроможність продукції та досліджень. Як зазначається у підручнику Метрологія, стандартизація та сертифікація, стандартизація нерозривно пов'язана з метрологічним забезпеченням, оскільки саме через нормування методів вимірювань, засобів контролю та правил оцінювання похибок досягається єдність вимірювань.

Отже, науково-методичні принципи стандартизації формують теоретичне підґрунтя для створення ефективної системи технічного регулювання, що забезпечує достовірність результатів вимірювань, їхню взаємну узгодженість та відповідність сучасним вимогам розвитку науки й виробництва.

УДК 534.833

Акустика навколо нас: як працюють навушники з шумопоглинанням

доц. Муравйов В.М., студенти Матвєєв О.В., Терещук Є.О.

Сучасне акустичне середовище характеризується високим рівнем шумового забруднення, що робить актуальним використання засобів індивідуального акустичного захисту. Навушники з системою активного шумопоглинання (ANC — Active Noise Cancelling) є яскравим прикладом інтеграції фундаментальних законів фізики та сучасних цифрових технологій. З точки зору хвильової теорії, звук є механічною хвилею, що являє собою чергування областей стиснення та розрідження повітря. Існує два механізми зниження рівня шуму. Перший — пасивна ізоляція, що базується на фізичному екрануванні слухового каналу за допомогою звукопоглинальних матеріалів амбушур, які ефективно блокують високочастотні коливання. Другий, більш складний метод — це активне шумопоглинання. В основі технології ANC лежить фізичне явище інтерференції хвиль, а саме — деструктивна інтерференція. Система працює за наступним алгоритмом: вбудовані мікрофони фіксують зовнішній акустичний шум, після чого електронний процесор генерує дзеркально відображену звукову хвилю тієї ж амплітуди, але в протифазі (зсув фази на 180 градусів). Згідно з принципом суперпозиції, при накладанні вихідної хвилі шуму та штучно згенерованої "антихвилі", їхні амплітуди додаються. Оскільки одна хвиля має додатнє значення амплітуди, а інша — від'ємне, результуюча амплітуда прямує до нуля, що сприймається людським вухом як тиша. Варто зазначити, що ефективність систем активного шумопоглинання є найвищою у низькочастотному спектрі (монотонний гул двигунів, транспортний шум), оскільки довжина таких хвиль дозволяє електроніці вчасно згенерувати сигнал у протифазі. Для високочастотних та імпульсних звуків цей метод є менш ефективним через обмежену швидкість обробки сигналу. Отже, технологія ANC демонструє практичне застосування законів хвильової акустики для покращення якості звукового середовища.

УДК 524.85

Темна матерія: експериментальні підходи до виявлення

доц. Муравйов В.М., студентка Карась К.В.

Стандартна модель фізики елементарних частинок описує взаємодії відомих частинок, однак не включає темну матерію. Космологічна модель ΛCDM передбачає її існування як одного з ключових компонентів Всесвіту. Найбільшою загадкою на стику фізики частинок і космології залишається природа темної матерії.

Серед кандидатів на роль темної матерії розглядають широкий спектр — від масивних WIMP до ультралегких аксіонів. WIMP взаємодіють зі звичайною речовиною через слабку силу, що дозволяє очікувати їхні сигнали у вигляді розсіювання в лабораторіях, знищення в космосі та утворення на колайдерах.

Для перевірки гіпотези про WIMP створено низку експериментів прямої детекції. Один із найчутливіших — LUX-ZEPLIN, який використовує рідкий ксенон для реєстрації взаємодії частинок темної матерії з ядрами атомів. Нові результати значно покращили світові межі пошуку, але не виявили доказів існування WIMP у діапазоні мас до 9 ГеВ/c^2.

Колайдерні дослідження CERN (експерименти ATLAS і CMS) шукають ознаки темної матерії через «відсутню» енергію та імпульс після зіткнень, що може свідчити про утворення суперсиметричних частинок.

Інший напрям — експеримент SENSEI у канадській лабораторії SNOLAB. Він використовує надчутливі кремнієві CCD-сенсори для пошуку частинок темної матерії, які розсіюються на електронах. Цей підхід встановив провідні світові обмеження на параметри взаємодії.

Основні труднощі експериментів пов’язані з фоновими сигналами, зокрема від сонячних нейтрино, що ускладнює інтерпретацію результатів. Проблема слабкої взаємодії темної матерії з баріонною речовиною залишається ключовою.

Темна матерія й надалі є однією з найбільших загадок сучасної науки. Незважаючи на прогрес у технологіях детекції та розвитку теоретичних моделей, її природа досі не розкрита. Подальші дослідження потребують міждисциплінарного підходу, вдосконалення сенсорів та розширення спектру гіпотез.

УДК 629.423.1.027.2

Про роботу локомотива на змінному струмі

доц. Муравйов В. М., студент Хоменко Б.С.

Електрифікація залізниць на території України зі змінним струмом стала одним із найважливіших етапів розвитку транспортної системи у XX столітті. На цей час працюють такі локомотиви як ЧС-4, ЧС-8, ДС-3, ВЛ-40У, ВЛ-60, ВЛ-80 та його модернізація. Також МВРС такі моделі як ЕР-9м, ЕД-9м, ЕПЛ9Т. В Україні та країнах пострадянського простору однією з найпоширеніших моделей такого типу є електровоз ВЛ80, який широко використовувався для вантажних та пасажирських перевезень на електрифікованих ділянках із напругою 25 кВ змінного струму частотою 50 Гц. Перейдемо до детальнішого

розбору цього локомотива. ВЛ80 (Володимир Ленін) - вантажний магістральний електровоз змінного струму. Електровози ВЛ80 усіх індексів (ВЛ80К, ВЛ80С, ВЛ80Т, ВЛ80Ск, ВЛ80Р, ВЛ80ТК) будувалися Новочеркаським електровозобудівним заводом з 1961 до 1995 року. Механічну частину, тягові двигуни, допоміжні електромашини завод виготовляв самостійно. Розглянемо як він запускається та працює, після запуску задньої кабіни переходимо до запуску передньої кабіни і почнемо з першого етапу перевіряємо напругу на АБ; потім вставляємо і повертаємо ключ КУ. Піднімаємо струмоприймачі і включаємо ГВ - почуємо характеринй удар. Це означає, що висока напруга подається на трансформатор і ГВ відбивається. Включаємо фазорозщеплювач , бо він створює трифазну систему для двигунів, вентиляторів, компресорів. Наступний крок увімкнення компресорів. Після накачування повітря в резервуари, компресор виключається автоматично. Остання дія - це запуск вентиляторів для охолодження випрямлячів та двигунів. Переходимо до приведення руху. Встановлюємо реверсивну рукоятку в положення вперед, відпускаємо гальма, переводимо контролер машиніста на 1-шу позицію. Тепер локомотив може рухатися. Електровоз ВЛ80 добре зарекомендував себе на магістралях із великим вантажообігом. Він здатний працювати в складних кліматичних умовах. Локомотиви на змінному струмі забезпечують ефективне перевезення вантажів та пасажирів на великиі відстані. Електровоз ВЛ80 є яскравим прикладом потужного та надійного тягового рухомого складу, який тривалий час використовується на залізниці в Україні. Принцип роботи локомотивів та послідовності запуску є необхідним для майбутніх фахівців залізничної галузі. Знання конструкції та правил експлуатації дозволяє забезпечити безпечну та ефективну роботу локомотивів.

УДК 656.25:004.056

Безпека інформаційних технологій у системах автоматизації руху поїздів

доц. Твердомед В.М., проф. Тимченко Л.І., студент Василенко О.Б.

Автоматизація руху поїздів асоціюється з сучасними кабінами, точними графіками та мінімізацією людського фактору. Однак за цією ідеальною картинкою прихована складна мережа інформаційних технологій, яка потребує постійного й дбайливого забезпечення безпеки. У наш час захист у цій сфері виходить далеко за межі простого «антивірусу на комп’ютері» - це питання збереження життя тисяч пасажирів, які щодня користуються залізничним транспортом. Основна проблема полягає в тому, що системи керування стають дедалі більш відкритими: вони інтегруються з інтернетом для обміну даними, використовують хмарні сервіси, і кожен подібний вузол може стати точкою входу для кіберзагроз. Якщо раніше залізниця була відносно закритою системою, сьогодні вона перетворилася на складний цифровий організм.

Одним із ключових викликів у сфері безпеки автоматизації є пошук балансу між швидкістю роботи систем і їхньою захищеністю. Рухомий склад не може дозволити собі затримок у виконанні команд. Процеси мають виконуватися миттєво. Це означає, що традиційні методи захисту, застосовувані у звичайних офісних мережах, не придатні для таких умов. Потрібно створювати

спеціалізовані протоколи, які не лише зможуть відрізняти справжні команди диспетчера від спроб несанкціонованого втручання, а й гарантуватимуть плавну роботу без порушень графіка. Водночас варто враховувати, що загроза походить не лише від хакерів - технічні збої у програмному забезпеченні також можуть спричиняти неправильну роботу світлових сигналів чи стрілочних систем.

Не менш важливим аспектом є людський фактор - недбалість або випадкові помилки персоналу. Навіть найкраще автоматизована система може бути під загрозою, якщо хтось використовує заражений USB-накопичувач у контролюючому обладнанні або проігнорує повідомлення про помилки у системі безпеки. Відтак забезпечення інформаційної безпеки в цій галузі вимагає комплексного підходу. Це включає шифрування каналів зв'язку між поїздами та диспетчерським центром, постійний моніторинг мереж для виявлення аномалій у реальному часі, а також захист фізичного обладнання.

УДК 656.25:004.94

Предиктивна діагностика стрілочних електроприводів на основі моделей цифрових двійників

доц. Голуб Г.М., аспірант Катькало І.В.

На експлуатаційну надійність стрілочних електроприводів і, зокрема, на стабільність їх часових та силових характеристик впливають електромеханічні процеси у двигуні та особливості кінематичної взаємодії елементів гарнітури в умовах інтенсивної циклічності навантажень. Так, наприклад, у процесі тривалої експлуатації в механічній частині приводу формуються зазори та ділянки підвищеного тертя аж до критичної зміни зусилля переведення гостряків. Ця особливість посилюється під дією зовнішніх кліматичних факторів (температурні деформації, обледеніння), внаслідок чого механізм втрачає свої номінальні динамічні властивості, переходячи в передаварійний стан, з усіма ризиками порушення графіку руху, що випливають звідси. За наявності прихованих дефектів, таких як знос зубчастої передачі редуктора або забруднення поверхонь ковзання, можливі нелінійні спотворення форми струмової діаграми, які важко ідентифікувати традиційними пороговими методами контролю, що вимагає застосування адаптивних моделей цифрових двійників для розпізнавання патернів деградації. Крім того, взаємодія різнорідних факторів (електричних та механічних) може призводити до комплексної зміни параметрів, що негативним чином позначається на точності визначення залишкового ресурсу обладнання. Зазначені особливості вимагають детального вивчення при розробці систем автоматизованого моніторингу та прогнозування, використання яких передбачається для переходу від стратегії планових ремонтів до обслуговування за фактичним станом. Таким чином, адекватність математичних моделей цифрового двійника істотно впливає на ефективність діагностування стрілочних електроприводів як у режимі реального часу, так і при довгостроковому плануванні їх життєвого циклу. Це впливає на безпеку перевізного процесу як на здатність інфраструктури забезпечувати безперебійне функціонування в умовах зростання вантажопотоків.

УДК 681.5

Інтелектуальні автоматизовані системи контролю як засіб підвищення надійності рухомого складу та залізничної інфраструктури

ст. викл. Воронко І.О., студент Твердак А.О.

Забезпечення надійності рухомого складу та об’єктів залізничної інфраструктури є ключовою умовою безпеки руху поїздів, стабільності перевізного процесу та мінімізації експлуатаційних витрат. В умовах зростання інтенсивності перевезень і підвищених динамічних навантажень на елементи транспортної системи традиційні підходи до технічного обслуговування виявляються недостатньо ефективними, що зумовлює необхідність впровадження автоматизованих систем контролю і діагностики технічного стану.

Автоматизовані системи моніторингу забезпечують безперервний контроль параметрів роботи вузлів рухомого складу та інфраструктурних об’єктів у режимі реального часу. Використання датчиків температури, вібрації, механічних напружень, акустичних і електричних характеристик дає змогу своєчасно виявляти зародження дефектів, зокрема знос підшипникових вузлів, відхилення геометрії колісних пар, появу тріщин у рейках та деградацію елементів контактної мережі. Рання діагностика несправностей сприяє запобіганню аварійним ситуаціям і підвищенню рівня експлуатаційної безпеки.

Однією з важливих переваг автоматизованих систем є можливість переходу від планово-попереджувального обслуговування до стратегії обслуговування за фактичним технічним станом. Такий підхід дозволяє оптимізувати графіки ремонту, скоротити кількість позапланових відмов та раціонально використовувати ресурс елементів рухомого складу й інфраструктури. Накопичення масивів діагностичних даних і застосування методів аналітичної обробки створюють основу для прогнозування відмов і формування превентивних заходів.

Інтеграція систем автоматизованого збору й обробки інформації з цифровими платформами управління технічним обслуговуванням підвищує оперативність прийняття інженерних рішень та зменшує вплив людського фактора. Комплексне впровадження інтелектуальних технологій контролю сприяє зростанню ефективності експлуатації залізничного транспорту, підвищенню безпеки руху та забезпеченню сталого розвитку галузі.

Отже, застосування автоматизованих систем контролю і діагностики є стратегічно важливим напрямом модернізації залізничного транспорту, що забезпечує підвищення надійності технічних засобів, зниження витрат і формування сучасної цифрової інфраструктури управління.

УДК 004.75:656.2

Застосування хмарних обчислень та розподілених систем у задачах моніторингу залізничної інфраструктури

ст. викл. Воронко І.О., студент Кузьменко Д.Ю.

Складність та протяжність залізничної інфраструктури зумовлюють необхідність постійного контролю стану колій, стрілочних переводів, мостових споруд, систем електропостачання та сигналізації. Сучасні сенсорні мережі

формують значні обсяги даних у режимі реального часу, що потребує ефективних засобів їх обробки, зберігання та аналізу.
Розглянуто архітектуру розподіленої системи моніторингу, яка поєднує периферійні обчислення для локальної первинної обробки сигналів із подальшою передачею агрегованих даних до хмарної платформи. Такий підхід дозволяє зменшити затримки прийняття рішень, підвищити масштабованість і відмовостійкість системи. Хмарні сервіси забезпечують централізоване накопичення історичних даних, застосування алгоритмів прогнозування відмов та оптимізацію планування технічного обслуговування.
Зокрема, увагу приділено питанням кібербезпеки та безперервності функціонування системи в умовах можливих відмов мережевих вузлів. Обґрунтовано, що використання хмарних і розподілених обчислень є доцільним для побудови інтелектуальних систем моніторингу, спрямованих на підвищення безпеки руху поїздів і зниження експлуатаційних витрат залізничного транспорту.

УДК 621.039

Дослідження впливу нейтронного опромінення на матеріали ядерних реакторів

доц. Муравйов В.М., студенти Зворський М.А., Сілкін О.М.

Згідно з дослідницькими документами і висновками, що знаходяться в розпорядженні МАГАТЕ, нейтрони під час роботи реактора унаслідок бомбардування його стінок проникають у структуру сталевого корпусу і викликають в ньому низку змін. Зокрема, вони спричинюють появу дефектів на поверхні стінки реактору: рельєфні утворення, міжвузлові атомарні структури, дислокаційні петлі і навіть порожнини (каверни). Як наслідок сталь з часом втрачає одну із своїх визначальних властивостей – пластичність: вона зменшується приблизно на 20–30% після дози в 10 dpa (тобто одиниці, яка показує, скільки атомів змістилося). Водночас зростає міцність сталі, але для реакторів це є негативною ознакою, адже метал стає крихким, тобто сталевий корпус може раптово тріснути, і це вже є вкрай небезпечним, адже в реакторі одна з головних вомон – надійність і виняткова герметичність задля уникнення радіаційного випромінювання. Такі зміни у структурі сталі можуть призводити до серйозних проблем, особливо в старих реакторах, як, зокрема, на найбільшій в Європі і третій у світі за сукупною потужністю Запорізькій АЕС (6 енергоблоків по 1 Гвт кожний). Найстаріші з цих блоків уведені в експлуатацію у 1984 році, тобто 42 роки тому. Наймолодшому реактору – 31 рік.
Зазначені дефекти накопичуються роками, і це може мати катастрофічні наслідки. Наприклад, нейтронне опромінення всередині реактору викликає набрякання його матеріалів – об’єм сталі може збільшитися на 1–2%, Навіть такий формально незначний показник призводить до деформації деталей і порушення їхньої герметичності. У разі ризику руйнування деталі її необхідно міняти. Це є дорогою і складною процедурою, адже зупинка реактора для ремонту – це величезні витрати й економічні збитки. Так, зупинка улітку 2026 року деяких реакторів на плановий ремонт, як зазначають фахівці, призведе до

нових відключень електроенергії по всій Україні. Окрім того, виявлено, що нейтрони можуть активувати атоми в елементах реактора, роблячи їх радіоактивними, що ще більше ускладнює роботу з такими деталями після їх вилучення унаслідок заміни на нові, адже постає питання про їх безпечну утилізацію.

При загальному розумінні негативного впливу нейтронного опромінення на деталі ядерного реактора досліджувати ці процеси в реальних умовах дуже складно. У лабораторіях проводять прискорені випробування (моделювання) процесів у реакторах, проте вони не завжди можуть достовірно фіксувати ті зміни, що відбуваються в деталях реактора за 40 років його роботи. Реальні умови — це не лише нейтрони, а й висока температура (у межах 300–350°C), корозія, спричинена агресивними реагентами теплоносія і механічні навантаження. Усе це разом так чи інакше впливає на якісні характеристики матеріалів, а в лабораторних умовах це важко змоделювати, мова може йти лише про наближені результати.

УДК 621.317.004

Методи досягнення оптимального стану захищенності комп'ютерних мереж дистанцій електропостачання.

проф. Стасюк О.І., доц. Гончарова Л.Л.

Досліджено стан безпеки дистанцій електропостачання залізниць України, в умовах воєнного стану. З метою вибору робочої стратегії підвищення рівня захисту дистанцій електропостачання залізниць України, запропоновані робочі моделі, призначені для мінімізації потенційних загроз.

В умовах воєнного стану, дистанції електропостачання, як важлива частина критичної інфраструктури знаходяться в стані підвищеної вразливості. Залізничні системи, що забезпечують дистанційну подачу електропостачання стають все більш розвиненими, але цей фактор одночасно підвищує і ризик виникнення кібернетичних загроз, які можуть спричинити часткову або повну втрату працездатності. Тому, одним з найважливіших завдань організації нормального та безпечного функціонування – є досягнення максимального рівня захисту від зовнішніх вторгнень. Сформуємо загальну модель надійності системи.

Комп'ютерні мережі дистанцій електропостачання забезпечують безперебійне електропостачання тягового транспорту. Щоб забезпечити надійне функціонування потрібно постійно досліджувати стан їхньої працездатності в режимі реального часу. Можемо сформувати модель безпеки тягової дистанції електропостачання.

$$R_s(t) = \prod_{i=1}^{n} R_i(t) * \prod_{j=1}^{m} \left[1 - \left(1 - R_j(t)\right)\right]^{k_j} \quad (1)$$

де:

$R_s(t)$ – надійність системи в момент реального часу;

$R_i(t)$ – надійність послідовних елементів;

$R_j(t)$ – надійність зарезервованих;

R_j – кратність резервування.

Запропонована математична модель дає змогу оцінити фактичний стан працездатності, і при наявності негативної динаміки вжити превентивних заходів.
Дослідження основних вразливостей мереж електропостачання залізниць України дають змогу зрозуміти, що існує нагальна потреба в розробці та впровадженні нових моделей та шляхів підвищення стану безпеки систем дистанцій електропостачання. Загрози, зокрема, у вигляді мережевих атак постійно еволюціонують і, відповідно виникає потреба у модернізації методів захисту.

УДК 004.94

Цифровий двійник мікропроцесорної лабораторії з використанням Tinkercad та ROS2

доц. Голуб Г.М., студент Фролов С.В.

Запропоновано модель цифрового двійника мікропроцесорної лабораторії з використанням системи Tinkercad та відкритої програмної платформи ROS2 (Robot Operating System 2) для розробки роботизованих систем. Така зв'язка забезпечує безпечне тестування алгоритмів керування, моделювання поведінки датчиків та налагодження ROS-вузлів без необхідності використання фізичного обладнання. що є особливо актуальним у навчальному процесі під час складної енергетичної та безпекової ситуації у державі. Інтеграцію Tinkercad и ROS2 реалізовано через проміжний шар, який перетворює Tinkercad на джерело даних або віртуальний контролер для ROS2-системи. Реалізовано три метода інтеграції Tinkercad та ROS2: використання віртуального послідовного порту, імпорт лог-файлу та через мережевий інтерфейс з використанням протоколу MQTT. Використання віртуального послідовного порту дозволяє моделювати взаємодію окремих модулів с ROS2 у реальному часі для налаштування та перевірки роботи нод у ROS2. Викоистання MQTT дозволяє моделювати IIoT пристрої, та перевіряти коректність роботи віддаленого сервісу який отримує дані для їх подальшої обробки та зберігання. Також реалізовано інтеграцію з середою MATLAB для обробки, аналізу та візуалізації даних у MATLAB для моделювання систем керування (ПІД-регулятори, моделювання зворотного зв’язку та оптимізація параметрів) та інструментів машинного навчання (класифікація стану датчиків, прогнозування часових рядів, знаходження аномалій).

УДК 004.7

Резервування каналів зв’язку засобів автоматизації на основі децентралізованої mesh-топології

доц. Голуб Г.М., студент Фролов С.В.

Використання децентралізованих мереж з mesh-топологією у промисловості дозволяє будувати стійкі та безпечні локальні мережі для телеметрії, аварійних сповіщень та резервного зв'язку при відмові центральної інфраструктури; IIoT підвищує ефективність та передиктивне обслуговування. Проведено порівняння двох мереж з mesh-топологією Meshcore та Meshtastic, щоб обрати найкраще

підходящу для реалізації надійного резервного каналу зв’язку. Для промислового використання більше підходить технологія Meshcore, оскільки має більш структуровану топологію та розділення по ролям пристроїв на клієнти, репітери та шлюзи, внаслідок чого мають меншу кількість флуду зі службовою інформацію і у зв’язку з чим не має експоненційного зростання трафіка при зростанні кількості пристроїв у мережі, як це відбувається у мережах побудованих за технологією Meshtastic. Технологія Meshcore дозволяє швидко створити автономну безпечну мережу з авторизацією пристроїв на великій площі, та інтегрувати її з існуючою інфраструктурою через відповідні шлюзи, наприклад через MQTT-шлюз передавати телеметрію з датчиків у хмару або SCADA-сервер. При реалізації такої мережі у метрополітені можна покращити безпекову складову, за рахунок швидкого розширення телеметрії інфраструктури, резервування зв’язку для АСУ ТП, забезпечення зв’язку для мобільних бригад на випадок відсутності стільникового зв’язку та проблем з Wi-Fi мережою, а також впровадження нових сервісів для пасажирів, наприклад навігації у метрополітені.

УДК 656.2:004.8:004.9

Автоматизація моніторингу залізничної колії на основі інтелектуальних систем

доц. Голуб Г.М., студент Вигівський Ю.М.

Сучасний розвиток залізничної інфраструктури потребує впровадження автоматизованих систем контролю технічного стану колії з метою підвищення безпеки руху та зниження експлуатаційних витрат. В Україні застосовуються вагони-колієвимірювачі та вагони-дефектоскопи, які переважно реєструють геометричні параметри колії та внутрішні дефекти рейок. Однак такі засоби не забезпечують комплексної оцінки стану шпал, скріплень і поверхневих пошкоджень.

Перспективним напрямом є використання інтегрованих діагностичних комплексів, оснащених ультразвуковими сенсорами, високошвидкісними відеокамерами та лазерними сканерами. Отримані дані обробляються за допомогою алгоритмів машинного навчання, що дозволяє автоматично виявляти і класифікувати дефекти рейок, шпал і скріплень, фіксувати їх точне місцезнаходження (кілометр, пікет) та формувати звіти для експлуатаційних служб.

Поєднання відеоінспекції з інтелектуальним аналізом даних забезпечує перехід від періодичного контролю до безперервного моніторингу та прогнозування розвитку пошкоджень. Це створює передумови для впровадження прогнозно-орієнтованого технічного обслуговування, підвищення надійності інфраструктури та оптимізації витрат на її утримання.

УДК 656.2:004.9

Роль інформаційних технологій в перспективах розвитку автоматизованих систем залізничного транспорту

доц. Голуб Г.М., студентка Сахно А.О.

Інформаційні технології (ІТ) стрімко перетворюють традиційну залізницю на «розумну» систему. Сьогодні управління, безпека та обслуговування поїздів повністю залежать від швидкого обміну даними. Завдяки ІТ залізничний транспорт стає безпечнішим, зручнішим та економнішим.

Одним із головних напрямків є автоматизація та перехід до безпілотного керування. Сучасні комп'ютерні системи здатні самостійно контролювати швидкість, гальмування та дотримуватися безпечної дистанції між поїздами. Це дозволяє запускати більше рейсів на вже існуючих коліях без ризику аварій.

Крім того, ІТ докорінно змінюють підхід до ремонту. Замість того, щоб чекати поломки, тисячі датчиків на вагонах і коліях постійно збирають інформацію про їхній стан. Штучний інтелект аналізує ці дані і завчасно попереджає про можливі несправності. Це допомагає уникнути аварій, затримок у дорозі та значно знижує витрати на технічне обслуговування.

Також комп'ютерні алгоритми допомагають диспетчерам складати найвигідніші маршрути та розраховують ідеальну швидкість поїзда, що дозволяє економити до 20% електроенергії або пального. А для того, щоб усі ці автоматизовані процеси працювали миттєво і без перебоїв, на залізниці активно впроваджується швидкісний зв'язок та сучасні методи кібербезпеки, які надійно захищають систему від втручань.

УДК 629.4:681.518:004.8

Цифрові технології предиктивного обслуговування та моніторингу стану локомотивів

доц. Голуб Г.М., студент Нєвєров Д.М.

Моніторинг стану локомотивів і предиктивне обслуговування (PdM) стають ключовими складовими цифрової трансформації залізничного транспорту в Україні. Сучасна архітектура PdM базується на багаторівневому зборі та обробці телеметричних даних: бортові сенсори (вібрація, температура підшипників, струм і напруга електродвигунів, тиск гальмівних магістралей, GPS), edge-шлюзи для попередньої фільтрації, канали зв’язку (4G/LTE, поступово 5G) і хмарні аналітичні платформи для зберігання й обробки часових рядів. Аналітичний стек включає детектори аномалій, алгоритми класифікації та регресії, моделі залишкового ресурсу (RUL) і цифрові двійники для сценарного моделювання експлуатації й оцінки впливу деградації на безпеку та доступність.

В українських умовах проєкти PdM найбільш релевантні там, де реалізовано бортову телеметрію та інтеграцію з ІТ-інфраструктурою оператора. Так, практичні рішення для дистанційного збору параметрів експлуатації застосовуються на парку Укрзалізниці та впроваджуються українськими вендорами телеметрії (наприклад, продукти та сервіси від TransControl). Міжнародні постачальники обладнання (наприклад, Alstom) та вітчизняні

підприємства (зокрема Крюківський вагонобудівний завод) створюють технічну базу для масштабування PdM.
Практичні ефекти впровадження PdM: зниження нештатних простоїв і аварійності, оптимізація інтервалів ТО, скорочення витрат на паливо та запчастини, підвищення середнього часу між відмовами і загальної готовності парку. Водночас реалізація стикається з низкою викликів: неповнота та розрізненість даних, відсутність достатньої кількості маркованих кейсів реальних відмов для навчання моделей, проблеми сумісності апаратури й протоколів, надійність зв'язку на магістралях, а також питання кібербезпеки й організаційної адаптації процесів обслуговування.
Рекомендації для українських операторів і виробників: розпочати поетапні пілоти на обмежених партіях локомотивів з попередньо визначеними KPI; поєднувати правила-орієнтовані алгоритми з ML (гібридний підхід) для забезпечення інтерпретованості рішень; стандартизувати формати обміну даними та інтегрувати PdM-платформи з CMMS/ERP; інвестувати у стійкі канали зв’язку і заходи кіберзахисту; підтримувати локальні розробки та співпрацю з міжнародними постачальниками для швидкого перенесення кращих практик у національний контекст.
Отже, комплексне впровадження IoT-датчиків, edge-обробки, хмарної аналітики та цифрових двійників здатне суттєво підвищити надійність і ефективність локомотивного парку в Україні за умови системного підходу до якості даних, стандартизації інтерфейсів і організаційної готовності галузі.

УДК 004.75:004.62

Підвищення ефективності обробки даних засобами хмарних обчислень

ст. викл. Воронко І.О., студент Єрьоменко Д.Д.

У сучасних умовах цифрової трансформації обсяги даних зростають експоненційно, що зумовлює необхідність застосування високопродуктивних та масштабованих рішень для їх обробки. Традиційні локальні ІТ-інфраструктури часто не забезпечують необхідної гнучкості, відмовостійкості та економічної ефективності. У цьому контексті хмарні обчислення стають ключовим інструментом підвищення продуктивності обробки даних.
Хмарні платформи, зокрема такі провайдери, як Amazon Web Services, Microsoft Azure та Google Cloud Platform, надають можливість масштабувати обчислювальні ресурси відповідно до поточних потреб системи. Використання моделей IaaS, PaaS та SaaS дозволяє оптимізувати витрати на апаратне забезпечення, забезпечити автоматичне балансування навантаження та підвищити рівень доступності сервісів.
Одним із основних напрямів підвищення ефективності є застосування розподілених обчислень та паралельної обробки даних. Технології на кшталт Apache Hadoop та Apache Spark забезпечують швидку обробку великих масивів інформації за рахунок розподілу задач між вузлами кластера. Використання контейнеризації та оркестрації (наприклад, Kubernetes) сприяє автоматизації розгортання та управління обчислювальними середовищами.
Важливим аспектом є також оптимізація зберігання та доступу до даних. Хмарні рішення пропонують різні типи сховищ (об’єктні, блочні, файлові), що

дозволяє обирати найбільш ефективну архітектуру залежно від характеру навантаження. Інтеграція механізмів кешування, реплікації та резервного копіювання підвищує швидкодію й надійність систем.
Окрему увагу слід приділити питанням безпеки та захисту інформації. Використання сучасних протоколів шифрування, багаторівневої автентифікації та систем моніторингу забезпечує відповідність нормативним вимогам і знижує ризики несанкціонованого доступу.
Таким чином, впровадження хмарних обчислень дозволяє підвищити ефективність обробки даних за рахунок масштабованості, еластичності ресурсів, автоматизації управління та зниження експлуатаційних витрат. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розробку методів оптимізації продуктивності хмарних середовищ з урахуванням специфіки прикладних задач та вимог інформаційної безпеки.

УДК 004.8:004.9

Розробка персонального ШІ-асистента на базі Claude AI

ст. викл. Воронко І.О., студентка Сінтюрьова І.М.

У сучасному світі людина щодня працює з великим обсягом інформації. Тому зростає потреба в інструментах, які допомагають швидко знаходити потрібні дані, впорядковувати завдання та спрощувати роботу з текстами. Одним із таких інструментів є персональні асистенти на основі штучного інтелекту, які поступово стають корисними помічниками як у навчанні, так і в професійній діяльності.
Персональні ШІ-асистенти базуються на сучасних технологіях обробки природної мови (Natural Language Processing) та великих мовних моделях. Завдяки цьому вони можуть аналізувати текстові запити користувача, інтерпретувати їх зміст і формувати зрозумілі відповіді. Однією з платформ, що може бути використана для створення таких систем, є Claude AI, яка реалізує можливості взаємодії з користувачем у форматі природної мови та підтримує виконання різних інформаційних задач.
Використання можливостей Claude AI дозволяє створити персонального ШІ-асистента, який може виконувати функції пошуку інформації, пояснення навчального матеріалу, підготовки текстів та допомоги в аналізі даних. Користувач формулює запит у звичній текстовій формі, після чого система обробляє його та надає відповідь, використовуючи можливості мовної моделі. Такий підхід значно спрощує взаємодію людини з інформаційними ресурсами та зменшує час на пошук необхідних відомостей.
Важливою особливістю персональних ШІ-асистентів є можливість їх адаптації до потреб користувача. Система може враховувати контекст попередніх запитів, допомагати структурувати інформацію, планувати виконання завдань і підтримувати користувача під час роботи з великими обсягами текстових даних. Для студентів такі інструменти можуть бути корисними під час підготовки до занять, виконання навчальних проєктів, написання рефератів та пошуку навчальних матеріалів.

Таким чином, розробка персональних ШІ-асистентів є перспективним напрямом розвитку сучасних інформаційних технологій. Використання можливостей платформи Claude AI дозволяє створювати системи, які допомагають ефективніше працювати з інформацією та спрощують виконання багатьох щоденних завдань.

УДК 004.738:656.2

Розробка IoT-орієнтованої безпровідної системи пожежної сигналізації для залізничного транспорту

ст. викл. Воронко І.О., студент Янчак М.І.

У сучасних умовах забезпечення пожежної безпеки об’єктів транспортної інфраструктури є важливим завданням, особливо для залізничного транспорту. Пасажирські та вантажні вагони містять значну кількість електричного обладнання, що підвищує ризик виникнення пожежонебезпечних ситуацій. Традиційні дротові системи пожежної сигналізації часто потребують складного монтажу та значних витрат на прокладання кабельної інфраструктури, що ускладнює їх впровадження та модернізацію.

Актуальним напрямом підвищення ефективності систем пожежного моніторингу є застосування технологій Інтернету речей (IoT), які дозволяють створювати розподілені мережі безпровідних датчиків для контролю стану об’єктів у режимі реального часу. У запропонованій системі для організації безпровідної взаємодії між сенсорними вузлами використовується протокол ZigBee, який характеризується низьким енергоспоживанням, надійністю передачі даних та можливістю побудови масштабованих мереж.

Система передбачає встановлення у вагонах спеціалізованих сенсорних модулів, оснащених датчиками температури та диму. Дані з модулів передаються через безпровідну мережу до центрального вузла збору інформації, де здійснюється їх обробка та аналіз. У разі виявлення ознак пожежі система формує сигнал тривоги та передає повідомлення до системи моніторингу.

Використання IoT-технологій та безпровідних мереж на основі протоколу ZigBee дозволяє спростити розгортання системи пожежної сигналізації у вагонах, підвищити оперативність виявлення небезпечних ситуацій та забезпечити більш ефективний контроль стану залізничного транспорту.

Таким чином, застосування IoT-орієнтованих безпровідних систем є перспективним напрямом розвитку сучасних систем пожежної безпеки на залізничному транспорті.

УДК 621.317.004

Організація захисту сайту від DOS атак

доц. Гончарова Л.Л., студент Дворнік Я.В.

Розглянуто основні види DOS атак. Наведено основні об’єкти, що можуть бути метою даного виду кіберзагроз. Та представлені найбільш результативні варіанти захисту мережевих об’єктів.

Всесвітні комп’ютерні мережі набувають стрімкого розвитку, що полегшує можливість комунікації між користувачами з різних куточків світу, дає змогу

отримати необхідні навички та значно полегшує навчальний процес. Одночасно з цим швидкий розвиток інформаційних технологій також сприяє і появі нових загроз для безпечного та стабільного функціонування мережевих об'єктів.
DOS атаки є одним з найбільш розповсюджених видів кіберзагроз. В результаті подібних атак, злочинець намагається максимально перевантажити сайт, і, як наслідок нормальні користувачі не мають змогу отримати доступ до інформації, або послуг даного сервісу. DOS атаки можуть бути спрямовані з одного комп'ютера, або з багатьох, що робить їх набагато сильнішими. Якщо подібні атаки спрямовані з однієї IP адреси то виявити та знешкодити їх відносно легко, але зазвичай подібні напади спрямовані з різних комп'ютерів. Стандартно, використовуються заражені пристрої, так званий Botnet – це мережевий пристрій, до якого отримав доступ і взяв під контроль зловмисник. Найчастіше зараження відбувається через шкідливе програмне забезпечення, коли користувач відкриває файл з ненадійного джерела, або встановлює сумнівне програмне забезпечення на свій комп'ютер. На ПК потрапляє вірус, який і виконує підключення до мережі Botnet, після чого комп'ютер стає повністю підконтрольним злочинцю. Після відповідної, видаленої команди такий комп'ютер, в числі багатьох інших, починає надсилати запити на сервер, що є ціллю DOS атаки.
Для забезпечення безпеки роботи, для захисту від DOS атак постійно використовуються певні методи захисту. Мережі розподілу трафіку копіюють сайт на різні сервери по всесвітній мережі, що не дозволяє сконцентрувати атаку на одному конкретному сервері. Фільтрація трафіку дозволяє заблокувати занадто часті, повторні запити з одного IP. Великі сайти використовують технологію Anycast, що працює таким чином – у одного IP багато десятків серверів у всесвітній мережі, трафік автоматично перенаправляється на не завантажений на даний момент сервер, що дозволяє мінімізувати навантаження від DOS атаки. На сайтах встановлюють протоколи перевірки, які дозволяють визначити йде звернення від реального користувача чи від бот програми. Найпоширенішими з них є – reCAPTCHA та JavaScript-челенджі.
В обставинах, коли атаки на інформаційні ресурси набувають все більшого масштабу, постійно виникає потреба у розвитку і вдосконаленню сучасних та надійних методів захисту від злочинних дій в мережах. Тобто існує і, в майбутньому буде лише поширюватися потреба у розробці та вдосконаленні програмного забезпечення призначеного для обмеження стороннього доступу до пристроїв, що взаємодіють з зовнішніми мережами.

УДК 621.317.004

Організація моніторингу стану мереж електропостачання залізничного транспорту

доц. Гончарова Л.Л., студент Чубаров С.Б.

В теперішніх умовах постійного дефіциту електроенергії, зростає актуальність сумлінного контролю за виробництвом і споживанням електроенергії на залізничному транспорті.

У зв’язку з критично низьким рівнем постачання, виникає потреба в розробці додаткових методів і більш актуальних мережевих технологій призначених забезпечити підтримку стану працездатності систем електропостачання залізничного транспорту, так як надійність їх функціонування тісно пов’язана з безпекою руху. Також постає проблема пошуку нових шляхів економії електроенергії, так як зростання її споживання значно збільшує собівартість продукції, яка і так є досить високою на технологічних виробництвах с високою енергоємністю.

Система електроспоживання залізниць України є частиною єдиної енергосистеми країни, тому постійно безпосередньо впливає на живлення районних споживачів електроенергії. Серед особливих характеристик системи живлення електричного транспорту, потрібно відмітити значне коливання навантажень, потребу в постійному захисті від можливості виникнення короткого замикання, значний вплив на інформаційні мережі та великі труднощі, що виникають при організації процесу повернення енергії при рекуперативному гальмуванні локомотивів. Також багато обладнання є застарілим і потребує значного оновлення, що також збільшує потенційну вірогідність виникнення аварійного стану. Як ми можемо побачити з відповідного досвіду багатьох країн, все вище перелічене може спровокувати багатомільйонні втрати. Тому найлогічнішим рішенням, в сучасних обставинах, щоб забезпечити надійність та підтримати достатній рівень якості функціонування електромереж є організація автоматизації та інтелектуалізації на всіх керуючих рівнях.

Для підтримки існуючого рівня безпеки та вдосконалення його стану в майбутньому модернізуються існуючи та впроваджуються нові системи, що дозволяють контролювати стан працездатності обладнання в кожен момент часу. Таке рішення забезпечить стабільність функціонування електрообладнання тягових підстанцій, в умовах підвищеної наявності факторів ризику.

УДК 621.317.004

Дослідження функціонального стану трансформаторного обладнання залізниць України.

проф. Стасюк О.І., студент Фролов С.В.

Навіть з урахуванням постійної розробки та залучення засобів, призначених забезпечити зниження енерговитрат, на залізницях України і досі використовуються і ще значний проміжок часу будуть використовуватися сотні трансформаторів, що вже не забезпечують потрібний в сучасних умовах рівень енергозбереження.

Стандартні методи діагностики електрообладнання, такі як поточний контроль та періодичні огляди, не завжди дозволяють знайти всі прогресуючі порушення функціоналу. Це пов’язано з наявністю великої кількості проміжних станів, тобто межа між робочим та перед аварійним станом є досить нечіткою. Тому, для дослідження фактичного стану трансформаторного обладнання доцільно застосовувати апарат нечітких множин. Параметри, які потрібно контролювати при проведенні моніторингу силового трансформатора це – температура

верхніх слоїв масла, концентрація розчинених газів, тангенс кута діелектричних втрат ізоляції та рівень часткових розрядів. Нечітка система дозволить інтегрувати хроматографічний аналіз з тепловими і електричними параметрами в єдину систему оцінювання. Результати нечіткого діагностування доцільно інтегрувати в загальну систему керування тяговою підстанцією. Індекс технічного стану, що обраховується реальному часі, може передаватися в SCADA-систему, для відображення на мнемосхемі та архівування. Досліджуючи динаміку зміни індексу технічного стану, визначаємо прогноз залишкового ресурсу, що дозволить перейти від планового обслуговування до більш економної стратегії проведення лише фактично необхідних робіт.

Вивчивши стан наявного трансформаторного обладнання, визначаємо, що зношення обладнання, яке приводить до виникнення критичних пошкоджень неухильно зростає. Щоб не допустити виникнення аварійних ситуацій необхідно провести повну модернізацію обладнання тягових підстанцій, або суттєвий ремонт наявного технологічного забезпечення. Що потребує значних фінансових інвестицій, які майже неможливо в залучити в умовах воєнного стану. Апарат нечітких множин застосований для моніторингу тягових підстанцій дозволить формалізувати експертні знання у вигляді зрозумілих правил, має високу стійкість до шумів та похибок вимірів та здатен працювати в умовах неповних даних. Результати такого аналізу легко інтерпретуються для інженерного персоналу. Але, маємо звернути увагу, що подібна система з накопиченням досвіду експлуатації буде потребувати періодичної верифікації та оновлення. Застосування апарату нечітких множин дозволить створити системи діагностики, що будуть реально відображати проміжні стани працездатності електрообладнання. Подальший напрям розвитку потенційно пов'язаний з гібридизацією нечіткого виводу з нейронними мережами та методами машинного навчання, що дозволить автоматизувати процес налаштування та підвищити його точність.

УДК 004.89:004.3

Функціональні можливості та обмеження мікропроцесорних систем при впровадженні інтелектуальних алгоритмів у комп'ютерних системах управління

проф. Кульбовський І.І., аспірант Ткачук М.С.

Інтелектуалізація комп'ютерних систем управління є одним із ключових напрямів розвитку сучасних інформаційних технологій. Застосування методів штучного інтелекту у складних технічних системах дозволяє підвищити ефективність обробки інформації та забезпечити підтримку прийняття рішень в умовах невизначеності і значних інформаційних потоків. Технічною основою реалізації таких систем виступають мікропроцесорні системи, які забезпечують збір, обробку та передачу даних між елементами інформаційно-керуючої інфраструктури.

Мікропроцесорні системи забезпечують високий рівень автоматизації завдяки можливості інтеграції різноманітних алгоритмів обробки даних, реалізації розподілених архітектур та взаємодії з периферійними пристроями. До

основних функціональних можливостей таких систем належать висока швидкодія, можливість реалізації складних алгоритмів керування, масштабованість архітектури та інтеграція із сучасними інформаційно-керуючими мережами.
Водночас впровадження інтелектуальних методів у мікропроцесорні системи супроводжується рядом обмежень. До них належать обмежені обчислювальні ресурси, обмеження пам'яті, вимоги до реального часу, а також необхідність забезпечення високого рівня надійності та функціональної безпеки. Особливо критичними ці обмеження є для систем управління технологічними процесами та транспортною інфраструктурою, де затримки або помилки обробки даних можуть призвести до значних наслідків.
З метою ефективного впровадження інтелектуалізації доцільним є використання багаторівневої архітектури комп'ютерних систем, у якій базовий рівень виконує функції детермінованого керування, а інтелектуальні алгоритми реалізуються на верхньому рівні як система підтримки прийняття рішень. Такий підхід дозволяє поєднати надійність традиційних мікропроцесорних систем із можливостями сучасних методів штучного інтелекту.
Аналіз функціональних можливостей та обмежень мікропроцесорних систем є важливим етапом розроблення інтелектуальних комп'ютерних систем управління. Результати такого аналізу дозволяють визначити оптимальні підходи до інтеграції інтелектуальних алгоритмів та підвищити ефективність функціонування сучасних інформаційно-керуючих систем.

УДК 004.9:004.75

Інформаційні технології оптимізації ресурсів у системах управління комунікаціями

проф. Кульбовський І.І., аспірант Рибаченко Я.М.

Сучасний розвиток інформаційних систем характеризується постійним зростанням обсягів даних, складності інформаційних потоків та підвищенням вимог до ефективності управління комунікаційними процесами. У цих умовах особливого значення набуває оптимізація використання наявних ресурсів, що дозволяє підвищити ефективність функціонування інформаційних систем та забезпечити раціональне використання інфраструктурних можливостей. Актуальність даної проблематики зумовлена необхідністю забезпечення стабільного функціонування систем управління комунікаціями в умовах обмежених фінансових, технічних та енергетичних ресурсів.
Інформаційні технології відіграють ключову роль у забезпеченні ефективного управління комунікаційними процесами, оскільки дозволяють автоматизувати процеси збору, обробки та передачі інформації між різними елементами системи. Використання сучасних методів обробки даних, алгоритмів оптимізації та інтелектуальних інформаційних технологій сприяє підвищенню ефективності розподілу ресурсів, зменшенню затримок у передачі інформації та підвищенню надійності функціонування систем.
Важливим напрямом розвитку систем управління комунікаціями є застосування методів математичного моделювання та аналізу даних для прогнозування

навантажень на комунікаційну інфраструктуру та визначення оптимальних режимів її функціонування. Це дозволяє підвищити ефективність використання обчислювальних, інформаційних та мережевих ресурсів, а також забезпечити адаптацію системи до змін зовнішнього середовища та динаміки інформаційних потоків.

Впровадження сучасних інформаційних технологій оптимізації ресурсів у системах управління комунікаціями сприяє підвищенню ефективності функціонування інформаційних систем, забезпечує раціональне використання інфраструктурних ресурсів та створює передумови для подальшого розвитку інтелектуальних комп'ютерних систем управління.

УДК 004.75:004.62

Архітектурні можливості використання структурних підрозділів у багаторівневих системах опрацювання даних

доц. Голуб Г.М., аспірант Кубрак А.В.

Стрімкий розвиток інформаційних технологій супроводжується значним зростанням обсягів даних, ускладненням структури інформаційних потоків та підвищенням вимог до оперативності прийняття управлінських рішень. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває розроблення ефективних архітектур комп'ютерних систем, здатних забезпечувати надійне та швидке опрацювання інформації. Одним із перспективних напрямів побудови таких систем є використання багаторівневих архітектур опрацювання даних, які передбачають ієрархічну організацію обчислювальних процесів та функціональний розподіл задач між окремими структурними підрозділами системи

Багаторівнева архітектура передбачає розподіл процесів збору, передачі, зберігання та аналізу інформації між різними рівнями системи. На нижньому рівні здійснюється первинний збір і попередня обробка даних, середній рівень забезпечує їх агрегацію, фільтрацію та передавання, тоді як верхній рівень виконує аналітичну обробку, моделювання та підтримку прийняття управлінських рішень. Такий підхід дозволяє підвищити ефективність функціонування системи, зменшити навантаження на окремі обчислювальні вузли та забезпечити масштабованість інформаційної інфраструктури.

Використання структурних підрозділів у архітектурі багаторівневих систем сприяє оптимізації процесів опрацювання даних завдяки чіткому розподілу функціональних задач та координації інформаційних потоків між елементами системи. Це забезпечує підвищення надійності функціонування системи, зменшення затримок при передачі інформації та ефективніше використання обчислювальних і комунікаційних ресурсів.

Застосування багаторівневої архітектури з використанням структурних підрозділів створює передумови для підвищення ефективності функціонування сучасних інформаційних систем. Такий підхід дозволяє забезпечити гнучкість організації обробки даних, адаптацію до змінних умов функціонування та підвищити ефективність управління інформаційними потоками у складних комп'ютерних системах.

УДК 004.89:004.94:656

Інтелектуальне моделювання управління аварійними ситуаціями на транспортних мережах

доц. Гончарова Л.Л., аспірант Гринько М.О.

Функціонування сучасних транспортних мереж супроводжується значними інформаційними потоками, складною структурою взаємодії елементів інфраструктури та підвищеними вимогами до безпеки руху. У таких умовах важливим завданням є оперативне виявлення та ефективне управління аварійними ситуаціями, що можуть виникати внаслідок технічних відмов, перевантаження інфраструктури або впливу зовнішніх факторів. Традиційні методи аналізу даних не завжди дозволяють своєчасно реагувати на подібні події, що обумовлює необхідність застосування інтелектуальних методів обробки інформації.

Перспективним напрямом вирішення зазначеної проблеми є використання методів інтелектуального моделювання, які дозволяють аналізувати великі обсяги даних, отриманих з транспортних мереж, і виявляти потенційні аварійні ситуації на ранніх етапах їх виникнення. Застосування алгоритмів штучного інтелекту дає змогу здійснювати прогнозування розвитку небезпечних подій, оцінювати можливі наслідки та формувати рекомендації щодо оптимальних управлінських дій для мінімізації негативних ефектів.

У межах дослідження розглядаються підходи до побудови моделей інтелектуального аналізу даних транспортної інфраструктури, які можуть використовуватися для підтримки прийняття рішень у системах управління транспортними мережами. Запропонований підхід передбачає використання алгоритмів інтелектуального аналізу даних, що дозволяють підвищити оперативність реагування на аварійні ситуації та ефективність управління транспортними процесами.

Таким чином, застосування методів і моделей інтелектуального моделювання створює передумови для підвищення рівня безпеки функціонування транспортних мереж, зниження ризику виникнення аварійних ситуацій та підвищення ефективності управління транспортною інфраструктурою.

УДК 004.7:004.94:656.2

Комп'ютерні системи та мережеві технології моніторингу параметрів тягових електричних мереж

доц. Гончарова Л.Л., аспірант Рябчинський А.М.

Сучасні системи електропостачання залізничного транспорту характеризується значною складністю структури тягових електричних мереж, великою кількістю взаємопов'язаних об'єктів інфраструктури та високими вимогами до надійності їх роботи. У таких умовах важливим завданням є забезпечення оперативного контролю параметрів режимів роботи тягових електричних мереж, що дозволяє своєчасно виявляти відхилення від нормальних режимів функціонування та запобігати виникненню аварійних ситуацій.

Ефективним засобом вирішення зазначених задач є використання комп'ютерних систем та мережевих технологій моніторингу, які забезпечують

автоматизований збір, передачу, обробку та аналіз інформації про параметри функціонування енергетичних об'єктів. Використання розподілених комп'ютерних систем дозволяє організувати багаторівневу архітектуру обробки даних, у межах якої первинна інформація формується на рівні вимірювальних пристроїв, передається через мережеву інфраструктуру та обробляється у центральних інформаційних вузлах системи.

Застосування сучасних мережевих технологій створює можливості для інтеграції різнорідних джерел даних, підвищення оперативності передачі інформації та забезпечення масштабованості систем моніторингу. При цьому використання методів комп'ютерного моделювання та інтелектуального аналізу даних дозволяє здійснювати оцінювання режимів роботи тягових електричних мереж, прогнозувати можливі відхилення параметрів та формувати рекомендації щодо оптимізації режимів функціонування енергетичної інфраструктури.

Застосування комп'ютерних систем та мережевих технологій моніторингу параметрів тягових електричних мереж створює передумови для підвищення ефективності функціонування систем електропостачання залізничного транспорту, забезпечує оперативний контроль технічного стану об'єктів інфраструктури та сприяє підвищенню надійності енергозабезпечення транспортних систем.

УДК 004.94:621.316.542

Комп'ютерне моделювання технічного стану обладнання високострумових вимикачів

доц. Гончарова Л.Л., аспірант Троянівський В.І.

Надійність функціонування електроенергетичних систем значною мірою залежить від технічного стану комутаційного обладнання, зокрема високострумових вимикачів, які виконують важливу роль у забезпеченні захисту та керування режимами електричних мереж. Під час експлуатації вимикачі зазнають значних електродинамічних і теплових навантажень, що призводить до поступового зношування конструктивних елементів і підвищує ризик виникнення відмов. У зв'язку з цим актуальним є розроблення методів оцінювання технічного стану такого обладнання з використанням сучасних інформаційних технологій.

Одним із перспективних підходів до вирішення цієї задачі є застосування методів комп'ютерного моделювання, що дозволяють досліджувати процеси функціонування обладнання та визначати взаємозв'язок між параметрами роботи вимикачів і станом їх основних вузлів. Створення математичних моделей високострумових вимикачів дає змогу здійснювати аналіз режимів їх роботи, оцінювати вплив зовнішніх факторів та визначати ознаки можливих пошкоджень конструктивних елементів.

Використання комп'ютерного моделювання дозволяє проводити діагностування технічного стану обладнання на основі аналізу експлуатаційних параметрів, що надходять із систем моніторингу. Це створює можливість

виявлення передвідмовних станів, прогнозування розвитку дефектів та своєчасного проведення технічного обслуговування обладнання.
Застосування комп'ютерних моделей для оцінювання технічного стану високострумових вимикачів сприяє підвищенню надійності функціонування електричних мереж, зменшенню ризику аварійних ситуацій та підвищенню ефективності експлуатації енергетичного обладнання.

УДК 004.75:656.2

Методи ідентифікації режимів електричних мереж залізниць у розподілених комп'ютерних системах

доц. Гончарова Л.Л., аспірант Корчовий В.А.

Електричні мережі залізничного транспорту є складними технічними системами, функціонування яких характеризується значною кількістю взаємопов'язаних елементів та змінними режимами роботи. Надійність електропостачання транспортної інфраструктури значною мірою залежить від своєчасного контролю параметрів режимів роботи електричних мереж та оперативного виявлення відхилень від нормальних умов функціонування. У зв'язку з цим актуальним завданням є розробка ефективних методів ідентифікації режимів роботи електричних мереж на основі сучасних інформаційних технологій.
Перспективним підходом до вирішення зазначеної задачі є використання розподілених комп'ютерних систем, що забезпечують автоматизований збір, передачу та обробку інформації про параметри функціонування енергетичної інфраструктури. Така архітектура дозволяє організувати багаторівневу обробку даних, у межах якої первинна інформація формується на рівні вимірювальних пристроїв, передається через мережеву інфраструктуру та аналізується у центральних вузлах обчислювальної системи.
Методи ідентифікації режимів електричних мереж ґрунтуються на аналізі параметрів електричних процесів, що характеризують стан об'єктів енергетичної інфраструктури. Використання сучасних методів обробки даних і інтелектуальних алгоритмів дозволяє визначати поточні режими функціонування мережі, виявляти аномальні стани та прогнозувати можливі відхилення параметрів роботи.

УДК 004.738.5:004.62

Хмарні технології для аналізу великих даних

ст. викл. Воронко І.О., аспірант Бачинський В.М.

Зростання обсягів цифрової інформації у сучасних інформаційних системах призводить до формування значних масивів даних, обробка яких потребує використання високопродуктивних обчислювальних ресурсів та ефективних методів аналізу. Великі дані характеризуються значним обсягом, різноманітністю форматів та високою швидкістю надходження інформації, що створює нові вимоги до організації процесів їх зберігання та обробки.
Одним із перспективних підходів до вирішення цієї задачі є використання хмарних технологій, які забезпечують масштабованість обчислювальних

ресурсів, гнучкість керування інфраструктурою та можливість обробки великих обсягів інформації у розподіленому середовищі. Хмарні платформи дозволяють інтегрувати різноманітні інструменти для збору, зберігання та аналізу даних, що значно підвищує ефективність роботи інформаційних систем.
Використання хмарних обчислювальних середовищ створює можливості для застосування сучасних методів аналізу великих даних, зокрема алгоритмів машинного навчання та інтелектуального аналізу даних. Це дозволяє виявляти приховані закономірності у великих масивах інформації, здійснювати прогнозування та підтримувати процес прийняття управлінських рішень.

УДК 004.89:004.942

Інтелектуальні методи підтримки автономних рішень у складних динамічних системах

ст. викл. Воронко І.О., аспірант Зикєєв Д.П.

Складні динамічні системи характеризуються значною кількістю взаємопов'язаних елементів, наявністю нелінійних залежностей та впливом різноманітних зовнішніх факторів, що ускладнює процес прийняття управлінських рішень. У таких умовах ефективне функціонування систем управління потребує використання сучасних інформаційних технологій, здатних забезпечувати оперативний аналіз даних та формування обґрунтованих рішень у режимі реального часу.
Перспективним напрямом підвищення ефективності управління складними динамічними системами є застосування інтелектуальних методів підтримки прийняття рішень. Використання алгоритмів машинного навчання, методів інтелектуального аналізу даних та адаптивних моделей дозволяє враховувати невизначеність середовища функціонування системи та підвищувати точність прогнозування її станів. Такі підходи створюють можливості для автоматизованого формування рекомендацій щодо оптимальних управлінських дій.
Інтелектуальні методи підтримки автономних рішень базуються на використанні моделей аналізу та обробки великих масивів даних, що дозволяє визначати закономірності функціонування системи та оцінювати можливі сценарії її розвитку. Це сприяє підвищенню ефективності управління, зменшенню впливу людського фактору та підвищенню надійності функціонування складних технічних систем.

УДК 004.056:004.75:004.8

Інтелектуальні методи захисту даних у розподілених системах на основі блокчейну

ст. викл. Воронко І.О., аспірант Максименко М.С.

Розвиток розподілених комп'ютерних систем супроводжується значним зростанням обсягів даних та ускладненням процесів їх обробки і передачі. У таких системах особливо актуальними є питання забезпечення інформаційної безпеки, збереження конфіденційності даних та захисту від несанкціонованого доступу. Традиційні методи захисту інформації не завжди забезпечують

необхідний рівень безпеки в умовах розподіленої архітектури, що обумовлює необхідність застосування нових технологічних підходів.
Одним із перспективних напрямів підвищення рівня захищеності інформації є використання блокчейн-технологій, які забезпечують децентралізоване зберігання даних, незмінність записів та прозорість процесів обробки інформації. Використання блокчейну дозволяє формувати захищене середовище для зберігання і передачі даних, зменшуючи ризик їх несанкціонованої модифікації або втрати.
Важливим напрямом розвитку систем інформаційної безпеки є інтеграція інтелектуальних методів аналізу даних у механізми захисту інформації. Використання алгоритмів машинного навчання та інтелектуального аналізу даних дозволяє здійснювати виявлення аномальних дій у мережі, прогнозувати потенційні загрози та підвищувати ефективність механізмів кіберзахисту. Поєднання блокчейн-технологій з інтелектуальними методами обробки даних створює нові можливості для побудови безпечних розподілених інформаційних систем.

УДК 004.5:004.41

Архітектурні підходи до побудови інформаційно-керуючих систем

доц. Голуб Г.М., студент Квач Р.Ю.

Інформаційно-керуючі системи є важливою складовою сучасних автоматизованих систем управління, що забезпечують збір, обробку та передачу інформації про стан технічних об’єктів і процесів. Вони широко застосовуються у промисловості, транспорті, енергетиці та інших галузях, де необхідне оперативне управління складними технологічними процесами. У зв’язку зі зростанням складності об’єктів управління та обсягів інформації особливого значення набуває вибір ефективних архітектурних підходів до побудови таких систем.
Архітектура інформаційно-керуючих систем визначає структуру їх компонентів, принципи взаємодії між програмними та апаратними модулями, а також організацію процесів обробки інформації. Серед сучасних підходів до побудови таких систем поширення набули багаторівневі та розподілені архітектури, що забезпечують підвищення масштабованості, надійності та гнучкості функціонування систем управління. У таких архітектурах функції збору даних, їх обробки та формування керуючих впливів розподіляються між окремими рівнями системи.
Важливим аспектом проєктування інформаційно-керуючих систем є використання методів моделювання та формалізації процесів функціонування системи. Це дозволяє визначити основні інформаційні потоки, оптимізувати структуру системи та забезпечити ефективну взаємодію її компонентів. Використання сучасних програмних платформ та інструментів проєктування сприяє підвищенню якості розробки та спрощує процес інтеграції нових функціональних модулів.

УДК 625. 1:006.063

Аналіз інформаційних систем залізничного транспорту

проф. Кульбовський І.І., доц. Ткаченко В.А.

Формування та розвиток інформаційних систем залізничного транспорту зумовлені масштабністю діяльності галузі, складністю організаційної структури та процесами реформування. Для підвищення ефективності управління необхідно створити цілісну корпоративну інформаційну систему, яка забезпечує раціональну організацію інформаційних потоків і підтримує прийняття управлінських рішень на всіх рівнях.

Інформаційна система залізничного транспорту повинна охоплювати всі бізнес-процеси, інтегрувати виробничу, адміністративну та фінансову діяльність і функціонувати на основі сучасних інформаційно-телекомунікаційних технологій. Особливістю галузі є поєднання централізованого управління з діяльністю регіональних і функціональних підрозділів, що потребує багаторівневої побудови системи.)

Доцільно виділяти три рівні формування інформаційної системи: корпоративний (стратегічне управління), регіонально-галузевий (реалізація конкурентних стратегій і стратегічний контроль) та функціональний (оперативне управління підрозділами). Такий підхід дозволяє врахувати специфіку діяльності стратегічних одиниць бізнесу та забезпечити ефективну взаємодію між ними.

УДК 004.9:528.9

Сучасні тенденції розвитку геоінформаційних систем та їх застосування в інформаційно-аналітичних система

доц. Голуб Г.М., студент Козік І.П.

Геоінформаційні системи (ГІС) є важливим інструментом сучасних інформаційних технологій, що забезпечує збір, зберігання, обробку та аналіз просторових даних. Застосування ГІС дозволяє ефективно працювати з великими обсягами геопросторової інформації та здійснювати комплексний аналіз процесів, пов’язаних із територіальним розташуванням об’єктів. У зв’язку зі зростанням ролі просторових даних у різних сферах діяльності особливого значення набуває розвиток геоінформаційних систем та розширення можливостей їх використання в інформаційно-аналітичних системах.

Сучасні тенденції розвитку ГІС пов’язані з інтеграцією геоінформаційних технологій із хмарними обчисленнями, системами обробки великих даних та методами штучного інтелекту. Це дозволяє значно розширити функціональні можливості геоінформаційних систем, підвищити швидкість обробки даних та забезпечити можливість аналізу великих масивів геопросторової інформації. Важливим напрямом розвитку є також використання веб-ГІС, що забезпечують доступ до просторових даних через мережу Інтернет та сприяють інтеграції різноманітних джерел інформації.

Застосування геоінформаційних систем у інформаційно-аналітичних системах дозволяє здійснювати просторовий аналіз даних, моделювати розвиток

процесів та підтримувати прийняття управлінських рішень. Використання ГІС є ефективним у таких сферах, як транспорт, екологія, містобудування, управління природними ресурсами та інфраструктурними системами.

УДК 004.7:656.2

Розвиток технологій безпровідного зв'язку в системах управління рухом поїздів

проф. Мельниченко О.І., аспірант Ткачук М.С.

Сучасні системи управління рухом поїздів характеризуються високими вимогами до оперативності обміну інформацією, надійності передавання даних та безперервності зв'язку між елементами транспортної інфраструктури. Ефективне функціонування таких систем значною мірою залежить від застосування сучасних телекомунікаційних технологій, які забезпечують своєчасний обмін інформацією між рухомим складом, диспетчерськими центрами та об'єктами залізничної інфраструктури. У зв'язку з цим особливого значення набуває розвиток технологій безпровідного зв'язку.

Використання безпровідних технологій дозволяє підвищити ефективність функціонування систем управління рухом поїздів завдяки забезпеченню швидкого та надійного передавання даних у реальному часі. Сучасні системи зв'язку, зокрема цифрові радіомережі, мобільні стандарти зв'язку та спеціалізовані транспортні комунікаційні технології, створюють можливості для інтеграції різних інформаційних систем залізничного транспорту та підвищення рівня автоматизації процесів управління рухом.

Важливим напрямом розвитку безпровідного зв'язку є інтеграція телекомунікаційних технологій із сучасними інформаційно-керуючими системами. Це дозволяє реалізувати ефективні механізми передачі даних про стан інфраструктури, параметри руху поїздів та технічний стан обладнання, що сприяє підвищенню рівня безпеки руху та оптимізації управління транспортними процесами.

УДК 656.2:681.5

Сучасні тенденції розвитку автоматизованих систем управління на залізничному транспорті

доц. Голуб Г.М., студент Старицький Р.А.

Залізничний транспорт є складною технічною системою, ефективне функціонування якої значною мірою залежить від рівня автоматизації процесів управління та контролю. Зростання інтенсивності перевезень, підвищення вимог до безпеки руху та необхідність оптимізації використання інфраструктури обумовлюють потребу у впровадженні сучасних автоматизованих систем управління.

Автоматизовані системи управління на залізничному транспорті забезпечують збір, обробку та передачу інформації про стан об'єктів інфраструктури, рухомого складу та технологічних процесів. Використання сучасних інформаційних технологій дозволяє підвищити ефективність управління транспортними процесами, зменшити вплив людського фактору та забезпечити оперативне прийняття управлінських рішень.

Сучасні тенденції розвитку автоматизованих систем управління пов’язані з інтеграцією цифрових технологій, використанням комп’ютерно-інтегрованих систем, впровадженням інтелектуальних алгоритмів обробки даних та застосуванням мережевих технологій передачі інформації. Особливого значення набуває використання систем дистанційного моніторингу технічного стану обладнання, а також створення інтегрованих інформаційних платформ управління транспортною інфраструктурою.

УДК 656.2:004.9:681.5

Використання цифрових технологій у системах управління залізничним транспортом

доц. Голуб Г.М., студент Стельмах І.В.

Залізничний транспорт є важливою складовою транспортної інфраструктури, ефективність функціонування якої значною мірою залежить від рівня розвитку інформаційних технологій та автоматизації процесів управління. У сучасних умовах особливого значення набуває впровадження цифрових технологій, що дозволяють підвищити ефективність управління транспортними процесами, забезпечити безпеку руху поїздів та оптимізувати використання інфраструктури.

Цифрові технології забезпечують автоматизований збір, передачу та обробку інформації про стан об’єктів залізничної інфраструктури, параметри руху поїздів та роботу технічних систем. Використання сучасних інформаційних платформ, комп’ютерних систем управління та телекомунікаційних технологій створює можливості для інтеграції різних елементів транспортної інфраструктури в єдину інформаційно-керуючу систему.

Важливим напрямом розвитку цифрових технологій на залізничному транспорті є застосування систем дистанційного моніторингу технічного стану обладнання, використання інтелектуальних алгоритмів обробки даних та впровадження автоматизованих систем управління рухом поїздів. Це дозволяє підвищити ефективність управління транспортними процесами, зменшити вплив людського фактору та забезпечити оперативне прийняття управлінських рішень.

Використання цифрових технологій у системах управління залізничним транспортом є важливим фактором модернізації транспортної інфраструктури. Впровадження сучасних інформаційних рішень сприяє підвищенню ефективності функціонування залізничного транспорту, забезпечує підвищення рівня безпеки руху та створює передумови для розвитку інтелектуальних транспортних систем.

УДК 656.2:681.5:004.9

Автоматизовані системи контролю та діагностики обладнання залізничного транспорту

доц. Голуб Г.М., студент Маленюк Р.М.

Надійність функціонування залізничного транспорту значною мірою залежить від технічного стану інфраструктури та обладнання, що використовується для забезпечення перевізного процесу. У процесі експлуатації елементи залізничної

інфраструктури та технічні системи піддаються значним навантаженням, що може призводити до зношування обладнання та виникнення відмов. У зв'язку з цим важливим завданням є своєчасне виявлення несправностей та оцінювання технічного стану об'єктів транспортної інфраструктури.

Ефективним засобом вирішення зазначених задач є використання автоматизованих систем контролю та діагностики, які забезпечують безперервний моніторинг параметрів роботи обладнання та дозволяють оперативно виявляти відхилення від нормальних режимів функціонування. Такі системи базуються на використанні сучасних інформаційних технологій, засобів вимірювання та комп'ютерних систем обробки даних.

Використання автоматизованих систем контролю та діагностики дозволяє здійснювати аналіз технічного стану обладнання, прогнозувати можливі відмови та планувати технічне обслуговування з урахуванням фактичного стану об'єктів інфраструктури. Це сприяє підвищенню надійності функціонування транспортної системи, зменшенню витрат на ремонт та підвищенню безпеки руху поїздів.

УДК 656.2:681.5:004.9

Інтеграція автоматизованих систем управління в транспортній інфраструктурі

доц. Голуб Г.М., студенти Цибрій С.О., Бондаренко Д.В.

Сучасна транспортна інфраструктура характеризується високим рівнем складності та значною кількістю взаємопов'язаних технічних систем, що забезпечують організацію та безпеку транспортних процесів. У зв'язку зі зростанням обсягів перевезень та підвищенням вимог до ефективності управління транспортними системами особливого значення набуває інтеграція автоматизованих систем управління.

Автоматизовані системи управління забезпечують збір, обробку та передачу інформації про стан транспортної інфраструктури, рухомого складу та технологічних процесів. Інтеграція таких систем дозволяє об'єднати окремі інформаційні ресурси та технічні засоби в єдине інформаційно-керуюче середовище, що забезпечує підвищення ефективності управління транспортними процесами.

Використання сучасних інформаційних технологій та комп'ютерно-інтегрованих систем створює можливості для взаємодії різних підсистем транспортної інфраструктури, зокрема систем управління рухом поїздів, систем моніторингу технічного стану обладнання та інформаційних систем диспетчерського управління. Такий підхід дозволяє забезпечити оперативний обмін інформацією між елементами системи та підвищити ефективність прийняття управлінських рішень.

УДК 656.2:004.9:625.1

Роль інформаційних технологій у системах діагностики залізничної колії

доц. Голуб Г.М., студент Дагі І.Г.

Безпечна та ефективна експлуатація залізничного транспорту значною мірою залежить від технічного стану колійної інфраструктури. Під час експлуатації елементи залізничної колії зазнають значних динамічних навантажень, що може призводити до появи дефектів та зниження надійності функціонування колійного господарства. Тому одним із важливих завдань залізничної галузі є своєчасний контроль стану колії та виявлення можливих відхилень від нормативних параметрів.

Застосування інформаційних технологій у системах діагностики залізничної колії дозволяє автоматизувати процеси збору, обробки та аналізу інформації про технічний стан колійної інфраструктури. Використання сучасних вимірювальних засобів, програмних комплексів та комп'ютерних систем забезпечує отримання достовірних даних щодо параметрів колії, що дає можливість оперативно оцінювати її технічний стан.

Сучасні інформаційні системи діагностики дозволяють інтегрувати дані з різних джерел, здійснювати їх аналіз та формувати рекомендації щодо проведення технічного обслуговування або ремонту колійної інфраструктури. Це сприяє підвищенню ефективності управління процесами експлуатації колії та зменшенню ризику виникнення аварійних ситуацій.

Таким чином, використання інформаційних технологій у системах діагностики залізничної колії є важливим напрямом підвищення ефективності функціонування залізничного транспорту. Впровадження сучасних цифрових рішень забезпечує підвищення надійності контролю технічного стану інфраструктури та сприяє підвищенню рівня безпеки руху поїздів.

УДК 656.2:004.5

Аналіз операторських помилок у комп'ютерних системах управління рухом поїздів

доц. Голуб Г.М., аспірант Ткачук М.С.

Незважаючи на високий рівень автоматизації та впровадження мікропроцесорних систем управління рухом поїздів, оператор залишається невід'ємним елементом багаторівневої комп'ютерної системи. Його діяльність безпосередньо впливає на показники надійності, безпечності та ефективності функціонування інформаційно-керуючого комплексу.

У сучасних комп'ютеризованих системах залізничної автоматики людина виконує функції аналізу інформаційних потоків, інтерпретації діагностичних повідомлень та прийняття рішень у штатних і нештатних режимах. Таким чином, оператор є складовою людино-машинної системи, у межах якої відбувається взаємодія алгоритмічних процедур і когнітивних процесів.

Аналіз експлуатаційних даних свідчить, що операторські помилки залишаються вагомим джерелом ризику навіть у системах з високим рівнем алгоритмізації. Їх виникнення має комплексний характер і обумовлюється поєднанням організаційних та когнітивних чинників, серед яких істотну роль відіграють

перевтома, підвищене інформаційне навантаження, дефіцит часу на прийняття рішень, а також недостатня адаптація до нестандартних ситуацій. Додатковим фактором є латентність передумов помилок, що ускладнює їх своєчасне виявлення та формалізацію.

Передача значної частини функцій управління програмно-апаратним засобам не усуває вплив людського фактору, а трансформує його. Якщо у традиційних системах ризик пов'язувався з фізичними діями, то в комп'ютеризованих комплексах основні загрози мають інформаційний та когнітивний характер. Помилки виникають на етапах сприйняття, оброблення та інтерпретації даних, а також під час вибору альтернатив у процесі прийняття рішень.

За таких умов людський фактор доцільно розглядати як системну змінну багаторівневої комп'ютерної архітектури, що здатна як підвищувати адаптивність управління, так і генерувати додаткові ризики залежно від функціонального стану оператора та параметрів інформаційного середовища.

Функціональний стан оператора в багаторівневій комп'ютерній системі управління не є сталим у часі та змінюється протягом робочого циклу під впливом тривалості роботи, інтенсивності інформаційних потоків і складності керованих процесів. У межах людино-машинної взаємодії ці зміни проявляються у варіації швидкості оброблення даних, точності інтерпретації повідомлень та якості прийняття рішень.

Подяка. Ця робота виконана в рамках проекту «Методологічні засади підвищення ефективності та безперебійної роботи залізничного транспорту: людино-машинні системи в умовах воєнної економіки» (0126U002095), який виконується за кошти державного бюджету на замовлення Міністерства освіти і науки України.

УДК 655.42:656.257

Аналіз штатних експлуатаційних температурних режимів елементів залізничної автоматики

ст. викл. Панченко Є.В.

Надійність функціонування пристроїв залізничної автоматики значною мірою визначається технічним станом їх елементної бази та режимами роботи. Одним із важливих діагностичних параметрів є температурний режим елементів, що формується переважно внаслідок протікання робочих струмів та внутрішнього тепловиділення. У даному дослідженні зовнішній температурний вплив розглядається як другорядний фактор і не є визначальним, оскільки аналіз зосереджено на теплових режимах, що виникають безпосередньо під час штатної роботи обладнання.

Метою роботи є аналіз експлуатаційних температур елементів пристроїв залізничної автоматики та визначення характерних температурних діапазонів їх нормальної роботи під навантаженням. Основою дослідження є обстеження обладнання за допомогою тепловізійних засобів контролю, що дозволяє безконтактно оцінювати теплові поля елементів і виявляти локальні перегріви.

У роботі розглядаються типові вузли пристроїв залізничної автоматики: релейні елементи, контактні з'єднання, провідники, елементи кіл живлення, а також

електронні модулі сучасних систем керування. Проведений тепловізійний контроль дозволяє визначити температурні характеристики елементів під робочим струмовим навантаженням та встановити їх типові робочі температурні діапазони.
За результатами дослідження обґрунтовується необхідність формування регламенту контролю нормативних температурних діапазонів для основних елементів пристроїв залізничної автоматики. Регламентація допустимих температур під робочим навантаженням дозволить підвищити ефективність технічної діагностики за допомогою тепловізійних засобів, а також сприятиме своєчасному виявленню дефектів та підвищенню надійності функціонування систем залізничної автоматики.

УДК 621.313:656.2
Аналіз режимів послаблення збудження тягових електродвигунів електровозів змінного струму
аспірант Архипов О.В.
В сучасних умовах залізничний транспорт передбачає підвищення ефективності використання електричного рухомого складу та оптимізацію режимів роботи його енергетичного обладнання. Одним із важливих елементів системи тягового електроприводу електровозів змінного струму є тягові електродвигуни, від режимів роботи яких залежить реалізація необхідних тягових характеристик локомотива.
Для забезпечення широкого діапазону швидкостей руху поїздів у тягових електроприводах використовується режим послаблення збудження тягових електродвигунів. Застосування такого режиму дозволяє збільшити швидкість обертання електродвигуна без підвищення напруги живлення, що забезпечує можливість руху поїзда з підвищеними швидкостями. Разом з тим використання режимів послаблення збудження супроводжується зміною електромеханічних характеристик тягових електродвигунів, що впливає на їх енергетичні показники та умови експлуатації.
У зв’язку з цим актуальним є проведення аналізу режимів послаблення збудження тягових електродвигунів електровозів змінного струму з метою оцінювання їх впливу на тягові характеристики електровоза, енергетичну ефективність та надійність роботи електроприводу. Проведення такого аналізу дозволяє визначити оптимальні параметри функціонування системи послаблення збудження та підвищити ефективність використання електричної енергії в процесі експлуатації електровозів.

УДК 656.07:004.9:658.7
Цифрові технології у транспортно-логістичному забезпеченні холодних ланцюгів постачання
аспірант Миронюк І.І.
Забезпечення безперервності холодного ланцюга постачання є важливим фактором збереження якості та безпечності продукції, що потребує спеціальних температурних умов транспортування і зберігання. Особливо актуальним це

питання є для експорту продовольчої продукції, фармацевтичних препаратів та інших товарів, чутливих до змін температурного режиму. У зв'язку з цим значного значення набуває використання сучасних цифрових технологій у системах транспортно-логістичного забезпечення холодних ланцюгів постачання.

Цифрові технології дозволяють здійснювати автоматизований моніторинг параметрів транспортування продукції, зокрема температури, вологості та умов зберігання на всіх етапах логістичного процесу. Використання сенсорних систем, технологій Інтернету речей (IoT), систем супутникового позиціонування та інформаційно-аналітичних платформ забезпечує оперативне отримання та обробку даних про стан вантажу під час транспортування.

Важливим напрямом розвитку цифрових рішень у сфері холодної логістики є створення інтегрованих інформаційних систем управління логістичними процесами, що дозволяють об'єднати дані з різних джерел та забезпечити ефективне планування і контроль перевезень. Використання таких систем сприяє підвищенню прозорості логістичних операцій, зниженню ризику порушення температурного режиму та підвищенню ефективності транспортно-логістичних процесів.

Таким чином, впровадження цифрових технологій у транспортно-логістичні системи холодних ланцюгів постачання сприяє підвищенню ефективності управління логістичними процесами, забезпечує контроль якості продукції під час транспортування та створює передумови для розвитку сучасних логістичних систем.

УДК 656.07:004.9

Інформаційні технології моделювання мультимодальних вантажних перевезень

аспірант Столяренко Т.В.

Сучасний розвиток міжнародних транспортно-логістичних систем характеризується зростанням обсягів вантажоперевезень та ускладненням транспортних ланцюгів постачання. Одним із ефективних способів організації перевезень є використання мультимодальних транспортних систем, що передбачають комбінування різних видів транспорту в межах єдиного логістичного процесу. У таких умовах особливого значення набуває застосування інформаційних технологій для моделювання транспортно-логістичних процесів.

Інформаційні технології моделювання дозволяють здійснювати аналіз транспортних потоків, оцінювати ефективність різних варіантів організації перевезень та визначати оптимальні маршрути доставки вантажів. Використання комп'ютерних моделей дає можливість враховувати значну кількість факторів, зокрема час транспортування, вартість перевезення, пропускну спроможність транспортної інфраструктури та взаємодію між різними видами транспорту.

Застосування сучасних інформаційних систем та програмних комплексів моделювання сприяє підвищенню ефективності управління транспортно-

логістичними процесами, дозволяє оптимізувати використання транспортних ресурсів та забезпечити оперативне планування перевезень. Крім того, використання цифрових моделей дає можливість прогнозувати навантаження на транспортну інфраструктуру та оцінювати ефективність різних логістичних сценаріїв.

УДК 625.143:004.94

Моделювання напружено-деформованого стану елементів колії з композитною арматурою

аспірант Ярухін Ю.Ю.

Залізнична колія є складною інженерною конструкцією, елементи якої в процесі експлуатації піддаються значним статичним і динамічним навантаженням від рухомого складу. Підвищення вимог до надійності та довговічності колійної інфраструктури обумовлює необхідність застосування нових матеріалів і технологічних рішень у конструкціях елементів будови колії. Одним із перспективних напрямів є використання композитної арматури, що характеризується високою міцністю, корозійною стійкістю та малою питомою вагою.

Для оцінювання ефективності застосування композитної арматури в елементах колійних конструкцій важливим є дослідження їх напружено-деформованого стану під дією експлуатаційних навантажень. Використання методів комп'ютерного моделювання дозволяє виконувати аналіз розподілу напружень і деформацій у конструкціях, визначати критичні зони навантаження та оцінювати вплив різних параметрів на міцність і стійкість елементів колії.

Моделювання напружено-деформованого стану дає можливість дослідити особливості роботи конструкцій із композитною арматурою, врахувати характеристики матеріалу та умови взаємодії елементів колії з рухомим складом. Застосування сучасних програмних комплексів моделювання сприяє підвищенню точності інженерних розрахунків та дозволяє прогнозувати поведінку конструкцій у різних режимах експлуатації.

УДК 656.025:004.9

Розвиток інформаційної взаємодії в системах мультимодальних пасажирських перевезень

аспірант Шейко М.О.

Сучасний розвиток транспортних систем характеризується зростанням мобільності населення та необхідністю підвищення ефективності організації пасажирських перевезень. Одним із перспективних напрямів удосконалення транспортного обслуговування є розвиток мультимодальних пасажирських перевезень, які передбачають узгоджену взаємодію різних видів транспорту в межах єдиного транспортного процесу. У таких умовах важливим фактором ефективного функціонування транспортної системи є організація інформаційної взаємодії між її елементами.

Інформаційна взаємодія в системах мультимодальних перевезень забезпечує координацію роботи різних видів транспорту, обмін даними між

транспортними операторами, інформаційними системами та користувачами транспортних послуг. Використання сучасних інформаційних технологій дозволяє інтегрувати різні інформаційні ресурси, забезпечити оперативний обмін даними про розклади руху, наявність транспортних ресурсів та параметри перевезень.

Розвиток інформаційної взаємодії у системах мультимодальних пасажирських перевезень є важливим напрямом удосконалення сучасних транспортних систем. Використання сучасних інформаційних технологій дозволяє підвищити ефективність організації перевезень та забезпечити більш високий рівень транспортного обслуговування населення.

УДК. 625.1:0006.91

Актуальні проблеми метрології в проєктах залізничного транспорту

проф. Кульбовський І.І., студент Соболь Д.В.

Метрологічне забезпечення є однією з ключових складових реалізації сучасних проєктів у сфері залізничного транспорту. Точність і достовірність вимірювань безпосередньо впливають на безпеку руху поїздів, надійність роботи рухомого складу, ефективність енергоспоживання та якість технічного обслуговування. В умовах модернізації інфраструктури та впровадження новітніх технологій роль метрології суттєво зростає.

Однією з актуальних проблем є забезпечення єдності вимірювань у складних технічних системах локомотивів, вагонів, пристроїв сигналізації, централізації та блокування. Підвищені вимоги до точності контролю параметрів (тиску в гальмівних системах, температури вузлів, струму та напруги в тягових колах, швидкості руху) потребують удосконалення засобів вимірювальної техніки та регулярної повірки еталонного обладнання.

Важливим напрямом є розвиток інформаційно-вимірювальних систем і впровадження мікропроцесорних засобів керування, які забезпечують безперервний моніторинг технічного стану рухомого складу. Це зумовлює необхідність створення нового метрологічного забезпечення для автоматизованих систем діагностики та прогнозування відмов.

Актуальною проблемою залишається вдосконалення системи передачі розміру фізичних величин від державних еталонів до робочих засобів вимірювання на підприємствах залізничного транспорту, а також гармонізація нормативної бази відповідно до міжнародних стандартів. Важливим є впровадження сучасних методів кваліметрії для оцінювання якості ремонту та експлуатації техніки.

СЕКЦІЯ 12
СУДНОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА БЕЗПЕКА СУДНОПЛАВСТВА

Підсекція безпеки судноплавства

УДК 629.5:656.61:005.334:614.8

Ризик-профіль альтернативних суднових енергоносіїв у системі морської безпеки

доц. Нікітін П.В., доц. Коломієць О.М., ст. викл. Бойко С.О., студент Бутрим В.С.

Глобальна декарбонізація морського транспорту та впровадження стратегії скорочення викидів парникових газів, ухваленої International Maritime Organization, зумовлюють активний перехід судноплавної галузі до альтернативних енергоносіїв — аміаку (NH), водню (H) та літій-іонних акумуляторних систем (LIB). Досліджено фізико-хімічні властивості та аварійні характеристики трьох видів альтернативного суднового палива: аміаку (NH_3), водню (H_2) та літій-іонних акумуляторів (LIB). Проаналізовано статистику інцидентів класифікаційних товариств (DNV, Lloyd's Register) за 2020–2025 рр., вимоги чинних конвенцій IMO (SOLAS, IGC Code, IMDG Code), а також технічні характеристики систем детекції, пожежогасіння та захисту для кожного виду палива. Результати дослідження дозволили виокремити пріоритетні з точки зору екологічної безпеки характеристики суднових енергоносіїв. Аміак є найбільш токсичним із розглянутих видів палива — смертельна небезпека виникає вже при 300 ppm; займистість у діапазоні 15–28 % об'ємних та корозійна дія на мідні сплави суттєво обмежують застосування традиційних засобів пожежогасіння. Водень має найвищий вибухонебезпечний потенціал: діапазон займистості 4–75 % об'ємних, мінімальна енергія запалювання 0,017 мДж (у сотні разів нижче ніж у природного газу), схильність до детонації та водневого окрихчення конструкцій; кріогенне зберігання при –253 °C вимагає спеціальних матеріалів. Літій-іонні батареї схильні до теплового розгортання (thermal runaway) з виділенням токсичних газів (CO, HF, HCN); кількість зафіксованих інцидентів з LIB на суднах зростає щорічно з 2018 р.; водяне пожежогасіння зупиняє лише зовнішнє горіння, не припиняючи внутрішніх хімічних реакцій. Зазначено, що кожен носій енергії потребує принципово різного підходу до організації систем детекції, пожежогасіння та підготовки екіпажу, що унеможливлює застосування уніфікованих рішень.

УДК 656.61:327:614.8

Геополітичні ризики торгівельного судноплавства

проф. Тимощук О.М., проф. Кучерук Г.Ю., доц. Ганношина І.М.

Збройні конфлікти, гібридні загрози, атаки на цивільні судна та відновлення піратської активності істотно впливають на стабільність міжнародної торгівлі. Порушення безпеки на ключових морських маршрутах спричиняє перебудову логістичних ланцюгів, збільшення тривалості рейсів і суттєве зростання транспортних витрат. Досліджено геополітичні ризики для торговельного

судноплавства в зонах збройних конфліктів та активного піратства, що виникли або суттєво загострились після 2022 року. Об'єктами дослідження обрано три регіони: Чорне море (блокада українських портів, ракетні удари по цивільній портовій інфраструктурі, мінна небезпека), Червоне море та Аденська затока (атаки хуситів як регіональний дестабілізуючий ефект, пов'язаний із загальним зростанням геополітичної напруженості), Сомалійський басейн (відновлення піратської активності внаслідок переорієнтації міжнародних сил). Проаналізовано статистику інцидентів Міжнародного морського бюро (IMB), дані Морського координаційного центру України (МКЦУ), маршрутні альтернативи, страхові надбавки та міжнародно-правові механізми захисту суден за 2022–2024 рр. Аналіз показав, що російська агресія у 2022 р. призвела до повного блокування морського експорту України (втрати понад 10 млрд. дол. США) та засвідчила неефективність домовленостей без механізмів примусу. Попри функціонування гуманітарного коридору, мінна загроза в Чорному морі залишається високою. Дестабілізація регіону спричинила глобальні логістичні збої, зокрема перенаправлення суден і подовження маршрутів між Азією та Європою. Обґрунтовано, що оскільки чинна міжнародно-правова база (UNCLOS, SUA Convention) виявилась нездатною протидіяти збройній агресії держави-члена РБ ООН проти цивільного судноплавства, для України пріоритетною є розробка механізму міжнародної відповідальності держав-агресорів за навмисне мінування міжнародних морських шляхів та компенсації збитків постраждалим суднохідним компаніям. Обґрунтовано, що найефективнішими заходами захисту є виконання рекомендацій BMP5 (Best Management Practices), наявність команди приватної озброєної охорони (PCASP), використання систем дистанційного відключення двигуна та AIS-моніторингу. Зазначено необхідність наявності у системі міжнародно-правової бази (UNCLOS, SUA Convention) механізму оперативного реагування на гібридні загрози з боку державних акторів, що маскуються під недержавні формування.

UDC 656.61:005.334

Crisis Management and Decision-Making in BRM during Emergencies

Senior Lecturer Mariia Didenko, student Oleksandr Donukis

Effective crisis management within Bridge Resource Management (BRM) is a critical component of safe navigation, particularly during time-pressured emergencies. While maritime education provides cadets with structured decision-making models and procedural algorithms, actual shipboard experience demonstrates that emergency response is significantly influenced by human factors, leadership style, situational awareness, and vessel-specific operational characteristics. During student shipboard training on different vessel types, including bulk carriers and gas carriers, we observed how bridge team dynamics directly affect the quality of decision-making. On a gas carrier, operations involve heightened safety requirements due to the hazardous nature of cargo. In one situation during restricted visibility in a traffic separation scheme, the bridge team had to maintain continuous situational awareness while strictly adhering to safety procedures. The Officer of the Watch ensured closed-

loop communication, systematic radar cross-checking, and timely reporting to the Master. Clear task allocation and mutual supervision within the team helped prevent escalation of a potentially dangerous close-quarters situation. Conversely, on a bulk carrier navigating confined waters, crisis management required anticipatory decision-making due to limited manoeuvrability and longer stopping distance. Decisions had to be made proactively, taking into account hydrodynamic effects and reduced engine responsiveness. From a student's perspective, real-life emergencies confirm that non-technical skills – leadership, assertive communication, stress management, and shared situational awareness – are decisive factors in effective BRM implementation. Sea experience shows that crisis management is not only procedural compliance but coordinated team performance under operational pressure.

УДК 629.5.036:004.8

Управління судном в умовах кібератак на навігаційні системи: загрози та стійкі рішення

доц. Клочков Ю.П., ст. викл. Дембрович О.О., ст. викл. Аксьонов А.В., студент Рачков Д.С.

Висвітлено критичні аспекти впливу кіберзагроз на інтегровані навігаційні системи сучасного судна — ECDIS, AIS, GPS та інші компоненти навігаційних комплексів. Зазначено, що цифровізація морського транспорту підвищує ефективність навігації, але водночас створює вразливості, які можуть призвести до спотворення навігаційних даних, втрати позиціювання та зниження ситуаційної обізнаності екіпажу. Проаналізовано основні типи атак (підміна та глушіння GNSS-сигналів, маніпуляції AIS, втручання в локальну мережу, атаки на RADAR/ARPA) та їх наслідки — від дезорієнтації екіпажу до критичних аварійних ситуацій. Окрема увага приділяється алгоритму дій екіпажу під час кібератак, який включає своєчасне виявлення аномалій, перехід на резервні методи навігації (паперові карти, пеленги, інерціальні дані), ізоляцію уражених систем та контроль руху з урахуванням мінімізованих ризиків. Підкреслено роль професійної підготовки екіпажу для зменшення інформаційної невизначеності в кризових умовах. Запропоновано комплекс технічних і організаційних заходів для підвищення стійкості навігаційних систем: сегментація мереж, шифрування даних, багатофакторна автентифікація, системи виявлення аномалій, регулярне оновлення ПЗ, кібертренінги та аудит ризиків. Проаналізовано сучасні моделі стійкої навігації (PNT Resilience Framework, Assured/Resilient PNT Architecture, e-Navigation Framework, Cyber-Resilient Navigation Architecture), що інтегрують багатоджерельні підходи, адаптивне управління та стандартизовані протоколи. Отже, ефективне управління судном в умовах кібератак потребує поєднання технічних кіберзахисних рішень і високого рівня підготовки екіпажу, що забезпечує безпеку судноплавства навіть при втручанні в навігаційні процеси. Кіберзагрози є серйозним викликом для сучасного морського транспорту. Атаки на навігаційні системи можуть спричинити критичні ситуації, пов'язані з неправдивою або спотвореною інформацією, що безпосередньо впливає на процес управління судном. Забезпечення безпеки плавання вимагає не лише

технічного захисту електронних систем, а й підготовки екіпажу до дій в умовах інформаційної невизначеності. Запропонований підхід до реагування на кібератаки, а також моделювання стійкої навігації можуть бути основою для підвищення надійності судноводіння та вдосконалення систем морської кібербезпеки.

УДК 656.61.052:331.101.1

Комплексна інтеграція ергономічних принципів в управлінні морськими суднами

ст. викл. Василенко В.М., ст. викл. Дембрович О.О., ст. викл. Кукалець Л.М.

Проведено комплексний аналіз ергономічних факторів управління морськими суднами у складних навігаційних умовах та їх вплив на безпеку судноплавства. Обґрунтовано, що попри розвиток автоматизації, значна частина аварій пов’язана з людським фактором — втомою, стресом, інформаційним перевантаженням, помилками сприйняття та комунікації. Визначено основні складові ергономічного впливу: проєктування містка, організація вахтової служби, управління втомою, якість комунікації, рівень підготовки екіпажу та взаємодія з автоматизованими системами. Підкреслено, що ергономічне проектування містка відповідно до стандартів IMO та Конвенції STCW забезпечує зниження когнітивного навантаження, підвищує ситуаційну обізнаність і мінімізує ризик помилок. Особливу увагу приділено проблемі втоми екіпажу, циркадним порушенням та їх впливу на якість прийняття рішень. Розглянуто парадокс автоматизації: зростання надійності технічних систем може знижувати навички ручного управління та спричиняти «випадання з циклу». Систематизовано технічні, організаційні, екологічні та операційні фактори ризику: штормові умови, обмежена видимість, інтенсивний рух, плавання у вузькостях, комерційний тиск. Запропоновано методи мітигації ризиків: оптимізація робочого середовища, стандартизація комунікацій, впровадження принципів just culture, регулярні тренування сценаріїв відмов автоматики, адаптація графіків роботи до складних умов. Зроблено висновок, що інтеграція ергономічних принципів на всіх рівнях управління судном є необхідною передумовою підвищення безпеки мореплавства та стійкості морських операцій.

УДК 656.07:627.3

Сучасні підходи до управління портовою інфраструктурою

доц. Маранов О.В., аспіранти Носовський А.А., Євтушенко М.Ю.

Метою дослідження є формування чітких вимог до управління технологічними процесами портової інфраструктури. Актуальність дослідження зумовлена тим, що порти споживають значну кількість енергії та викидають великі об’єми парникових газів. З 2018 р. споживання енергії у морському судноплавстві та портах зросло на 10-15%, що робить удосконалення їхньої роботи критичним науковим завданням. Понад 80% світових товарів перевозиться морем, тому портові термінали є ключовими вузлами міжнародної торгівлі. Ефективність

цих вузлів безпосередньо залежить від технологічних процесів, оскільки затримки та неефективність мають каскадний вплив на весь ланцюг поставок, збільшуючи витрати та екологічне навантаження.
Для комплексної трансформації портової інфраструктури необхідна інтеграція п'яти ключових складових. По-перше, це енергоефективність, яка базується на надійності енергопостачання, стабільності мереж, контролі втрат та системах управління енергозбереженням. Електрифікація портів дозволяє підвищити автоматизацію, хоча й потребує модернізації електричних підстанцій для покриття зростаючого попиту. По-друге, екологічна ефективність передбачає боротьбу із забрудненням повітря та шумом, зокрема через заборону використання допоміжних двигунів суден під час швартування. По-третє, оптимізація операційних процедур у зонах складування та на причалах дозволяє суттєво економити енергію за рахунок двоциклових операцій та інтелектуального планування роботи кранів. Четвертою складовою є впровадження IT та автоматизації, де використання цифрових технологій та бездротові датчики, мінімізує експлуатаційні витрати та збої систем.
Дослідження підтверджує, що найбільший ефект дає не автономне застосування окремих технологій, а їхня синергетична взаємодія. Технологічна інтеграція електрифікації та відновлюваної енергії забезпечує мультиплікативні переваги, дозволяючи оптимізувати управління процесами портової інфраструктури. Впровадження автоматизованих процедур дозволяє скоротити час на операцію на 15-20% та знизити витрату енергії до 10%. Незважаючи на існуючу невідповідність між теоретичним потенціалом та фрагментарністю реальних впроваджень, доведено, що комплексне розгортання технологій у вказаних сферах є не тільки доцільним, але й економічно вигідним для розвитку сучасних портів.

УДК 656.61.052

Вплив метеорологічних умов плавання на якість радіолокаційного спостереження

ст. викл. Коломієць Д.П., ст. викл. Грошев О.В., студент Гуля Ю.В.

Радіолокаційне спостереження є одним із основних засобів забезпечення безпеки судноплавства, особливо в умовах обмеженої видимості, інтенсивного руху суден та складної гідрометеорологічної обстановки. Ефективність роботи суднових радіолокаційних станцій безпосередньо залежить від метеорологічних умов плавання, які впливають на процес поширення електромагнітних хвиль, рівень перешкод і достовірність відображення навігаційних об'єктів.
Принцип роботи радіолокаційної станції базується на випромінюванні імпульсних сигналів та прийманні відбитого від об'єктів відлуння. Визначення дальності та пеленга цілі здійснюється шляхом аналізу часу затримки сигналу та положення антени. Проте реальні атмосферні умови можуть суттєво змінювати характеристики поширення радіохвиль, що впливає на точність отриманої інформації. Атмосферні опади спричиняють поглинання та розсіювання радіохвиль, унаслідок чого зменшується дальність виявлення цілей і з'являються дощові перешкоди на індикаторі. За інтенсивних опадів

малорозмірні об’єкти можуть маскуватися фоновими завадами. Туман і підвищена вологість змінюють показник заломлення повітря, що впливає на траєкторію поширення радіосигналу. Особливе значення має явище атмосферної рефракції. За температурної інверсії виникає аномальна рефракція, яка може призводити до збільшення або зменшення радіогоризонту, появи хибних відміток або мертвих зон. Такі явища ускладнюють інтерпретацію радіолокаційної інформації та потребують високої професійної підготовки судноводія. Стан морської поверхні також впливає на якість радіолокаційного зображення. Хвилювання створює морські перешкоди, які знижують відношення сигнал/шум і ускладнюють виявлення малих цілей на малих дистанціях. Отже, метеорологічні умови плавання суттєво впливають на якість радіолокаційного спостереження, змінюючи дальність виявлення, точність визначення координат та рівень завад. Урахування цих факторів є необхідною умовою забезпечення безпеки мореплавства.

УДК 316.647.5:656.61

Толерантність і цифровізація: нові виклики у віртуальній комунікації багатонаціонального екіпажу

ст. викл. Кукалець Л.М., студент Дев’яткін В.В.

Цифровізація морської галузі суттєво змінила характер професійної та міжособистісної взаємодії в екіпажі. Сучасні судна оснащені електронними системами обміну даними та супутниковим зв’язком, що забезпечує постійний онлайн-контакт із судновласниками, менеджментом і родинами моряків. Поряд із цим активне використання соціальних мереж і месенджерів формує новий вимір комунікативної культури, який потребує етичного регулювання. У багатонаціональних екіпажах віртуальна комунікація стає продовженням професійної взаємодії на борту, однак цифрове середовище може загострювати культурні, релігійні та мовні відмінності. Некоректні висловлювання, стереотипні жарти або ігнорування повідомлень окремих членів екіпажу здатні спричинити конфлікти, знизити рівень довіри та негативно вплинути на психологічний клімат. Особливу небезпеку становлять приховані форми онлайн-дискримінації — створення закритих груп за національною ознакою, поширення упередженого контенту, мовна ізоляція. У кризових ситуаціях це може ускладнювати оперативний обмін інформацією та знижувати ефективність командної роботи. Принципи недискримінації та поваги до гідності моряків закріплені в стандартах Міжнародної морської організації та положеннях Міжнародної конвенції про працю моряків, однак цифрова етика потребує додаткового нормативного й освітнього забезпечення. Формування цифрової толерантності, розвиток міжкультурної компетентності та відповідальної онлайн-поведінки мають стати складовою професійної підготовки моряків. Отже, інтеграція норм цифрової етики в систему управління безпекою є важливою умовою підтримання командної згуртованості, психологічної безпеки та стійкості морських операцій у сучасному глобалізованому середовищі.

УДК 519.87:531.11

Математичне доведення відсутності ризику зіткнення з об'єктом, що віддаляється

ст. викл. Коломієць Д.П., ст. викл. Кущ О.В., студенти Рекуненко Т.М., Гаркуша А.Р.

У цій науковій доповіді представлено строге математичне доведення відсутності ризику зіткнення суден у морській навігації за умови фіксації віддалення судна-цілі в поточний момент, що має критичне значення для вдосконалення алгоритмів запобігання зіткненням. В основу дослідження покладено класичну кінематичну модель зближення двох об'єктів — власного судна та судна-цілі, що рухаються з постійними векторами швидкості на двовимірній інерціальній площині. Для спрощення аналізу застосовано принцип відносного руху: власне судно розглядається як нерухома точка відліку, що дозволяє оперувати лише векторами відносного положення та швидкості. За умови сталих швидкостей квадрат відстані змінюється в часі за законом параболи з гілками, спрямованими вгору, оскільки коефіцієнт при квадраті часу є додатним (і строго додатним, якщо судна рухаються з різними швидкостями). Це гарантує наявність єдиного глобального мінімуму функції, що відповідає традиційним метрикам безпеки: дистанції найкоротшого зближення (CPA) та часу до нього (TCPA). Центральним результатом є формалізація поняття «судна, що віддаляється», яке математично описується додатною похідною функції відстані в початковий момент. Ця умова призводить до від'ємного значення часу найкоротшого зближення (TCPA < 0), що є ключовим етапом доведення. Від'ємне TCPA свідчить, що точка мінімуму на параболічній кривій вже пройдена. Відповідно, для будь-якого майбутнього моменту функція дистанції перебуватиме виключно на монотонно висхідній гілці параболи. Додатково в роботі верифіковано кінематичні граничні випадки, зокрема перпендикулярність векторів відносного положення і швидкості, за якої судна знаходяться в точці CPA прямо зараз (TCPA = 0), та випадок нульової відносної швидкості, які повністю підтверджують універсальність розробленої моделі. Отже, доведено: якщо зіткнення наразі відсутнє, а ціль віддаляється, відстань зростатиме нескінченно довго, унеможливлюючи перетин координат. Запропонований апарат перетворює ресурсомістке прогнозування траєкторій на миттєву статичну перевірку однієї умови, відкриваючи перспективи для оптимізації засобів радіолокаційної прокладки (ЗАРП) та систем автономного судноводіння.

УДК 629.5.015.4:004.032.26

Концептуальний підхід щодо вирішення завдання стабілізації судна на траєкторії на основі використання нейронних мереж

доц. Зазірний А.А., ст. викл. Грошев О.В., ст. викл. Вечурко О.М.

Автоматизація процесів керування судном є пріоритетним напрямком розвитку сучасної морської галузі. Забезпечення точного утримання судна на заданій траєкторії безпосередньо впливає на безпеку мореплавства та економічну ефективність рейсів. Традиційні системи керування стикаються із труднощами

при роботі в умовах інтенсивних зовнішніх збурень, що вимагає впровадження інтелектуальних методів прогнозування руху. Традиційні підходи до автоматичної стабілізації базуються на диференціальних рівняннях, які часто мають обмежені апроксимуючі властивості та не завжди здатні оперативно врахувати динамічну зміну зовнішніх чинників (вітер, хвилювання, течія). Використання нейронних мереж (НМ) відкриває можливості для створення адаптивних систем, здатних до навчання в режимі реального часу. Метою дослідження є побудова концептуальної прогнозуючої моделі для алгоритму адаптивної стабілізації судна на заданій траєкторії на основі сімейства нейронних мереж. Запропонована модель реалізована в середовищі MATLAB як єдина багатошарова НМ, що складається з трьох спеціалізованих функціональних блоків: «Dynamics» — моделює фізичну динаміку судна, враховуючи сили інерції, роботу рушіїв та зовнішні сили; «Cinematika» — прогнозує зміну координат судна на основі поточного курсу та швидкості; «Fault» — апроксимує величину майбутнього відхилення від траєкторії (помилку стабілізації). Модель інтегрує фізичні рівняння руху та враховує вплив вітру, хвилювання та течії. Для навчання мережі обґрунтовано комбінований підхід: попереднє (пакетне) навчання на основі імітаційних моделей та послідовне (адаптивне) налаштування коефіцієнтів безпосередньо під час експлуатації судна. Це забезпечує швидкий пошук оптимального вектора кутів перекладки керма на горизонті керування. Запропонований нейромережевий підхід дозволяє підвищити точність стабілізації судна за рахунок високої швидкості обчислень та адаптивності моделі. Подальше вдосконалення передбачає врахування елементів течії безпосередньо на вході моделі для спрощення її архітектури.

УДК 656.61.08:621.396.932

Порівняльний аналіз вимог міжнародних технічних стандартів 2020 та 2024 років щодо системи суднового радіозв'язку в аварійних ситуаціях

ст. викл. Коломієць Д.П., асист. Холоденко Т.В., студент Донукіс О.С.

GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System) головна компонента морських технологій, що пов'язані з організацією процедур надання допомоги морським суднам, які знаходяться в аварійних обставинах. Технічні вимоги, щодо структури, функціональності, складу окремих компонентів прописані в МК СОЛАС 74 (глава IV). В останні роки технічні вимоги щодо системи суднового радіозв'язку зазнали суттєвих змін. У цьому матеріалі наведено порівняльний аналіз принципових змін в GMDSS згідно МК СОЛАС 74 2024 року видання. Основні зміни: видалено обов'язкові NAVTEX-приймачі, EGC-приймачі (SafetyNET/Inmarsat-C) у старому вигляді — тепер обладнання обирається залежно від району плавання та доступних провайдерів RMSS (Recognized Mobile Satellite Service); скасовано обов'язкове використання NBDP (вузько смуговий прямий друк) на HF для сигналів лиха в районах А3 та А4 (залишається тільки голос + DSC); MF/HF більше не є основним засобом у районі А3 (тільки в А4); в А3 основне — RMSS; визначення району А3 тепер прив'язане до покриття RMSS з безперервним сповіщенням (SES на борту

визначає зону); перенесено з глави III до глави IV: портативні двосторонні VHF-радіостанції та SART (пошукові радари); заборонено заміну супутникового EPIRB на VHF-EPIRB у районі A1; оновлено performance standards для обладнання (MSC.510–517(105)). Перехідний період: старе обладнання можна встановлювати до 2028 року за дефіциту нового. Таким чином, можна говорити про процес повного змістовного перезавантаження глави IV МК СОЛАС 74 під новітні супутникові технології, які більш якісно оптимізують процес надання допомоги та розповсюдження інформації з навігаційної безпеки на світовому рівні.

Підсекція суднові енергетичні установки, експлуатація та ремонт суден

УДК 628.5:546.47

Сучасні підходи до зниження викидів оксидів азоту у суднових енергетичних установках

проф. Тимощук О.М., доц. Левченко О.В.

У роботі проведено комплексний аналіз механізмів утворення оксидів азоту *(NOx)* у суднових дизелях та обґрунтовано вибір технологій для дотримання лімітів Додатку VI Конвенції MARPOL 73/78. Визначено, що термічне утворення *NOx* домінує при температурах понад 1200°C, що зумовлює необхідність впровадження методів зниження пікових температур у камері згоряння.

Доведено, що модернізація паливної апаратури шляхом переходу на дробове впорскування (поділ на попередню, основну та кінцеву фази) дозволяє керувати динамікою тепловиділення, знижуючи викиди (NO_x) до 40 % при збереженні стабільної потужності. Встановлено високу ефективність водяних технологій: використання водопаливної емульсії та впорскування води безпосередньо в циліндр дозволяє знизити емісію на 20-45 % за рахунок високої теплоємності водяної пари, що одночасно зменшує питому витрату палива.

Обґрунтовано, що для досягнення нормативів Tier III (зниження викидів на 80% відносно Tier I) у зонах особливого контролю (NECA) обов'язковим є застосування систем рециркуляції відпрацьованих газів (EGR) зі ступенем рециркуляції до 10% або технології селективного каталітичного відновлення (SCR). Останній метод визначено як найбільш перспективний, оскільки використання аміачного відновника та оксидних титано-ванадієвих каталізаторів забезпечує конверсію (NO_x) до нешкідливого азоту з ефективністю до 95 %. Сформовано рекомендації щодо комбінування внутрішньоциліндрових та післямоторних методів очищення для забезпечення екологічної безпеки морського транспорту в умовах посилення міжнародних стандартів.

УДК 628.5:546.47

Зниження екологічного навантаження суднових енергетичних установок:контроль викидів SO_x

проф. Тимощук О.М., доц. Левченко О.В.

Актуальність проблеми забруднення атмосферного повітря судновими енергетичними установками зумовлена високим вмістом сірки у традиційних морських паливах та утворенням оксидів сірки (SO_X), які сприяють кислотним дощам і погіршенню екологічного стану прибережних районів. Посилення міжнародних екологічних вимог, зокрема стандарту IMO 2020 та запровадження зон контролю викидів SOX (SECA), ставить завдання зменшення шкідливих викидів без радикальної зміни суднових двигунів. На практиці на більшості транспортних суден застосовується важке високосірчисте паливо через його низьку вартість, тоді як альтернативні низькосірчисті палива та газові енергоносії потребують значних фінансових витрат, модернізації силових установок та розвитку берегової інфраструктури.

Проаналізовано сучасні технічні та технологічні методи зниження викидів SO_X, серед яких особливу увагу приділено системам очищення випускних газів – скруберам. Використання скруберів дозволяє зменшити концентрацію оксидів сірки у вихлопних газах до рівня, еквівалентного спалюванню малосірчистого палива (≤0,1% сірки), що забезпечує відповідність вимогам Додатку VI Конвенції MARPOL 73/78 без потреби

повної заміни виду палива. Розглянуто також перспективу переведення двигунів на газові палива, які повністю виключають утворення SO_X, та застосування малосірчистих мазутів і спеціальних паливних сумішей, що дозволяють скоротити шкідливі викиди при збереженні експлуатаційної ефективності.

Проаналізовано міжнародну нормативну базу, що регламентує допустимий вміст сірки в судновому паливі та контроль викидів у глобальних і регіональних масштабах. Так, Додаток VI MARPOL встановлює поступове зниження вмісту сірки в суднових паливах і введення SECA для прибережних районів, де допустимий вміст сірки не перевищує 0,1%. Виконання цих норм забезпечується через комбіноване застосування чистіших палив та скруберів, що дозволяє суттєво зменшити забруднення повітря і дотриматися вимог міжнародного сертифікування.

Комплексне використання сучасних технологій очищення випускних газів, застосування малосірчистих палив та перспективних енергетичних рішень є ефективним шляхом зниження шкідливих викидів SO_X, забезпечення відповідності вимогам IMO та підвищення екологічної безпеки морського транспорту. Отримані результати можуть бути використані для модернізації існуючих суднових енергетичних установок та проектування нових суден з оптимальними екологічними показниками.

УДК 629.12

Аналіз умов безпечного бункерування вантажних суден зрідженим природним газом

доц. Мельник О.В., аспірант Лютий С.В., студент Малишко Ю.В.

Зріджений природний газ (LNG) розглядається як один із найбільш перспективних альтернативних видів суднового палива у зв'язку з посиленням екологічних вимог International Maritime Organization відповідно до MARPOL Annex VI. Використання LNG практично виключає викиди SO_x, зменшує викиди NO_x та CO_2 і дозволяє судам відповідати вимогам зон контролю викидів (ECA). Перехід вантажних суден на зріджений природний газ (ЗПГ) супроводжується підвищеними вимогами до безпеки, особливо під час виконання бункерувальних операцій. Основні способи бункерування ЗПГ: «Ship-to-Ship» (судно–судно); «Truck-to-Ship» (автоцистерна–судно); «Terminal-to-Ship» (з берегового термінала). Варіант бункерування (судно–судно) набуває широкого поширення завдяки зростанню кількості таких суден у портах. До основних технічних вимог до суден-бункерувальників належать: ефективна система транспортування кріогенної рідини з урахуванням різного розташування паливних цистерн, висока маневреність, можливість завантаження з різних LNG-терміналів, наявність системи регазифікації парової фази та забезпечення подачі азоту й відбору парів через зворотну лінію. Незалежно від способу постачання процес бункерування умовно поділяється на три етапи: підготовчий, безпосереднє бункерування та завершальний. Виконання операції за схемою «судно-судно» поза межами портових територій дозволяє зменшити потенційні наслідки можливих аварійних ситуацій.Разом із екологічними перевагами використання ЗПГ пов'язане з низкою специфічних ризиків, обумовлених його фізико-хімічними властивостями. До основних небезпек належать витоки та розливи, кріогенний вплив (температура близько –162 °C), пожежо- та вибухонебезпечність, швидкий фазовий перехід, розшарування палива, а також засмічення бункерувальних трубопроводів і з'єднань.

Судновласники, оператори суден зацікавлені у переході на використання ЗПГ, як через екологічні, так і через економічні чинники. Додатковий перехід на використання ЗПГ, покладає додаткове навантаження на навчальні центри підготовки екіпажів. Персонал повинен пройти спеціальну підготовку згідно з вимогами Кодексу IGF (International Code of Safety for Ships Using Gases or Other Low-flashpoint Fuels). Забезпечення безпечного бункерування можливе лише за умови комплексного підходу, що включає технічну надійність систем, нормативне регулювання та належну підготовку персоналу. Реалізація цих заходів дозволяє мінімізувати ризики та забезпечити ефективне й екологічно безпечне використання ЗПГ у судновій енергетиці. Отже, використання ЗПГ пов'язано із підвищеною небезпекою, обумовленою фізичними властивостями цього палива, що обов'язково слід враховувати при проектуванні та експлуатації суден.

УДК 621.431.74

Вплив наддуву на підвищення потужності суднового дизеля

доц. Мельник О.В., студент Гуменний І.С.

Вплив наддуву на підвищення потужності суднового дизельного двигуна полягає в оптимізації процесу подачі повітря в циліндри, що дозволяє забезпечити більш повне згоряння палива і, відповідно, отримати більшу кількість енергії. Підвищення потужності двигуна за допомогою подачі в робочий циліндр повітря під тиском вище атмосферного для збільшення циклової подачі палива досягається застосуванням наддуву. У порівнянні з середнім ефективним тиском P_e у дизелів без наддува, його значення при наддуві підвищуються у чотиритактних двигунів у 2-4 рази, у двотактних - в 1,5-2,7 рази. Різні типи наддуву дозволяють досягти кращої ефективності та збільшити потужність двигуна.

Газотурбінний наддув передбачає застосування турбокомпресора, що працює від енергії випускних газів, дозволяє забезпечити стабільну подачу повітря в циліндри навіть при великих навантаженнях, що збільшує потужність і економічність роботи двигуна.

Імпульсний наддув здійснюється завдяки використанню високочастотних імпульсів, що передаються від випускних газів до турбокомпресора.

Двоступеневий наддув здійснюється при застосуванні двох компресорів та дозволяє поступово підвищувати тиск повітря, що надходить у циліндри, забезпечуючи кращу компресію і дозволяючи ефективно спалювати більшу кількість палива, що в свою чергу збільшує потужність двигуна.

Найбільш ефективним способом турбонаддуву є застосування турбокомпаундних систем (ТКС), які дозволяють здійснити поділ потоку відпрацьованих газів між газотурбонагнітачем та силовою турбіною, що дозволяє отримати додаткову енергію, що не тільки підвищує потужність, але й підвищує ефективність роботи двигуна. Турбокомпаундна система об'єднує в собі два основних компоненти: 1) газотурбінний наддув (використовується традиційний турбокомпресор, який отримує енергію від відпрацьованих газів двигуна і збільшує подачу повітря до циліндрів, підвищуючи ефективність згоряння палива), 2) турбокомпаундна турбіна – це додаткова турбіна, що також використовує відпрацьовані гази, але замість того, щоб передавати енергію тільки на турбокомпресор, її енергія передається на додаткові механізми, що генерують потужність або сприяють зменшенню витрат палива.

У системі ТКС відпрацьовані гази не просто виводяться через вихлоп, а передаються на додаткову турбіну, яка допомагає генерувати додаткову потужність або ефективно використовувати енергію для зменшення споживання палива. Це дозволяє досягти більш високих показників потужності при менших витратах палива. Впровадження турбокомпаундних систем наддува на суднах річкового та морського транспорту сприятиме підвищенню енергетичної ефективності та паливної економічності дизелів.

УДК 629.5.083

Вплив антифрикційних покриттів на експлуатаційні характеристики підшипників суднових дизелів

доц. Шапран Ю.Є., студенти Кравчук Д.Д., Куліш І.В.

Удосконалення антифрикційних матеріалів є одним із ключових напрямів підвищення надійності та ресурсу підшипників ковзання суднових двигунів внутрішнього згоряння. В умовах високих питомих навантажень, змінних температур та впливу агресивного середовища матеріал вкладиша повинен мати оптимальне поєднання міцності, пластичності, теплопровідності та приживлюваності. Перспективним напрямом є використання багатошарових і трибологічно оптимізованих матеріалів (сталева основа – високоміцний бронзовий проміжний шар – тонкий функціональний антифрикційний шар Al–Sn, Sn–Sb або композиційний сплав), які забезпечують підвищення несучої здатності та довговічності. Активно впроваджуються наномодифіковані алюмінієві та мідні сплави з дисперсним зміцненням, що відзначаються покращеною структурною стабільністю та підвищеною стійкістю до втомного руйнування. Спеціальні антифрикційні покриття, які наносяться на поверхні тертя, запобігають розтіканню мастильного матеріалу із зони контакту, при цьому забезпечується режим гідродинамічного тертя Використовуються металополімерні та композиційні покриття на основі PTFE з твердими мастильними наповнювачами (графіт, MoS_2), які підвищують стійкість до граничного тертя та короткочасних аварійних режимів. Перспективним є застосування тонкоплівкових антифрикційних покриттів (PVD, плазмове напилення), що забезпечують зниження коефіцієнта тертя та підвищення зносостійкості при збереженні високої теплопровідності основи.

Одним із поширених типів антифрикційних покриттів є епілами – полімерні матеріали на основі фтору, що наносяться на металеві поверхні для зниження тертя. При нанесенні епіламів на метал утворюється тонка плівка завтовшки до 30 нм, яка не впливає на дислокаційну структуру та твердість основного металу. Поверхнева енергія плівки епіламу залежить від хімічного складу матеріалу та від металу, на який вона наноситься. Використання епіламів дозволяє підвищити стійкість до зносу, зменшити коефіцієнт тертя і забезпечити стабільну роботу підшипників у широкому діапазоні температур і навантажень. Нанослой епіламів, нанесений на металеву поверхню, підвищує структурні характеристики граничного шару мастила. Це виявляється в збільшенні його товщини та кутів змочування – параметрів, що сприяють підвищенню пружно-демпфуючих властивостей мастила та розклинювального тиску в трибологічній системі метал – мастильний шар – метал. Спеціальні антифрикційні покриття, які наносяться на поверхні тертя, запобігають розтіканню мастильного матеріалу із зони контакту, при цьому забезпечується режим гідродинамічного тертя

Використання інноваційних матеріалів дає змогу підвищити ресурс підшипників суднових дизелів, та забезпечити стабільну роботу за змінних навантажень і підвищених теплових напружень.

Правильний вибір сплаву та структури покриття критично важливий для довговічності та ефективності роботи двигуна.

УДК 628.5:546.47

Підвищення екологічної ефективності суднових енергетичних установок шляхом скорочення викидів SO_x

доц. Шапран Ю.Є., студенти Кравчук А.С., Посохов Р.В.

Викиди шкідливих речовин під час згоряння суднових палив регламентуються міжнародними програмами захисту атмосфери, вимогами International Maritime Organization (IMO) та запровадженням зон контролю викидів SO_x (SECA). Найжорсткіші обмеження встановлено щодо оксидів азоту (NO_x) та оксидів сірки (SO_x). Проаналізовано переваги та недоліки методів зниження викидів SO_x.

Використання низькосірчистого палива (LSFO, MGO).

Найбільш простим способом є перехід на паливо зі зниженим вмістом сірки. Метод не вимагає значної модернізації енергетичної установки, проте супроводжується збільшенням експлуатаційних витрат через високу вартість палива та можливі проблеми змащувальних властивостей.

Використання альтернативних видів палива.

Перспективним напрямком є перехід на скраплений природний газ (LNG), метанол, біопаливо та інші види палива з мінімальним вмістом сірки. LNG практично виключає викиди SO_x та знижує викиди NO_x та CO_2, проте вимагає створення спеціалізованої інфраструктури бункерування та модернізації суднових енергетичних установок.

Застосування систем очищення вихлопних газів (скруберів).

Скрубери забезпечують видалення SO_x з відпрацьованих газів шляхом їх промивання морською або прісною водою з реагентами. Розрізняють відкриті, закриті та гібридні системи. Перевагою є можливість використання традиційного важкого палива (HFO), проте установка потребує значних капітальних витрат, додаткового енергоспоживання та вирішення питань утилізації промивних вод. Скруберні системи з розімкненим контуром є найбільш популярними в даний час завдяки їхній відносній простоті та порівняно низькій вартості, особливо для дооснащення існуючих суден. Однак застосування цих систем не поширюється на райони, в яких введені обмеження на скидання промивної води скрубера. У таких випадках може знадобитися встановлення гібридного скрубера, що суттєво збільшить витрати на модернізацію судна та експлуатаційні витрати. Доцільність застосування варіанта модернізації суттєво залежить від типу та розмірів судна. Так, термін окупності скруберних систем скорочується із збільшенням потужності суднової енергетичної установки, тому установка скрубера є найбільш доцільною для великих суден з високою витратою палива. Водночас при виборі способу модернізації для невеликих суден LNG може бути більш привабливим рішенням, ніж встановлення скруберних систем.

Оптимізація режимів роботи головних двигунів, застосування енергозберігаючих технологій, цифровий моніторинг викидів та регулярне технічне обслуговування також сприяють додатковому скороченню викидів SO_x. Результати аналізу виділяють подальші перспективи розвитку суднових енергетичних установок з метою забезпечення скорочення емісії оксидів сірки відповідно до вимог Міжнародної морської організації.

УДК 621.578

Модернізація двоконтурної системи охолодження суднових двигунів

доц. Мельник О.В., студент Бойко Р.В.

Системи охолодження суднових головних двигунів відіграють ключову роль у забезпеченні надійної та безпечної роботи силової установки судна. Під час роботи головний двигун виробляє значну кількість тепла внаслідок згоряння палива. Якщо це тепло не відводити, можливе перегрівання деталей, зниження міцності матеріалів, деформації та навіть аварійний вихід двигуна з ладу. Саме тому система охолодження є однією з основних допоміжних систем енергетичної установки судна.

Найбільш поширеною на сучасних суднах є закрита (двоконтурна) система охолодження. У ній прісна вода або спеціальний охолоджувальний розчин циркулює у внутрішньому контурі двигуна, відводячи тепло від циліндрів, кришок, форсунок і турбокомпресора. Далі нагріта рідина надходить у теплообмінник, де охолоджується забортною водою другого контуру. Такий підхід зменшує корозію, підвищує довговічність обладнання та забезпечує стабільний температурний режим. Важливим є постійний контроль температури, тиску та рівня охолоджувальної рідини. Удосконалення двоконтурної (замкнутої) системи охолодження суднових двигунів сьогодні спрямоване на підвищення енергоефективності, автоматизацію та екологічність. Основні напрямки модернізації: 1) впровадження інтелектуальних систем управління (IACMS); 2) використання частотно-регульованих приводів (VFD) для насосів; 3) застосування системи утилізації надлишкового тепла (Waste Heat Recovery); 4) конструкційні вдосконалення теплообмінників (застосування бокс-кулерів (Box Coolers), наноохолоджувачів (Nanocoolants)). Додавання металевих наночастинок у прісну воду підвищує її теплопровідність, дозволяючи підвищити ефективність тепловіддачі.

Найбільш ефективним методом модернізації з точки зору швидкого повернення інвестицій та прямої економії палива є впровадження частотно-регульованих приводів (VFD) для насосів.

УДК 621.38:656.6

Аналіз контролю та діагностування радіоелектронних систем суден на стан експлуатації

доц. Чередник В.М., доц. Гаценко Л.В.

Радіоелектронні системи є основними складовими блоками (елементами) засобів водного транспорту, які відповідають за безпеку судноплавства, охорону життя та здоров’я екіпажу (пасажирів) та навколишнього природного середовища. Основною проблемою судноплавства в Україні є катастрофічне фізичне і моральне старіння основних фондів, насамперед – суден і портового обладнання. Це обумовлено тривалою експлуатацією засобів водного транспорту та портового обладнання переважно без капітального ремонту. Деякі зразки засобів водного транспорту України були модернізовані за рахунок встановлення новітніх радіоелектронних систем – навігаційного обладнання, сучасних засобів зв’язку та радіолокації. Але організація контролю

та діагностування технічного стану засобів водного транспорту залишається застарілою. Унаслідок цього принципово неможливо попередити тенденцію постійного зростання частоти виникнення несправностей у окремих вузлах та системах радіоелектронної апаратури річкового і морського транспорту. Такий стан речей надалі призводить до зниження конкурентоспроможності перевезень вантажу та пасажирів водними шляхами через наростаючі матеріальні і часові витрати. Оскільки радіоелектронні системи засобів водного транспорту відповідають за безпеку судноплавства, то відмова складових блоків (елементів) цих систем може призвести до аварії або навіть катастрофи. Так, наприклад, відмова радіонавігаційного обладнання засобу водного транспорту може призвести до зіткнення з іншим транспортом або перешкодою, а відмова в автоматиці системі енергозабезпечення – до виходу з ладу майже всіх засобів сигналізації, радіолокаційного спостереження, навігації, автоматизованого управління та зв'язку.

УДК 624.132.345

Використання ерліфтної установки з шнековим інтенсифікатором для зачистки баластних цистерн

доц. Чередник В.М.

Одним із основних напрямів розвитку ерліфтних установок є створення нових конструкцій машин, вибору раціональних схемних рішень та компонувань із застосуванням енергозберігаючих технологій. Використання шнекового інтенсифікатора в підйомній трубі ерліфту дозволяє збільшити повноту передачі енергії від повітря до твердого матеріалу, а це в свою чергу підвищує продуктивність та збільшує коефіцієнт корисної дії машини, саме ті параметри, які були низькі у звичайних ерліфтах. Ерліфт із шнековим інтенсифікатором для зачистки баластних цистерн – це комбінована технологія видалення донних відкладень (шламів, піску, іржі, окалини, біообростань) і забрудненої води з важкодоступних зон цистерни. Вона поєднує ерліфтне піднімання пульпи (суміш води та твердих частинок) за рахунок стисненого повітря та механічне "розворушування / подачу" осаду шнеком, який виступає інтенсифікатором процесу.

УДК 656.615:658.7:004.9

Підвищення ефективності роботи портової логістики шляхом вдосконалення взаємозв'язків інформаційних систем

доц. Чередник В.М., аспірант Гошуляк А.І.

Розвиток сучасного ринку транспортних перевезень вимагає створення єдиної транспортно-розподільчої логістичної системи, яка дозволить прискорити доставку вантажів, забезпечити реалізацію технологій перевезень «від дверей до дверей» та «точно в термін». Актуальність дослідження полягає в тому, що існує необхідність підвищення ефективності роботи портової логістики. Підвищення її ефективності значною мірою залежить від впровадження та вдосконалення нових взаємозв'язків інформаційних систем. Змістом створення інформаційної технології в порту повинно стати забезпечення максимальної

гнучкості та покращення взаємодії ланок логістичного ланцюга транспортування вантажів, вибір технологічних варіантів обробки вантажів в умовах динамічних змін. Особлива увага повинна приділятись широкому застосуванню сучасних методів прийняття оптимальних управлінських рішень, багатокритеріальної оптимізації.

УДК 629.5.064:621.56

Аналіз сучасних способів отримання холоду на судні

проф. Дубинець О.І.

На сучасному судні холод використовується не лише для камбузу. Основні споживачі: холодильні камери провізії та морозильні камери; рефрижераторні трюми/контейнери (як вантажна функція); системи кондиціювання та вентиляції (HVAC) житлових і службових приміщень; технологічне охолодження: охолоджувачі прісної/забортної води, охолодження мастил, повітря компресорів, електроніки/перетворювачів частоти, інколи – охолодження батарей на гібридних/електросуднах. Найпоширеніший спосіб отримання холоду на суднах – парокомпресійний цикл. Причина популярності – висока ефективність, відносна простота, відпрацьована сервісна база.

Альтернативою компресорам є абсорбційні (наприклад, пари вода-бромід літію для кондиціювання або аміак-вода для нижчих температур) і адсорбційні установки. Їхня ключова перевага – вони можуть використовувати теплоту відпрацьованих газів, пар або гарячої води від головного двигуна/котла. Це цікаво там, де: є стабільне джерело “дешевого” тепла; потрібно зменшити електроспоживання; важлива зменшена вібрація і менше рухомих частин. Недоліки: більші габарити/маса, складніша інтеграція, нижчий “холодильний коефіцієнт” порівняно з хорошими компресійними системами, чутливість до режимів і якості обслуговування.

УДК 629.5.015

Дослідження очищення корпусу судна та його захисту від корозії

ст. викл. Степух В.А.

Дане дослідження охоплює комплекс робіт і рішень, що забезпечують збереження міцності корпусних конструкцій, зниження експлуатаційних витрат та подовження ресурсу судна. Морське середовище (солона вода, змінна температура, абразивні домішки, біообростання) прискорює корозійні процеси та погіршує гідродинамічні характеристики судна, тому очищення й протикорозійний захист мають розглядатися як єдина система. Корпус у процесі експлуатації зазнає: морської корозії (електрохімічної, щілинної, точкової); механічного зносу (льодова абразія, піщані домішки, удари, тертя); обростання (водорості, молюски), що збільшує опір руху й витрату палива; руйнування лакофарбового покриття (відшарування, тріщини, підплівкова корозія). Без якісної підготовки поверхні нове покриття погано тримається, швидко відшаровується і корозія прогресує під шаром фарби. Застосовують залежно від стану корпусу й вимог: високонапірне миття водою (у т.ч. ультрависокий тиск) – добре для видалення солей/обростання, інколи частково знімає фарбу;

абразивоструминне очищення (піскоструй/дробеструй) – найефективніше для зняття старих покриттів і іржі та отримання потрібної шорсткості; механічне очищення (щітки, шліфування, сколювання) – для локальних ремонтів або важкодоступних зон; локальна термообробка/інструментальна зачистка – у місцях з товстими нашаруваннями чи міцними відкладеннями (обережно, щоб не перегріти метал).

УДК 629.5.035.5:629.5.015.5

Вплив балансування гвинта на працездатність і тривалість експлуатації судна

ст. викл. Степух В.А., зав. лаб. Гармаш Б.Т.

Надійність і довговічність пропульсивного комплексу значною мірою визначаються рівнем вібрацій, що виникають під час роботи суднової рушійної установки. Одним із поширених джерел небажаних коливань є дисбаланс гребного гвинта, який може мати як статичний, так і динамічний характер. У практиці експлуатації саме цей фактор часто стає причиною підвищених навантажень на валолінію та суміжні вузли, скорочуючи їхній ресурс і погіршуючи енергоефективність судна.

Статичний дисбаланс виникає тоді, коли центр мас гвинта не збігається з віссю обертання, а динамічний – коли маса розподілена нерівномірно вздовж площин обертання, формуючи додаткові моменти. Обидва типи дисбалансу зумовлюють появу підвищених вібрацій на частоті обертання гвинта та на її гармоніках. Це створює циклічні динамічні дії, які передаються через валопровід на опори й елементи силової передачі.

Наявність дисбалансу призводить до зростання навантажень на ключові елементи: валолінію, дейдвудні та упорні підшипники, муфти, редуктор. Збільшення амплітуди вібрацій прискорює зношування опор, викликає порушення умов змащування та підвищує ймовірність перегріву. Паралельно зростає ризик деградації ущільнень, що проявляється підтіканням сальників і підвищеними витратами на технічне обслуговування.

Тривала робота з дисбалансом створює умови для розвитку втомних пошкоджень у елементах валопроводу та кормових конструкціях. Підвищення шуму, характерний гул у кормовій частині та погіршення віброакустичного стану судна є супутніми ефектами. Крім того, нерівномірність роботи гвинта здатна посилювати кавітаційні явища, що пришвидшує ерозійне руйнування лопатей і погіршує гідродинамічні характеристики. Це, у свою чергу, відбивається на енергоефективності: зростає опір і зменшується корисна тяга, що призводить до збільшення витрати палива та зниження економічності рейсів.

УДК 621.43.068

Аналіз систем очищення вихлопних газів суднових дизелів

доц. Гаценко Л.В.

Системи очищення вихлопних газів (EGCS, скрубери) є одним із ключових технічних рішень для забезпечення відповідності суднових енергетичних установок вимогам щодо вмісту сірки у паливі та еквівалентного обмеження

викидів SO_x. Принцип роботи EGCS полягає в інтенсифікації масообміну між потоком відпрацьованих газів і промивною рідиною: діоксид сірки розчиняється та нейтралізується завдяки лужності морської води або дозуванню лужних реагентів у рециркуляційному контурі. Додатково відбувається часткове зниження твердих частинок і сажі за рахунок осадження та змочування аерозолю, що зменшує димність і абразивне навантаження газового тракту.

У практиці переважають мокрі EGCS відкритого, закритого та гібридного типів. Відкритий цикл простіший, але його ефективність залежить від температури та лужності забортної води, а експлуатація може обмежуватися заборонами на скид промивних вод у портах і прибережних акваторіях. Закритий цикл забезпечує стабільні режими очищення незалежно від гідрохімічних умов, проте потребує дозування реагенту, обробки продувної води та керування утворенням шламів. Гібридні системи поєднують переваги обох підходів, але відзначаються більшою складністю та капітальними витратами.

Інтеграція EGCS у енергетичну установку супроводжується інженерними викликами: зростанням зворотного тиску у випускному тракті, додатковим енергоспоживанням насосів і вентиляторів та підвищеними корозійними ризиками через кислі конденсати й хлориди. Це підвищує вимоги до матеріалів і футерівок, дренажу, температурних режимів і стану демістерів та форсункових блоків. Надійність EGCS значною мірою визначається якістю технічного обслуговування: контролем pH, мутності та вмісту ПАВ у промивній воді, очищенням фільтрів, профілактикою відкладень і калібруванням контрольно-вимірювальних каналів.

Отже, EGCS ефективно знижують SO_x і частково PM за умови правильної експлуатації та врахування локальних екологічних обмежень. Перспективними напрямами є оптимізація масообміну, зменшення енергетичного «штрафу», прогнозування корозійного зносу та розроблення діагностичних критеріїв технічного стану EGCS для підвищення надійності суднових енергетичних установок.

УДК 629.12:621.18:681.5

Огляд технічної експлуатації котельних установок на сучасних суднах

доц. Панов С.Л.

Експлуатація суднових котельних установок на суднах сучасної будови ведеться як правило із застосуванням потужних систем автоматики (систем дистанційного автоматичного управління) практично без втручання вахтового персоналу. Але під час рейсу трапляються особливі режими роботи (форсований, режим змінних навантажень, режим раптових змін та ін.). Коли головний котел працює з навантаженням, що відрізняється від розрахункового виникає необхідність переходу на ручне керування. Найбільш шкідливим для систем котла є робота із зниженим навантаженням. У таких випадках спостерігається осадження сажі на зовнішніх поверхнях нагрівальних труб, розташованих по за топкою. Збільшується риск відкладення накипу на внутрішніх стінках труб, сповільнюється тепло обмін, зменшується теплова ефективність котла. В деяких випадках спостерігається перегрів та прогоряння

труб. Для уникнення аварійних ситуацій застосовують термінове обдування труб гарячою парою з відборів турбіни, підключають систему продування пароводяного і водяного колекторів, збільшують подачу повітря в топку та ін. При роботі котла, коли судно рухається в складних погодних умовах (шторм, качка), дуже небезпечними стають великі коливання рівня води в пароводяному колекторі котла, виникає можливість потрапляння води у головний паровий ресивер котла.

Нормальна експлуатація суднової котельної установки забезпечує життєздатність судна та його безпеку. Для контролю роботи систем котла на будь яких режимах встановлена аварійно попереджувальна сигналізація, яка дає можливість виявляти відхилення у роботі всіх систем котла.

УДК 656.615:658.7:004.9

Огляд стану діючих портових логістичних систем України

доц. Чередник В.М., аспірант Гошуляк А.І.

Аналіз сучасного стану діючих портових логістичних систем України демонструє, що більшість річкових та морських портів функціонують як транзитні вузли перевалки вантажів, при цьому їхня інтеграція у глобальні та національні логістичні ланцюги залишається обмеженою.

Основними недоліками портових систем є низький рівень технічної оснащеності, застаріла інфраструктура терміналів, недостатнє використання сучасних інформаційних та автоматизованих систем управління вантажопотоками, а також обмежена взаємодія між різними видами транспорту. Це призводить до збільшення часу обробки вантажів, простоїв транспортних засобів і підвищення логістичних витрат. Крім того, обмежена кількість комплексних логістичних послуг, таких як складування, сортування, страхування та митне оформлення, зменшує привабливість портів для вантажовласників та міжнародних перевізників. Конкуренція з боку залізничного та автомобільного транспорту, а також відсутність стратегічного планування розвитку портових систем, додатково посилюють проблему недостатньої ефективності.

Для підвищення конкурентоспроможності та забезпечення стійкого розвитку необхідне впровадження комплексних логістичних рішень, модернізація інфраструктури, інтеграція портів у мультимодальні транспортні ланцюги та активне застосування інформаційних технологій для управління потоками вантажів і фінансових ресурсів. Лише системне реформування портових логістичних систем дозволить перетворити українські порти на ефективні логістичні центри, здатні забезпечувати високий рівень обслуговування та інтеграцію в міжнародні транспортні мережі.

УДК 629.5.048.7:504.064.3

Аналіз суднових систем обробки баластних вод

ст. викл. Макаров О.М., ст. викл. Кукалець Л.М.

Проведено порівняльний аналіз технічних характеристик та ефективності існуючих систем обробки баластних вод та визначення їх відповідності вимогам International Maritime Organization та положень Ballast Water

Management Convention. Розглянуто принцип дії найбільш поширених фізичних та хімічних методів обробки баластної води з попередньою механічною обробкою. Визначені переваги і недоліки, проведено порівняння їх ефективності, екологічної безпеки та практичні обмеження. Виявлено основні проблеми: великий об'єм обробки; різноманітність характеристик води; високі витрати на впровадження; вплив на морське середовище. Розглянуто перспективи розвитку.

УДК 629.5:004.94:658.5

Цифровий двійник судна для планування ремонту, докування та оптимізації експлуатаційних витрат

ст. викл. Степух В.А. студент Клименко В.В.

Сучасна морська індустрія оптимізує свої процеси завдяки впровадженню технології цифрового двійника – динамічної віртуальної копії судна, яка в режимі реального часу оновлюється даними з бортових IoT-датчиків.

Ця технологія дозволяє перейти від неефективних календарних ремонтів до предиктивного технічного обслуговування, оскільки штучний інтелект виявляє аномалії в роботі систем ще до їх критичних відмов, що безпечно подовжує міжремонтні інтервали на 15-20% та знижує потребу в позапланових аварійних ремонтах на 10-20%.

Водночас кардинально змінюється підхід до сухого докування: завдяки високоточному 3D-скануванню та фотограмметрії судновласники можуть проводити дистанційні тендери, а віртуальні системи маневрування прискорюють постановку судна в док до 60% із міліметровою точністю та нульовим ризиком для персоналу. Оскільки витрати на пальне становлять більшу частину операційних витрат флоту, двійник безперервно аналізує вплив погодних умов і біообростання корпусу для оптимізації маршрутів і налаштувань двигуна, що забезпечує стабільну економії палива на рівні 10-17% за рейс.

Загалом впровадження цієї екосистеми гарантує системне зниження загальних експлуатаційних витрат на 15-30% зі швидкою окупністю інвестицій протягом 12-24 місяців, одночасно забезпечуючи автоматизоване дотримання міжнародних екологічних стандартів декарбонізації.

УДК 629.5.07

Аналіз перспектив симбіозу штучного інтелекту та систем керування енергоспоживанням суднових енергоустановок

доц. Бажак О.В., доц. Гаценко Л.В.

Морський транспорт відіграє ключову роль у глобалізації, забезпечуючи значну частину перевезень міжнародної торгівлі. Ефективність, безпека та екологічність морських операцій є критичними аспектами розвитку світової економіки. У зв'язку з цим вимоги до морської індустрії щодо підвищення енергоефективності, зниження експлуатаційних витрат та мінімізації екологічного впливу постійно зростають. Водночас спостерігається швидкий розвиток технологій штучного інтелекту (ШІ), які демонструють видатний

потенціал для трансформації різних сфер життя, включаючи морський транспорт.
Сучасні суднові автоматизовані електроенергетичні системи (САЕЕС) є складними системами, що включають різні джерела енергії, розподільні мережі та численних електричних споживачів. За результатами проведеного аналізу встановлено, що інтеграція штучного інтелекту (ШІ) в системи управління енергоспоживанням САЕЕС є надзвичайно перспективним стратегічним напрямком, який має потенціал значно підвищити їхню енергоефективність, надійність та загальну безпеку експлуатації. Основними перевагами інтеграції ШІ в САЕЕС є такі: підвищення енергоефективності, прогнозування навантаження, рання діагностика несправностей, адаптивне керування, оптимізація життєвого циклу обладнання. При цьому основні виклики та обмеження пов’язані з питаннями безпеки та кібербезпеки систем на основі штучного інтелекту, кваліфікації персоналу, складності інтеграції з існуючими системами, забезпечення стабільності та передбачуваності алгоритмів, якості даних та стандартизації форматів обміну інформацією, регуляторних та етичних аспектів впровадження автономних систем.
Отже, практичні застосування ШІ в морській індустрії (включаючи автономну навігацію, діагностику несправностей та оптимізацію маршрутів) вже сьогодні демонструють значний потенціал технології, підтверджений реальними проєктами та економічною ефективністю. Водночас основними викликами, що стримують повномасштабне впровадження ШІ, залишають питання кібербезпеки, кваліфікації обслуговуючого персоналу, стандартизації великих обсягів даних та розробки чітких регуляторних аспектів, які вимагають подальших наукових досліджень та розробки відповідних керівних документів. Майбутній розвиток симбіозу ШІ та САЕЕС нерозривно пов'язаний з повною автоматизацією суднових процесів, інтеграцією з новими альтернативними джерелами енергії, активним розвитком цифрових двійників суднових систем та ефективним обміном даними між судном і береговими центрами.

УДК 629.5.035:532.5

Дослідження впливу кавітації на гвинт судна

доц. Шапран Ю.Є., студент Южов Я.В.

Кавітація на гребному гвинті виникає, коли тиск води навколо гвинта падає досить низько, щоб змусити воду випаровуватися та утворювати маленькі бульбашки. Ці бульбашки руйнуються й створюють ударні хвилі, які можуть пошкодити гвинт та знизити його ефективність. Це може бути спричинено різними факторами, такими як висока швидкість, велика висота, мала глибина води, а також пошкоджені або погано спроектовані гвинти. Це також може призвести до збільшення шуму та вібрації, зниження продуктивності та збільшення споживання палива.
Кавітація може мати різноманітні ефекти на судини, в тому числі:
- зниження пропульсивної ефективності: кавітація спричиняє падіння тиску потоку води, що знижує пропульсивну ефективність гребного гвинта.

- підвищений рівень шуму та вібрації: кавітація створює порожнечі, які при руйнуванні створюють сильні ударні хвилі, збільшуючи шум і вібрацію.
- пошкодження пропелера: кавітація може викликати утворення бульбашок і пустот на поверхні гвинта, які при руйнуванні створюють високий тиск, що призводить до появи тріщин та пошкодження поверхні гвинта.
- підвищена витрата палива: кавітація знижує пропульсивну ефективність гребного гвинта, що призводить до того, що судну потрібно більше палива для підтримки тієї ж швидкості.

УДК 629.5.06:620.178

Дослідження стану баластних систем суден та їх ремонт

проф. Дубинець О.І., студент Бойко Р.В.

Стан та ремонт баластних систем суден мають критичне значення для безпеки мореплавства, остійності судна та захисту довкілля. Баластні системи включають цистерни, трубопроводи, насоси та арматуру, які постійно контактують із морською водою, що зумовлює їх підвищений знос.

Однією з основних проблем є корозія. Морська вода містить солі та кисень, що сприяють електрохімічній корозії металу. Особливо небезпечною є локальна (пітингова) корозія, яка може призвести до протікань або втрати міцності конструкції. Для запобігання застосовують антикорозійні покриття, катодний захист (жертовні аноди), регулярні інспекції та контроль товщини металу ультразвуковими методами.

Іншою серйозною проблемою є біообростання - накопичення мікроорганізмів, водоростей і молюсків на внутрішніх поверхнях цистерн і трубопроводів. Це зменшує пропускну здатність системи, погіршує роботу насосів та прискорює корозійні процеси. Для боротьби з біообростанням використовують механічне очищення, хімічну промивку, а також спеціальні покриття, що перешкоджають прикріпленню організмів.

Методи внутрішнього очищення баластних цистерн включають ручне очищення після осушення, гідродинамічне очищення струменями води високого тиску, а також застосування мийних машинок-роботів. Трубопроводи очищують методом промивки, пігування (використання спеціальних очисних поршнів) та хімічними реагентами. Після очищення проводиться огляд, дефектація та, за потреби, ремонт або заміна пошкоджених ділянок.

Регулярне технічне обслуговування баластних систем дозволяє запобігти аваріям, продовжити строк служби обладнання та забезпечити відповідність міжнародним екологічним вимогам.

УДК 629.5.048.7:504.064.3

Аналіз фізичного методу обробки баластних вод

ст. викл. Макаров О.М., ст. викл. Кукалець Л.М., студенти Мартиненко М.С., Квачук В.Д.

Розглянуто принцип фізичних методу обробки баластних вод заснованого на дії ультрафіолетове випромінювання (UV-C діапазону). Розглянути склад, принцип дії і особливості будови обладнання. Проведено порівняльний аналіз установок

основних виробників. Визначені переваги і недоліки, проведено порівняння їх ефективності, екологічної безпеки та практичні обмеження. Виявлено основні проблеми: залежність від каламутності води та великі енергозатрати. Розглянуто перспективи розвитку.

УДК 629.5.015:620.9

Аналіз енергоефективності експлуатації суден

проф. Дубинець О.І., студент Зимін І.Є.

У судноплавстві енергоефективність визначається як розумне використання палива; таким чином, технічний стан судна має вирішальне значення. Двигун, який працює багато років (35 або більше), погано обслуговуваний корпус (брудний) та/або гвинти, що не працюють належним чином, можуть збільшити витрату палива на 10…20% або більше через підвищений опір води, що створюється цими дефектами, а також через збільшення механічного тертя в різних механізмах.

Вплив технічного стану. Відсутність технічного обслуговування призводить до поганої роботи двигуна через зношені циліндри або несправний інжектор, а також до споживання на 15…30% більше палива, ніж було б за ідеальних умов експлуатації. Моніторинг питомої витрати палива (г/кВт·год) дозволяє виявляти проблеми на ранній стадії.

Способи зменшення збитків. Для оптимізації ефективності рухової установки, очищення корпусу, модернізація рухових систем та використання альтернативних видів палива можуть допомогти зменшити споживання палива на 5…15%. Використання оптимізованих налаштувань швидкості та впровадження автоматизованих систем управління потужністю може допомогти зменшити кількість разів, коли двигуни працюють у нестабільних умовах, і таким чином заощадити паливо.

УДК 629.5.06:620.179:620.178.3

Дослідження неруйнівних методів контролю тріщин трубопроводів високого тиску на суднах

доц. Мельник О.В., студент Кримовський Я.С.

Трубопроводи високого тиску є критично важливими елементами суднових енергетичних і допоміжних систем. Вони застосовуються в паливних магістралях, гідравлічних системах керування, системах охолодження, мастильних контурах, а також у трубопроводах подачі робочих рідин підвищеного тиску на морських платформах і суднах спеціального призначення. Умови морської експлуатації – підвищена вологість, солоне середовище, циклічні навантаження, вібрації, температурні коливання – суттєво прискорюють деградацію матеріалу труб.

Основними видами пошкоджень трубопроводів високого тиску є корозійні ураження, втомні тріщини, міжкристалічна корозія, ерозійний знос та локальні дефекти зварних швів. Порушення герметичності таких систем може призвести до аварійних ситуацій, пожеж, втрати керованості судна та значних екологічних наслідків. Саме тому своєчасний моніторинг технічного стану трубопроводів і

контроль утворення тріщин є ключовим завданням суднової експлуатації. Моніторинг герметичності трубопроводів високого тиску в морських умовах є невід'ємною частиною системи безпеки судна. Неруйнівні методи контролю тріщин дозволяють своєчасно виявляти дефекти, запобігати аваріям і продовжувати термін служби трубопровідних систем. Комплексне застосування візуального, капілярного, магнітопорошкового та ультразвукового контролю забезпечує високий рівень надійності суднових трубопроводів і відповідає сучасним вимогам міжнародних морських стандартів.

Підсекція електрообладнання та автоматики суден

УДК 621.3.082.62:629.1.04

Термомеханічні напруження в термоелектричних модулях транспортного призначення при стаціонарних температурних градієнтах

доц. Кириченко О.С.

Посилення вимог до експлуатаційної надійності транспортних систем з термоелектричним устаткуванням обумовлює необхідність проведення дослідження напружено-деформованого стану термоелектричних модулів в стаціонарних теплових режимах, при яких можна зафіксувати сформовані зони максимальної концентрації термомеханічних напружень. При проходженні постійного струму через термоелектричний ланцюг напівпровідникових термопар по об'єму модуля виникає стаціонарне температурне поле з просторовим температурним градієнтом, що з урахуванням різних значень коефіцієнтів лінійного теплового розширення матеріалів спричиняє термомеханічні напруження у багатошаровій конструкції модуля. В якості розрахункового інструментарію для вирішення задачі в електро-термо-механічній постановці з урахуванням прийнятих граничних вимог використано метод скінченних елементів. У результаті проведеного моделювання встановлено картини розподілу температури, еквівалентних напружень і деформацій по моделі термоелектричного модуля. Отримані результати можуть виявитись корисними в дослідженнях, присвячених способам зниження термомеханічних напружень в термоелектричних модулях транспортного призначення.

УДК 681.5:629.5

Використанням нечіткої логіки в інтелектуальній САР горіння суднового котла

доц. Мельник В.Ю.

Паливна економічність, теплотехнічні показники та рівень шкідливих викидів в атмосферу в значній мірі визначаються ефективністю горіння у суднових котлах. Контроль процесу горіння в котлах на флоті ведеться на непрямих ознаках і не завжди забезпечує достатньої адаптивності до змін навантаження

та якості палива. Система екологічного моніторингу CEMS (Continuous Emission Monitoring Systems) що наразі використовується на суднах не інтегрується в замкнені контури автоматичного регулювання. Пропонується концепт інтелектуальної системи автоматичного регулювання (САР) горіння суднового котла, побудовану на принципі замкненого контуру керування з використанням даних спектрального аналізу кольору полум'я у топці в якості основного джерела зворотнього зв'язку і аналізу димових газів як додаткове джерело для прийняття остаточного рішення щодо параметрів коригування. Архітектура системи включає: модуль інтелектуальної оцінки режиму горіння, модуль вимірювання параметрів димових газів (O_2, CO, CO_2, NO_x). Попередня обробка даних проводиться на основі нечіткої логіки. Інтелектуальний модуль формує лінгвістичну оцінку стану горіння (нестача повітря, надлишок повітря, неповне згоряння тощо) та коригує коефіцієнти PID-регуляторів у реальному часі. Такий підхід забезпечує адаптацію системи до змін експлуатаційних режимів і властивостей палива без необхідності жорсткої пере налаштування параметрів. Дані у вигляді електричних сигналів передаються адаптивний блок керування PID-регуляторами подачі палива і повітря. Забезпечена інтеграція CEMS у замкнений контур регулювання, що дозволяє підвищити енергоефективність та екологічну безпеку суднових котельних установок. Запропонована САР, на думку автора, дозволяє підвищити загальну ефективність суднової котельної установки, а також створює основу для подальшого дослідження методів керування енергетичними установками з використанням нечіткої логіки.

УДК 621.311:681.5

Удосконалення суднової електростанції шляхом впровадження адаптивних електронних регуляторів

ст. викл. Пастух О.В.

Сучасне судно є автономним об'єктом, де суднова електроенергетична система (СЕЕС) є пріоритетним комплексом, який забезпечує вироблення, розподіл та споживання електроенергії. Основною складовою СЕЕС є суднова електростанція (СЕС). Розвиток СЕС характеризується постійним зростанням потужності (до декількох тисяч кіловат) та автоматизацією процесів. Експлуатація суднового обладнання характеризується екстремальними умовами: постійні крен та диферент, вібрація, ударні навантаження, перегрів та роботою в агресивному середовищі. Все це вимагає високого рівня автоматизації роботи СЕС через те, що людська реакція є недостатньо швидкою для своєчасного реагування для уникнення аварійних ситуацій. На сучасних суднах прийнято використовувати комплексну автоматизацію СЕС, як єдиного комплексу, при цьому, здійснюється перехід на вищу напругу та частоту, використання утилізаційних установок та валогенераторів, удосконалюється автоматичні регулятори напруги та системи захисту генераторів, впровадження систем з вбудованим режимом самодіагностики. Необхідно враховувати, що експлуатація валогенераторів супроводжується динамічними навантаженнями у зв'язку з нестабільними обертами головного двигуна (на морському

хвилюванні). Коливання навантаження на валопроводі вимагають компенсації для забезпечення безпеки мореплавання. Рішення цих проблем можливе шляхом впровадження адаптивного електронного регулятора обертів головного двигуна для стабілізації роботи валогенераторів в умовах хитавиці та електронних регуляторів частоти струму.

УДК 621.313:629.5

Сучасні методи вібродіагностики суднових електроприводів та дизель-генераторних установок

ст. викл. Пріступа С.В.

Суднові електроприводи та дизель-генераторні установки працюють в особливих умовах експлуатаційних навантажень, тому рання діагностика дефектів зумовлює основні напрями вдосконалення методів вібродіагностики. Одним з основних напрямів вібродіагностики зазначеного вище суднового електрообладнання є спектрально-енергетична діагностика, в якій синхронний генератор розглядається як багатофункціональний датчик, аналізуються спектральний склад напруги та струму з похибкою не більше 0,5%, також, розглядаються перехідні режими як найбільш інформативні при скиданні/накиданні навантаження і вивчаються відхилення поточних спектральних амплітуд від прийнятого еталонного значення на понад 5%. Ще одним напрямом є моделювання та ідентифікація генераторів вібрацій, при якій для забезпечення точності віброакустичних вимірювань необхідна повірка датчиків через генератор вібрацій. В якості генератора вібрацій можна використати електродинамічний генератор на базі акустичного динаміка 3ГДШ-4-4, що дозволить створювати контрольований рух із точністю вимірювання переміщень до 0,1 мм. Власне ідентифікація моделі здійснюється за методом найменшого середнього квадрату з визначенням коефіцієнту жорсткості підвісу для імітаційної моделі. Проведене моделювання підтвердило доцільність використання подібного генератора вібрацій на частотах до 130 Гц, основні результати можуть бути корисними в суднобудуванні та при експлуатації електрообладнання при оцінці динамічної вібрації у відповідності до міжнародних вимог ISO 10816, що дозволяє планувати технічне обслуговування та знижувати експлуатаційні витрати.

УДК 621.313

Управління гребним електричним двигуном при змінній траєкторії із застосуванням нечіткої логіки

доц. Тараненко С.В.

Криволінійність траєкторії руху судна, його нишпорення, зміна умов взаємодії гребних гвинтів, керма і корпусу судна істотно впливає на сили і моменти сил, що діють на корпус судна при його криволінійному несталому русі. Якщо рух судна на криволінійній траєкторії розглянути в площині ватерлінії, то можливо визначити елементи криволінійного руху, як плоску задачу динаміки. Тоді, застосувавши алгоритм Мамдані (нечіткої логіки) можливо оптимізувати роботу гребного електричного двигуна (ГЕД) за критеріями найменшого

відхилення від курсу судна та ефективного тиску на лопасті гвинта при хитавиці. Математичне моделювання із включеним в систему управління мікроконтролером із нечіткою логікою підтвердило зменшення тривалості перехідного навантаження на ГЕД та збільшення ресурсу суднової електричної станції.

СЕКЦІЯ 13
ТЕРИТОРІАЛЬНО ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ «ДУНАЙСЬКИЙ ІНСТИТУТ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ НАЦІОНАЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО УНІВЕРСИТЕТУ»

Підсекція еволюції та модернізації водного транспорту: досвід, проблеми, перспективи

УДК 656.61:614.8

Preventing Accidents in the Engine Room

ст. викл. Строєнко Н.Г., здобувач освіти Аладишев А.Р.

Life at sea is often associated with adventure, but it also involves serious responsibility and constant risk management. One of the most hazardous areas on board a vessel is the engine room. It is the heart of the ship, where multiple interconnected systems operate continuously to ensure propulsion, power generation, and overall functionality. Any malfunction in this space can affect the entire vessel and endanger both crew and cargo. Engine room accidents may result in minor injuries such as bruises and cuts, or in severe consequences including burns, explosions, and fires. Recent statistics indicate an increase in engine room fires, particularly on container ships between 2019 and 2021. This trend is often associated with poor maintenance, inadequate housekeeping, missing insulation on oil pipes, and technical deficiencies. According to international maritime safety requirements, machinery spaces must be properly maintained, routinely inspected, and kept clean. Failure to comply with these standards may lead not only to accidents but also to legal liability. Effective fire prevention begins with identifying the elements of the fire triangle: ignition sources, fuel, and oxygen. In engine rooms, common hazards include flammable liquids, leaking fuel systems, faulty electrical wiring, hot surfaces, friction, sparks, and accumulated waste. Regular inspections, risk assessments, and safety audits are essential to eliminate or minimize these hazards. A systematic approach to safety should follow the hierarchy of controls: elimination of risks where possible, engineering solutions, administrative procedures, and the use of personal protective equipment. Proper ventilation, correct installation of electrical systems, safe storage of chemicals, and adherence to safe working procedures significantly reduce fire risks. Crew members must be trained to handle hazardous substances and electrical equipment safely, as chemical exposure and electric shock remain serious threats in machinery spaces. Emergency preparedness is equally important. Ships must be equipped with fire detection and suppression systems, extinguishers, hoses, and fixed firefighting installations. Regular drills ensure that crew members are familiar with alarm procedures, evacuation plans, and firefighting techniques. Only qualified personnel should perform maintenance on programmable and electrical systems, and all modifications must be properly documented. A strong safety culture on board plays a decisive role in accident prevention. This includes continuous training, clear communication, compliance with regulations, and shared responsibility among crew members. Learning from past incidents and near-misses through

investigation and corrective actions further strengthens onboard safety. In conclusion, preventing accidents in the engine room requires proper maintenance, strict adherence to regulations, effective training, and proactive risk management. By maintaining high safety standards and fostering a culture of responsibility, ships can significantly reduce hazards and ensure the protection of both the vessel and its crew.

УДК 629.5(477)

Технологічна модернізація українських верфей у 2000-х роках

доц. Дорошева А.О.

На початку 2000-х років українські верфі функціонували в умовах затяжної посткризової трансформації. Після розпаду СРСР більшість великих суднобудівних підприємств втратили стабільне державне замовлення, традиційні виробничі кооперації та значну частину наукової підтримки. До кінця 1990-х років багато заводів опинилися у фінансово критичному стані, що поставило питання не лише їх модернізації, а й фізичного збереження виробничих потужностей. На початку 2000-х років в Україні діяло понад десять великих верфей, зосереджених переважно у Миколаєві, Херсоні, Керчі, Севастополі та Києві. Попри збережений виробничий потенціал, підприємства працювали з неповним завантаженням, мали застаріле обладнання та обмежені обігові кошти. Виробничі цикли залишалися тривалими, а технічне оновлення потребувало значних інвестицій.

Важливим етапом стабілізації стало запровадження у 2000 р. державних стимулюючих механізмів для галузі. Податкові пільги та спрощення імпорту комплектуючих дозволили верфям частково відновити оборотний капітал і активізувати виробничу діяльність. У 2003–2005 роках спостерігалося поступове зростання обсягів випуску продукції, що свідчило про вихід підприємств із найглибшої фази кризи. Суттєвим фактором модернізації стало залучення іноземних інвесторів через приватизаційні процеси. Найбільш показовим прикладом стало оновлення виробничих потужностей миколаївської верфі «Океан» після її переходу під контроль міжнародного інвестора. Підприємство перейшло до серійного будування вантажних суден та поступово освоїло виробництво повнокомплектних суден, що означало технологічний перехід від корпусного виробництва до більш складного циклу добудови та оснащення. У 2000-х роках українські верфі розширили номенклатуру продукції: окрім танкерів і суховантажних суден, активно будувалися контейнеровози, рефрижератори, буксири, спеціалізовані катери та технічний флот. Частина підприємств виконувала замовлення для іноземних компаній, що сприяло впровадженню міжнародних стандартів якості та оновленню технологічних процесів. Водночас модернізація мала обмежений характер. Значна частина основних фондів залишалася зношеною, а підприємства залежали від кредитних ресурсів та експортних контрактів. Скасування податкових преференцій у середині десятиліття ускладнило процес довгострокового технічного переоснащення.

Отже, у 2000-х роках технологічна модернізація українських верфей відбувалася переважно через поєднання державної підтримки та приватних інвестицій. Вона дозволила стабілізувати роботу ключових підприємств, розширити виробничу програму та частково оновити технологічну базу. Проте системне технічне переозброєння потребувало більш масштабних інвестицій і довгострокової промислової політики.

УДК 656.61(477):338.124.4

Вплив світових економічних криз 1998 та 2008 років на розвиток морських перевезень в Україні

доц. Дорошева А.О., здобувач освіти Малий О.П.

Морські перевезення є ключовим елементом зовнішньоторговельної інфраструктури України. Через морські порти традиційно проходить значна частка експорту металопродукції, зерна, руди та хімічної продукції. Світові економічні кризи 1998 та 2008 років суттєво вплинули на обсяги міжнародної торгівлі та, відповідно, на функціонування морського транспорту. Фінансова криза 1998 р., що розпочалася в країнах Азії (1997) та загострилася після дефолту російської федерації у серпні 1998 р., спричинила різке скорочення торгівлі в країнах СНД. Для України це означало: падіння експорту до країн СНД; скорочення вантажопотоків через чорноморські порти; зниження валютних надходжень. У 1998-1999 роках спостерігалося загальне зменшення обсягів зовнішньої торгівлі України, що безпосередньо вплинуло на обсяги перевалки вантажів у морських портах. Особливо постраждали перевезення металу та хімічної продукції – основних експортних позицій того періоду. Криза також ускладнила доступ українських судноплавних компаній до кредитних ресурсів, що обмежило оновлення флоту. Світова фінансова криза 2008 р., що розпочалася з іпотечної кризи у США та переросла у глобальний спад, спричинила різке падіння світової торгівлі. За даними Світової організації торгівлі (WTO), у 2009 р. світовий обсяг торгівлі скоротився приблизно на 12%. Україна як експортно орієнтована економіка зазнала значного удару. У 2009 р. обсяги експорту товарів з України скоротилися приблизно на 40% порівняно з 2008 р. Це безпосередньо відобразилося на роботі морських портів: зменшення перевалки металопродукції; скорочення контейнерних перевезень; падіння доходів портових операторів. За даними Міністерства транспорту та зв’язку України, у 2009 році спостерігалося істотне скорочення вантажообігу морських торговельних портів порівняно з 2008 р. Особливо чутливим стало падіння світових цін на метал, що скоротило обсяги експорту через порти Чорного моря. Після 2008 року відновлення відбулося швидше завдяки стабілізації світових ринків сировини та зростанню аграрного експорту України. Обидві кризи суттєво вплинули на розвиток морських перевезень в Україні через зменшення обсягів зовнішньої торгівлі. Криза 1998 р. мала переважно регіональний характер і вплинула через економічні зв’язки з країнами СНД. Криза 2008 року мала глобальний масштаб і спричинила різке скорочення вантажообігу морських портів через падіння світового попиту. Залежність морських перевезень України від експорту сировинної продукції підвищує

вразливість галузі до світових економічних коливань. Отже, світові економічні кризи 1998 та 2008 років продемонстрували структурну залежність українських морських перевезень від кон'юнктури міжнародних ринків та необхідність диверсифікації вантажної бази.

UDC 656.61.052:159.944

Empirical Justification for the Implementation of IMO Resolution MSC.560(108) Requirements in Maritime Professional Training

assoc. prof. Bayramova O.V.

On 1 January 2026, IMO Resolution MSC.560(108) entered into force, introducing amendments to the International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW). A new mandatory competence was incorporated into Table A-VI/1-4 of the STCW Code for all categories of seafarers: "Contribute to the prevention of and response to violence and harassment, including sexual harassment, bullying and sexual assault". This competence encompasses understanding the concepts of violence and harassment, awareness of their consequences for ship safety and crew mental health, recognition of risk factors such as power imbalance, isolation, fatigue, and stress, knowledge of reporting procedures, and basic principles of trauma-informed response. The question of empirically substantiating the readiness of maritime students to develop this competence is of particular relevance.

The aim of this study was to determine students' needs for training in psychological safety and to justify the directions for implementing the requirements of Resolution MSC.560(108) into educational programmes. Research methods comprised a questionnaire survey of students at the Separated Structural Unit "Danube Institute of Water Transport of the National Transport University", specialising in J5 Maritime and Inland Water Transport (n=52, February 2026).

The survey addressed students' perceptions of the safe educational environment, their psychological well-being, and training needs.

The survey results demonstrated a high level of need for relevant training: 77.3% of respondents expressed a need for training on counteracting bullying, discrimination, and harassment; 61.5% of students indicated that they experience anxiety and stress due to the ongoing martial law conditions; 50% have close relatives serving in the Armed Forces of Ukraine or affected by the war. Notably, 100% of respondents confirmed the absence of bullying and discrimination within the institute's educational environment, indicating an established culture of safety and readiness for the introduction of new educational components.

Based on the empirical data obtained, the following changes were implemented into the educational programmes for specialisations J5.01 Navigation and Ship Handling, J5.02 Marine Engineering, and J5.03 Electrical Engineering: general competence GC19 was incorporated into the competence framework; the educational component "Soft Skills for Seafarers" was transformed into "Soft Skills and Seafarer Psychological Safety", incorporating a dedicated module on psychological safety and violence prevention on board ships. The competence is further supported by the

components “Ship Resource Management and Security Measures” and “International Maritime Organisation Standards”.
Thus, the survey results empirically confirm the relevance and timeliness of implementing IMO Resolution MSC.560(108) requirements into the maritime professional training system in Ukraine, whilst providing a methodological framework for other maritime education institutions.

УДК 626/627:656.62(477)
Модернізація Дніпровського каскаду ГЕС і її вплив на річкову логістику
ст. викл. Трофименко А.О., здобувач освіти Ферима І.І.
Дніпровський каскад гідроелектростанцій є основою регулювання стоку річки Дніпро та забезпечення судноплавства на внутрішніх водних шляхах України. До його складу входять Київська, Канівська, Кременчуцька, Середньодніпровська, Дніпровська (ДніпроГЕС) та Каховська ГЕС. Каскад формувався упродовж 1932-1975 років. Створення водосховищ забезпечило гарантовані глибини для судноплавства, що дозволило перетворити Дніпро на магістральний транспортний коридор. Згідно з даними Державного агентства водних ресурсів України, регулювання стоку Дніпра дозволило забезпечити стабільні умови навігації та роботу шлюзів, які є невід’ємною частиною гідровузлів. Однак більшість гідротехнічних споруд і шлюзів експлуатуються понад 50 років. За даними Рахункової палати України, зношеність окремих об’єктів гідроенергетики перевищує 70%, що створює ризики для безпечної експлуатації та стабільності транспортного процесу. ПрАТ «Укргідроенерго» з початку 2000-х років реалізує програму реконструкції гідроагрегатів Дніпровського каскаду. За офіційними звітами компанії, модернізація передбачає заміну турбін, генераторів, систем управління та автоматизації, що дозволяє підвищити потужність і продовжити строк експлуатації обладнання на 30-40 років. Водночас реконструкція шлюзів має безпосередній вплив на річкову логістику. За даними Міністерства інфраструктури України, пропускна спроможність окремих дніпровських шлюзів обмежена технічним станом та режимами роботи, що впливає на тривалість проходження суден. Прийняття Закону України «Про внутрішній водний транспорт» у 2020 році визначило модернізацію інфраструктури внутрішніх водних шляхів одним із пріоритетів державної політики. За даними Адміністрації морських портів України та галузевих аналітичних оглядів, розвиток річкової логістики, зокрема перевезення зерна та металопродукції Дніпром, дозволяє зменшити навантаження на автомобільні та залізничні шляхи. Одна баржа може замінити десятки вантажівок, що знижує транспортні витрати та викиди CO_2. Таким чином, модернізація Дніпровського каскаду ГЕС має комплексний вплив на річкову логістику. З одного боку, оновлення гідроагрегатів і продовження строків експлуатації забезпечує енергетичну стабільність та безпеку гідротехнічних споруд. З іншого – технічний стан шлюзів безпосередньо визначає ефективність судноплавства, швидкість перевезень і конкурентоспроможність внутрішнього водного транспорту. Подальша модернізація каскаду є стратегічною умовою розвитку річкової логістики України.

УДК 656.615(262.5)

Еволюція контейнерних перевезень у чорноморських портах (1990-2010 рр.)

ст. викл. Трофименко І.В., здобувач освіти Лєшан А.О.

Контейнеризація стала одним із ключових чинників трансформації світової морської логістики у другій половині XX століття. Для чорноморських портів України період 1990-2010 рр. став етапом переходу від пострадянської системи вантажообігу до інтеграції у глобальні контейнерні мережі. На початку 1990-х років контейнерні перевезення в українських чорноморських портах були обмеженими та здійснювалися переважно в межах міждержавних перевезень колишнього СРСР. Після здобуття незалежності відбулося різке скорочення зовнішньої торгівлі та вантажообігу. За даними Державного комітету статистики України, у 1990-х роках загальний обсяг морських перевезень суттєво зменшився, що негативно вплинуло і на контейнерний сегмент. Стабілізація розпочалася на початку 2000-х років. Важливим фактором стало залучення іноземних портових операторів та інвестицій у розвиток спеціалізованих контейнерних терміналів. У 2001 р. в Одеському морському торговельному порту було створено контейнерний термінал за участю німецької компанії HHLA (Hafen und Logistik AG), що стало першим масштабним прикладом інтеграції українського порту у міжнародну логістичну мережу.

У 2000-х роках зростання світової торгівлі сприяло активному розвитку контейнерних перевезень у Чорноморському регіоні. За даними UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development), у період 2000-2008 рр. світовий контейнерообіг демонстрував стабільне щорічне зростання, що відображалося і в регіональних портах. В Україні найбільше зростання контейнерообігу спостерігалося в портах Одеси, Іллічівська (нині Чорноморськ) та Південного. За офіційними даними Міністерства транспорту та зв'язку України, у 2007-2008 роках обсяги перевалки контейнерів досягли історичного максимуму за період незалежності. Глобальна фінансова криза 2008 р. призвела до різкого падіння світової торгівлі. За даними Світової організації торгівлі (WTO), у 2009 р. світовий обсяг торгівлі скоротився приблизно на 12%, що спричинило зменшення контейнерних перевезень у більшості регіонів світу. В Україні у 2009 р. спостерігалося значне скорочення контейнерообігу порівняно з 2008 р., що було пов'язано з падінням імпорту та експорту товарів. Попри кризове падіння, до 2010 р. відбулося поступове відновлення обсягів перевалки, що засвідчило інтеграцію чорноморських портів у глобальні логістичні ланцюги та їх залежність від світової кон'юнктури.

Таким чином, еволюція контейнерних перевезень у чорноморських портах України у 1990-2010 рр. проходила три основні етапи: спад 1990-х років, активне зростання та модернізація у 2000-2008 рр., а також різке скорочення під впливом глобальної фінансової кризи 2008 р. Розвиток контейнерної інфраструктури, залучення міжнародних операторів і залежність від світової торгівлі стали визначальними чинниками трансформації галузі.

УДК 629.5.064:621.311:519.87

Надійність систем електроживлення суден із гібридною енергетичною установкою

доц. Гордєєв М.Г., здобувач освіти Шевченко В.Г.

Сучасні тенденції розвитку морського транспорту спрямовані на декарбонізацію та підвищення енергоефективності суден. Гібридні енергетичні установки (ГЕУ), що поєднують традиційні дизель-генератори з системами накопичення енергії (СНЕ) та напівпровідниковими перетворювачами, дозволяють оптимізувати роботу двигунів та знизити викиди шкідливих речовин. Проте інтеграція великої кількості силової електроніки та акумуляторних батарей суттєво ускладнює структуру системи електроживлення, що потребує детального аналізу їхньої надійності для забезпечення безпеки мореплавства.

Мета дослідження – аналіз структурної надійності гібридних суднових систем та визначення впливу СНЕ на безвідмовність електромережі.

Гібридизація змінює принципи забезпечення живучості судна. У ГЕУ накопичувачі енергії виконують роль «гарячого резерву», що дозволяє ДГ працювати в оптимальних режимах або тимчасово вимикатися. Це мінімізує механічне зношування двигунів і знижує ймовірність повного знеструмлення судна (blackout). Надійність ГЕУ критично залежить від статичних перетворювачів та систем керування BMS. Вихід з ладу силового інвертора може призвести до втрати цілого каналу живлення. Проведене моделювання інтенсивності відмов показує, що інтеграція СНЕ дозволяє згладжувати пікові навантаження від потужних споживачів (підрулюючі пристрої, крани), запобігаючи аварійним перевантаженням ДГ. Проте, загальна надійність системи вимагає впровадження інтелектуального моніторингу стану акумуляторних блоків та резервування модулів силової електроніки. Використання топологій з шиною постійного струму (DC Grid) дозволяє спростити синхронізацію джерел та підвищити стійкість системи до перехідних процесів.

Впровадження СНЕ підвищує живучість суднової мережі за рахунок миттєвої компенсації дефіциту потужності. Для досягнення високих показників безвідмовності необхідно забезпечувати надлишковість напівпровідникових вузлів та застосовувати алгоритми адаптивного керування енерговитратами. Подальші дослідження мають концентруватися на деградації акумуляторів в умовах агресивного морського середовища.

UDC 656.61.052:305

Gender Aspects of Training Specialists in the Field of Navigation and Ship Handling: The Experience of the SSU “Danube Institute of Water Transport of NTU”

assoc. prof. Bayramova O.V.

The maritime industry has traditionally been regarded as a male-dominated profession. According to the International Maritime Organization, women constitute merely 1.2% of the global seafarer workforce, with 94% of them employed on cruise

vessels. Despite the IMO's implementation of the "Women in Maritime" programme since 1988, aimed at supporting the integration of women into the maritime sector, progress remains slow. The principal barriers include gender stereotypes, inadequate infrastructure on vessels, and the risk of harassment. The relevance of this study is determined by the IMO's policy to achieve gender equality in the maritime industry by 2030 and the entry into force of Resolution MSC.560(108), which for the first time at the international level addresses the issues of harassment and bullying on board ships – phenomena that disproportionately affect women seafarers.

The aim of this study was to analyse the dynamics of female enrolment in the specialisation J5.01 Navigation and Ship Handling at the Separated Structural Unit "Danube Institute of Water Transport of the National Transport University" and to identify approaches for creating a gender-inclusive educational environment. Research methods comprised statistical analysis of student enrolment for the period 2022–2026 and analysis of IMO and NTU regulatory documents.

The research findings demonstrated a positive trend in female enrolment in the Navigation and Ship Handling specialisation: 2022–2023 academic year – 1 person, 2023–2024 – 3 persons, 2024–2025 – 1 person, 2025–2026 – 4 persons. Overall, as of the 2025–2026 academic year, 9 women are enrolled among 241 students in this specialisation (3.7%), which is three times higher than the global average.

Based on the analysis of the requirements of IMO Resolution MSC.560(108) and the NTU Gender Equality Plan for 2025–2030, systematic changes have been introduced to the educational programmes of the institute: general competence GC19 concerning the prevention of harassment and bullying has been incorporated; the educational component "Soft Skills for Seafarers" has been transformed into "Soft Skills and Seafarer Psychological Safety"; in 2025, an elective educational component "Professional Integrity and Gender Equality at Sea" was introduced. To ensure monitoring of gender policy implementation, a thematic survey on gender issues was incorporated into the annual survey plan of the institute for the 2025–2026 academic year, aimed at obtaining objective data on the state of gender equality, identifying existing barriers, and assessing the effectiveness of implemented measures.

Thus, a systematic approach to ensuring gender equality in maritime education encompasses a range of measures: updating educational programmes, introducing specialised educational components, and monitoring through thematic surveys, which aligns with IMO policy and the strategic documents of NTU.

УДК 629.5.064:621.311

Система енергоживлення сучасного балкера

доц. Гордєєв М.Г., здобувач освіти Міхнєв О.О.

Актуальність дослідження зумовлена зростанням вимог до енергоефективності та екологічної безпеки морських суден. Сучасні балкери є складними технічними комплексами, що потребують надійної та безперебійної системи енергоживлення для забезпечення руху, роботи допоміжних механізмів, навігаційного обладнання та життєзабезпечення екіпажу.

Метою дослідження є аналіз сучасного стану системи енергоживлення балкера, а також оцінка її впливу на надійність та ефективність функціонування суднового обладнання.

Суднова енергосистема складається з головних і допоміжних джерел електроенергії, розподільчих пристроїв, систем автоматичного керування та споживачів електроенергії. Основними джерелами енергії є дизель-генератори, які перетворюють механічну енергію обертання в електричну. Зазвичай на борту встановлюється кілька дизель-генераторних установок, що забезпечують резервування та можливість паралельної роботи.

Головний розподільний щит (ГРЩ) виконує функцію приймання та розподілу електроенергії між споживачами. Через систему автоматичного керування здійснюється синхронізація генераторів, контроль навантаження та захист від перевантажень і коротких замикань. Наявність автоматизованих систем дозволяє зменшити вплив людського фактора та підвищити безпеку експлуатації.

У результаті проведеного аналізу встановлено, що суднова система енергоживлення є складним багатокомпонентним технічним комплексом, який забезпечує функціонування всіх технічних засобів судна. Її ефективність визначається надійністю дизель-генераторних установок, рівнем автоматизації, наявністю резервних джерел живлення та впровадженням енергоощадних технологій.

УДК 629.5:504

Екологія морських перевезень: проблеми та рішення

ст. викл. Дорофєєва З.Я.

Морські перевезення є важливою частиною світової торгівлі, проте вони суттєво впливають на стан навколишнього середовища. Джерелами забруднення є викиди CO_2, нафтові забруднення, шкідливі хімічні речовини, важкі метали та пластикові відходи. Основні категорії забруднень поділяються на два види: експлуатаційні, що виникають під час звичайної роботи судна, та аварійні, пов'язані з інцидентами та розливами. До головних джерел забруднення відносять атмосферні викиди CO_2, SO_x та NO_x з двигунів суден, баластні води та стічні води, які містять забруднювачі, що негативно впливають на місцеві екосистеми, а також сміття на борту та втрачене риболовне обладнання. Недостатня переробка відходів у портах та невідповідність міжнародним стандартам посилюють екологічне навантаження екосистему. Для підвищення рівня екологічної безпеки розглядаються альтернативні види палива, такі як біопаливо з мінімальними викидами шкідливих речовин, двигуни на водні та зрідженому природному газі, а також перспективи використання аміаку у якості альтернативного палива. Скорочення шкідливих викидів відбувається також завдяки застосуванню мультимодальних перевезень, оптимізації маршрутів та зниження швидкості суден (slow steaming). Модернізація портової інфраструктури, застосування альтернативної енергії та використання наявного берегового електропостачання дають змогу зменшити локальні викиди та скоротити використання дизельних генераторів на стоянці суден. Практичні заходи для сталого розвитку включають застосування автоматизованих систем контролю баластових вод та датчиків забруднення, моніторинг суден із використанням GPS, а також співробітництво

суднoплавних компаній, дослідників та органів влади для ефективного застосування заходів захисту довкілля. Додатково активне впровадження цифрових технологій, систем оптимізації енергоспоживання та «зелених» маршрутів сприяє скороченню вуглецевого сліду, підвищує економічну ефективність перевезень та стимулює галузь до розвитку інноваційних рішень. Підвищена увага до навчання екіпажів та підготовки фахівців у галузі екологічно чистого судноплавства також є ефективним фактором сталого розвитку галузі. Зниження викидів та впровадження «зелених» технологій створює нові робочі місця, підвищує престиж суднoплавних компаній на міжнародному ринку та сприяє довгостроковому економічному зростанню портових регіонів. Впровадження міжнародних стандартів посилює екологічну відповідальність морської галузі, що сприяє збереженню природного середовища та зміцнює довіру інвесторів і суспільства. Розвиток «зеленого» судноплавства стає не лише економічною необхідністю сучасності, а й ключовим чинником охорони водних екосистем.

УДК 371.3:811.111

Innovative methods for motivating students to learn English at maritime educational institutions

ст. викл. Катрич А.В.

Improving the level of English language proficiency among students of maritime educational institutions is crucial for ensuring the safety and efficiency of international maritime operations as English is the main language for intercultural communication on board ships, in the navigation and management of production processes in the maritime industry. In the context of rapid digitalization and globalization, there is a need for innovative approaches to teaching that have the following features: student-centred approach, collaborative learning, technology integration, soft skills development, creativity, flexibility, individualized educational path, constant feedback, real-world relevance. The following teaching methods comply with the criteria mentioned above.

Gamification presupposes integrating game elements (points, levels, maps, challenges, rewards) into educational context to transform routine tasks into new motivating experiences.

Multimedia and interactive teaching materials: use of virtual maps, audio and video recordings for learning English in the context of maritime professions; interactive exercises that allow students to actively engage in learning.

Virtual maritime simulators provide a realistic environment for seafarers to practice English while navigating.

Blended learning combines traditional lessons with online activities, which makes educational process flexible, self-paced and personalised.

Flipped classroom method means that students master the learning material in advance and then class time is dedicated to discussions, practical tasks and personalised feedback.

Collaborative learning presupposes that students work together in teams to consolidate information and create a comprehensive presentation. This method is

extremely important for developing such soft skills as communication, teamwork and leadership.
Intercultural communication through practising English with foreign students and native speakers, organization of student exchanges and joint projects with other maritime educational institutions.
Mentoring and peer learning involves engaging experienced sailors or senior students as mentors for beginners, organizing group meetings and partnership programs with industry representatives.
Interdisciplinary teaching may be used to integrate educational content from different subjects around common themes.
Each of the presented methods is effective and has its own development potential and impact on students' motivation to learn English. The method choice depends on the learning objectives and students' actual capabilities – level of English, background knowledge, and professional interests.

УДК 373.3.091.64:5

Гейміфікація як інструмент підвищення навчальної мотивації здобувачів вищої морської освіти

ст. викл. Андрончик Ю.М.

У сучасній динамічній морській галузі збереження конкурентоспроможності потребує впровадження інноваційних та ефективних стратегій, серед яких особливе місце посідає гейміфікація. Цей підхід трансформує традиційні методи навчання, перетворюючи рутинні завдання на інтерактивні виклики, що сприяють розвитку командної роботи, підвищенню продуктивності та ефективності.
Дослідження застосування гейміфікації в морському секторі є актуальним, оскільки йдеться про використання ігрових елементів у навчальному процесі з метою підвищення залученості та мотивації здобувачів освіти. Такий підхід сприяє формуванню більш високого рівня професійної підготовки та безпеки морського персоналу.
Сучасні тенденції гейміфікації в галузі пов'язані з використанням новітніх цифрових технологій, зокрема:
– штучного інтелекту, який сприяє прийняттю обґрунтованих рішень та автоматизації процесів;
– мобільних застосунків, що забезпечують оперативний доступ до навчальних матеріалів і комунікації.
Застосування гейміфікації в морській освіті підвищує інтерактивність навчального процесу. Зокрема, симуляційні платформи моделюють реальні виробничі сценарії, що дозволяє здобувачам безпечно відпрацьовувати професійні навички. Такий формат навчання підвищує залученість, сприяє кращому засвоєнню складного матеріалу та забезпечує вищу ефективність освітнього процесу порівняно з традиційними методами.
Переваги гейміфікації для здобувачів вищої морської освіти:
– персоналізований зворотний зв'язок та об'єктивне оцінювання;

– моделювання реальних виробничих ситуацій;
– підвищення рівня мотивації та професійної залученості;
– зростання продуктивності та зменшення кількості помилок;
– масштабованість і гнучкість освітніх рішень.
До ключових компонентів гейміфікованого навчання належать:
– модулі віртуальної реальності;
– симуляційні навчальні платформи;
– інструменти моніторингу та оцінювання результатів навчання.
Морська галузь зазнає стрімких змін, і впровадження гейміфікації є важливим чинником її інноваційного розвитку. Поєднання професійних компетентностей із цифровими технологіями відкриває нові можливості для підвищення безпеки, ефективності та якості підготовки фахівців. Використання гейміфікації в морській освіті дозволяє закладам вищої освіти досягати кращих результатів та відповідати сучасним вимогам галузі.

УДК 656.6:519.8

Математичні методи в організації мультимодальних перевезень на водному транспорті

ст. викл. Гончарова І.М.

Формування транспортних потоків в процесі організації транспортного обслуговування ланцюгів постачання як на локальному, так й на глобальному рівнях, потребує клієнтоорієнтованих технологій та методик, що спонукає до пошуку оптимальних алгоритмів роботи з різноманітними вантажами. Одним із способів залучення максимальної кількості потенційних користувачів транспортних послуг на водному транспорті є організація мультимодальних перевезень. Формування мультимодальної системи доставок потребує спеціалізованих математичних інструментів, які дозволять обчислити мінімальний рівень транспортних витрат, оптимізувати час доставки, спрогнозувати перелік та обсяги потенційних ризиків, запропонувати оптимальні елементи логістичного ланцюга. Для оптимізації маршрутів і вибору транспортних засобів використовується цілочислове програмування, метод потенціалів, метод найкоротшого шляху, алгоритм Дейкстрі, які дозволяють обчислити найефективніші маршрути. Для обчислень, пов’язаних із створенням оптимальних комбінацій різних видів транспортних засобів у моделюванні логістичних систем використовуються імітаційне моделювання, системна динаміка та елементи теорії масового обслуговування. Одним з головних чинників в організації мультимодальних перевезень є оптимізація роботи портів, яка досягається застосуванням таких математичних методів, як моделі розподілу ресурсів та алгоритми розкладу. Застосування математичних методів в системі організації мультимодальних перевезень на водному транспорті дають змогу знизити логістичні витрати в середньому на 15-20%, скоротити час доставки в середньому на 8-12%, підвищити ефективність використання портових потужностей, підтримувати стратегічне планування сталого розвитку транспортної системи.

УДК 656.615:519.852

Моделювання модернізації портової логістики з використанням транспортної задачі

ст. викл. Дорофєєва З.Я.

Сучасний стан водного транспорту в Україні вимагає модернізації та розвитку портової логістичної інфраструктури. Математичні методи дозволяють розв’язати задачі, викликані зростаючими вимогами до швидкості перевезення вантажів, інтеграцією мультимодальних коридорів та обмеженістю ресурсів. Транспортна задача лінійного програмування – потужний інструмент, який дозволяє оптимізувати розподіл вантажопотоків та налагодити ефективну роботу портових систем. Математичний апарат надає можливість модернізувати портову логістику для підвищення ефективності її використання. Модернізація портової логістичної системи передбачає оптимізацію таких процесів, як розподіл вантажопотоків між терміналами, вибір раціональних маршрутів перевезень, мінімізація транспортних витрат, зменшення простоїв суден та перевантажувальної техніки, інтеграцію порту в різноманітні мультимодальні транспортні системи. Прикладне застосування транспортної задачі дозволяє систематизувати процеси розподілу вантажів з урахуванням наявних обмежень ресурсів, пропускної спроможності інфраструктури та попиту споживачів. В умовах модернізації модель може бути розширена параметрами, що враховують реконструкцію або розширення терміналів, зміну пропускної здатності причалів, впровадження цифрових систем управління та залучення нових логістичних коридорів. Дослідження українських науковців підтверджують ефективність використання економіко-математичного інструментарію в управлінні портовими вузлами. Зокрема, Ю. В. Куруджи та В. Л. Ромах запропонували використовувати модель, що базується на розширеній транспортній задачі з урахуванням перевалочних пунктів та ресурсних обмежень, які дозволяють мінімізувати сукупні логістичні витрати та підвищити ефективність модернізації портової системи. Питання розробки ефективної транспортно-логістичної системи України досліджено Горошковою Л., Бакуровою А. та ін.. Автори приділили увагу необхідності оптимізації взаємозв’язків між морськими портами та сухопутними вузлами, пропонуючи алгоритм розподілу вантажів для скорочення витрат. Методологічною основою для розглянутої моделі є класична транспортна задача, адаптована до специфіки транспортної системи України. Використання транспортної задачі як інструменту модернізації дозволяє оцінити ефективність альтернативних сценаріїв розвитку портової інфраструктури, обґрунтувати інвестиційні рішення, забезпечити зниження логістичних витрат, підвищити конкурентоспроможність українських портів і сприяти інтеграції України в європейську транспортну систему.

УДК 378.147:656.61:81'271

Формування комунікативної професіограми фахівця морського транспорту під час вивчення гуманітарних дисциплін

доц. Медведєва О.Ю.

Сучасна індустрія морської галузі висуває високі вимоги до комунікативних компетентностей фахівців морського транспорту. Професійна діяльність моряків передбачає міжнародну взаємодію, роботу в мультикультурному середовищі та необхідність чіткої передачі інформації в екстремальних умовах. Формування комунікативної професіограми майбутніх спеціалістів морської галузі є пріоритетним завданням закладів вищої морської освіти, а гуманітарні дисципліни відіграють ключову роль у цьому процесі.

Комунікативна професіограма фахівця морського транспорту являє собою сукупність комунікативних знань, умінь, навичок та особистісних якостей, необхідних для ефективного виконання професійних обов'язків.

Основними компонентами комунікативної професіограми є такі компетентності: лінгвістична, соціокультурна, прагматична, дискурсивна та стратегічна.

Для розвитку професійної комунікативної компетентності майбутніх морських фахівців заклади вищої морської освіти запроваджують в освітній процес низку гуманітарних освітніх компонентів, які створюють теоретичну базу та практичний інструментарій: Українська мова за професійним спрямуванням англійська мова для моряків, Психологія морської галузі, Етико-релігійна толерантність у багатонаціональних екіпажах та ін.

В процесі викладання гуманітарних дисциплін доцільним є використання таких методів формування комунікативної професіограми, як ситуативно-рольове моделювання, кейс-методи, проєктна діяльність, симуляційні тренінги, інтерактивні методи, рефлексивний аналіз.

Запорукою ефективності формування комунікативної професіограми є обов’язкове врахування специфіки морської професії: обмеженість комунікативного простору, міжнародний характер діяльності, стандартизація комунікації, критичність комунікативних помилок.

Серед основних критеріїв сформованості комунікативної професіограми зазначимо передусім когнітивний, операційний, особистісний та рефлексивний.

Формування комунікативної професіограми фахівця морського транспорту є комплексним процесом, що вимагає системного підходу та інтеграції різних гуманітарних дисциплін. Ефективність цього процесу залежить від врахування специфіки морської професії, використання сучасних педагогічних технологій та практико-орієнтованого підходу до навчання.

Гуманітарні дисципліни виконують системоутворювальну функцію у формуванні комунікативної компетентності майбутніх морських фахівців, забезпечуючи як теоретичну підготовку, так і практичне відпрацювання комунікативних навичок.

Подальші дослідження будуть зосереджені на розробці інтегрованих навчальних програм гуманітарних дисциплін з урахуванням міжнародних стандартів морської освіти та вимог сучасного ринку праці морської галузі.

УДК 656.61:629.5.017

Розвиток та перспективи автономного торговельного флоту

ст. викл. Тришин В.В., здобувач освіти Максім М.В.

Сучасна морська індустрія перебуває у фазі активної трансформації, зумовленої впровадженням концепції «Індустрія 4.0». Ключовим вектором цього розвитку є створення автономних суден (Maritime Autonomous Surface Ships – MASS), що здатні функціонувати з мінімальним залученням людини або повністю під управлінням штучного інтелекту.

Міжнародна морська організація (IMO) виділяє чотири ступені автономності: від суден із автоматизованими процесами та підтримкою прийняття рішень до повністю автономних одиниць, де операційна система самостійно приймає рішення та виконує дії. Сьогодні більшість проєктів зосереджена на 2-му та 3-му рівнях (дистанційне керування з екіпажем або без екіпажу на борту).

Реалізація автономного судноплавства базується на синергії таких технологій, що є технологічним фундаментом:

1. Сенсорна фузія: інтеграція даних з радарів, лідарів, камер нічного бачення та тепловізорів для створення 360-градусної моделі навколишнього середовища;
2. Штучний інтелект та машинне навчання: алгоритми для розпізнавання об’єктів, прогнозування траєкторій та уникнення зіткнень згідно з МППЗС-72;
3. Високошвидкісний зв'язок: використання низькоорбітальних супутникових систем (на кшталт Starlink) для забезпечення стабільного каналу передачі даних між судном та береговим центром дистанційного керування (ROC).

Впровадження MASS має економічні та екологічні переваги та дозволяє оптимізувати корисну площу, оскільки відсутність потреби у житлових надбудовах, системах життєзабезпечення та провізії збільшує вантажопідйомність судна. Також MASS дозволяє знизити вплив «людського фактору», який є причиною 75 % аварій на морі, що стаються через помилки екіпажу (штучний інтелект позбавлений втоми та зниження концентрації). До того ж точне прокладання маршруту та оптимізація роботи двигуна дозволяють зменшити викиди CO_2 в атмосферу.

Проте існують певні виклики та бар’єри на шляху впровадження MASS. Попри технологічну готовність, існують суттєві перешкоди:

1. Юридична невизначеність. Чинні міжнародні конвенції (SOLAS, MARPOL, STCW) вимагають присутності екіпажу, що потребує перегляду питання відповідальності у разі інцидентів.
2. Кібербезпека. Автономні судна є вразливими до хакерських атак, підміни сигналів GPS (spoofing) та перехоплення управління.
3. Технічна надійність. Відсутність механіків на борту ставить під загрозу живучість судна у разі механічної поломки в умовах відкритого океану.

Перспективи автономного флоту насамперед пов'язані з каботажними перевезеннями та короткими фідерними лініями. Масовий перехід до океанських автономних рейсів відбудеться через етап «гібридного судноплавства», де ШІ виступатиме надійним асистентом капітана.

СЕКЦІЯ 14
НАДВІРНЯНСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ НТУ

УДК 658.5:629.3

Комерційна робота станцій технічного обслуговування автомобілів як підприємницьких структур в умовах конкурентного ринку

викл. Багровецька І.В., викл. Станкевич В.В., студенти Дутчак А.В., Чолій М.В.

Функціонування станцій технічного обслуговування автомобілів (СТОА) як самостійних суб'єктів підприємницької діяльності, зорієнтоване на отримання прибутку та задоволення потреб споживачів, які зацікавлені у якісному сервісному обслуговуванні транспортних засобів. Запорукою фінансової стійкості та розвитку СТОА за сучасних умов росту автомобілізації, високої конкуренції, цифровізації сервісних процесів є ефективна комерційна робота СТОА. Визначено сутність комерційної роботи СТОА через призму заходів, спрямованих на формування попиту, надання сервісних послуг, ціноутворення, управління витратами, просування послуг та забезпечення рентабельності.

Проаналізовано окремі складові комерційної роботи з метою забезпечення конкурентоспроможності СТОА, такі як аналіз ринку автосервісних послуг, формування переліку послуг, організація роботи з клієнтами, контроль якості послуг та формування репутації. У ході дослідження виявлено залежність успіху роботи СТОА від платоспроможності населення, необхідності інвестувати у сучасне діагностичне обладнання, застосування сучасних технологій ремонту автомобілів, кваліфікації персоналу, сформованого іміджу. Вказані аспекти продиктовані високою конкуренцією з боку мережевих автосервісів, дефіцитом кваліфікованих механіків та ризиком втрати клієнтів через низький рівень сервісу. Опираючись на сучасні тенденції розвитку СТОА такі, як цифровий запис клієнтів, використання CRM-систем для обліку замовлень та розширення спектру супутніх послуг визначено та обґрунтовано наступні напрямки вдосконалення комерційної роботи СТОА: впровадження маркетингової стратегії, оптимізація витрат, диверсифікація послуг, підвищення кваліфікації персоналу та формування позитивного іміджу через якість обслуговування та відгуки клієнтів. З урахуванням векторів удосконалення комерційної роботи СТОА сформульовано практичні рекомендації щодо системи визначення конкурентних переваг на локальному ринку, які зорієнтовані на поєднанні технічної компетентності, маркетингової політики та клієнтоорієнтованості.

УДК 004.4:004.89

Технології Deepfake та Shallowfake в сучасному інформаційному суспільстві та їх негативний вплив на людину

викл. Борко В.Я.

Комп'ютерна обробка даних завжди займала важливу нішу в інформаційній діяльності людини і з плином часу появлялись все більше методів та способів працювати з ними. Цифрова інформація яку суспільство отримує і споживає через сучасні телекомунікаційні мережі стала невід'ємним атрибутом кожної людини. І не важливо чи це пов'язано з творчою діяльністю в тій чи іншій сфері або галузі, чи використовується суто для розваги. А в останні роки штучний інтелект (ШІ) надав і продовжує надавати всім нові можливості для розвитку соціальних комунікацій. На жаль гірша сторона цієї області – це маніпулювання даними тобто цифрового контенту з метою дискредитації, шантажування, провокації конкретних осіб, враховуючи стан і ситуації в якій вони опинились чи можуть опинитися.

Одним з таких методів розповсюдження підробленої, неправдивої інформації через засоби штучного інтелекту є широке застосування технології Deepfake – так званий «глибокий обман/фейк», тобто спотворення дійсності/реальності через візуалізацію цифрового контенту. Більше того дана технологія може створювати зображення та відео людей чи подій яких взагалі ніколи не існувало і видавати їх за справжні. Кіберзлочинці активно використовують технологію Deepfake для маніпуляції суспільством тим самим дискредитують ставлення людей до конкретних осіб (часто відомих), що в свою чергу призводить до обговорень, дискусій і неправдивих звинувачень в адрес так званого «обвинуваченого». Часто такі відео-ролики створені за допомогою ШІ робляться під заказ, за що шахраї чи злочинці заробляють ще й немалі гроші. Як приклад – створення фейкових порно роликів технологією Deepfake що є дуже загрузлими і руйнівним явищем в меді просторі для будь-кого.

Ще однією технологією подання підробленої чи неправдивої інформації це Shallowfake – так званий «поверхневий фейк» – медіа контент, який на відміну від діпфейків створюється без участі ШІ, але також несе у собі підроблені чи неправдиві зображення, аудіо, відео. В основі цієї технології стоїть реальний цифровий контент який піддався подальшій обробці, тобто коригуванню. Хоч технологія Shallowfake не є такою небезпечною як Deepfake, в цілому для суспільства вона також небезпечна, бо за її допомогою можна поширювати дезінформацію, скомпрометувати людину чи наприклад виставити групу осіб в неприйнятному для них образі. Кіберзлочинці чи звичайні шахраї які використовують це заради збурення суспільства або власних розваг чи уявної слави нерідко використовують цей фейковий медіа контент для просування своєї уявної слави або заради сенсації чи як «наживку» для інших. Через це технологію Shallowfake часто називають ще cheapfake (дешевий обман).

Тому через відповідні платформи слід ретельно перевіряти сумнівний цифровий контент який використовується на наявність правдивого, достовірного і реального відображення інформації в ньому щодо виявлення фейків, а в разі виявлення обману сигналізувати і не боятись викривати шахраїв.

УДК 004.4:004.056

Часткова автоматизація навчального процесу на основі розробки клієнт-серверного застосунку для гейміфікації навчання з дисципліни «Основи кібербезпеки»

викл. Борко В.Я., викл. Волинський О.І., студент Ломпас А.І.

У сучасних умовах цифрової трансформації освіти особливої актуальності набуває впровадження інтерактивних технологій навчання, спрямованих на підвищення мотивації студентів та формування практичних компетентностей. Одним із перспективних підходів є гейміфікація освітнього процесу, що передбачає використання ігрових механік у неігровому середовищі. У роботі представлено результати розробки клієнт-серверного застосунку для підтримки гейміфікованого навчання з дисципліни «Основи кібербезпеки».

Метою дослідження є створення програмного засобу, який забезпечує інтерактивну взаємодію між викладачем і студентами, автоматизований контроль знань, накопичення балів, систему досягнень та рейтингове оцінювання. Архітектура застосунку реалізована за клієнт-серверною моделлю, що забезпечує централізоване зберігання даних, багатокористувацький режим роботи та можливість масштабування системи.

Серверна частина відповідає за обробку запитів клієнтів, автентифікацію користувачів, зберігання результатів тестування та формування статистичних звітів. Клієнтський інтерфейс реалізовано у вигляді вебзастосунку з інтуїтивно зрозумілою навігацією та адаптивним дизайном. Гейміфіковані елементи включають систему рівнів, віртуальні нагороди, сценарії кіберінцидентів та інтерактивні завдання з моделюванням реальних загроз інформаційній безпеці.

Процес реалізації передбачає аналіз навчальної програми дисципліни, формування функціональних та нефункціональних вимог, проєктування структури бази даних, розробку програмних модулів та тестування системи. Особлива увага приділяється забезпеченню безпеки зберігання даних, контролю доступу та захисту від типових вебзагроз.

Отримані результати тестування модулів системи підтверджують ефективність використання клієнт-серверного гейміфікованого застосунку як інструменту підтримки навчання з дисципліни «Основи кібербезпеки» та доцільність подальшого розвитку функціональних можливостей системи.

УДК 004.9:378.1:159.9

Інформаційна система збору та аналізу показників самопочуття і психологічного стану студентів у процесі навчання

викл. Волинський О.І., студенти Завальнюк Н.Ю., Савчук В.В.

У сучасних умовах цифровізації освітнього середовища особливої актуальності набуває проблема моніторингу самопочуття та психологічного стану здобувачів освіти. Інтенсифікація навчального процесу, зростання обсягів інформації, поєднання навчання з роботою та вплив зовнішніх соціальних факторів створюють додаткове навантаження на студентів. Це зумовлює необхідність впровадження інструментів, які дозволяють оперативно здійснювати збір,

обробку й аналіз даних про фізичне та емоційне самопочуття студентів з метою підвищення якості освітнього процесу та профілактики дезадаптаційних станів.
Метою роботи є обґрунтування та розроблення інформаційної системи, що забезпечує автоматизований збір і аналіз показників самопочуття та психологічного стану студентів у процесі навчання. Основними завданнями є: визначення переліку релевантних показників (рівень стресу, втоми, мотивації, емоційного стану, концентрації уваги тощо); проєктування структури бази даних; реалізація програмного модуля введення та обробки інформації; розроблення алгоритмів аналітичної обробки даних і формування узагальнених звітів.
Запропонована система передбачає використання веборієнтованої з можливістю інтеграції в існуюче інформаційно-освітнє середовище закладу фахової передвищої освіти. Збір даних може здійснюватися шляхом регулярного анкетування студентів через особистий кабінет, а також із застосуванням адаптивних опитувальників, що враховують попередні відповіді користувача. Для обробки інформації доцільно застосовувати методи статистичного аналізу, нормалізацію показників, побудову індексів психологічного благополуччя та візуалізацію результатів у вигляді діаграм і динамічних графіків.
Практична цінність розробки полягає у можливості своєчасного виявлення негативних тенденцій у стані студентів, прогнозування ризиків академічної неуспішності, емоційного вигорання або зниження мотивації. Аналітичні звіти можуть використовуватися адміністрацією закладу освіти, кураторами академічних груп і психологічною службою для прийняття обґрунтованих управлінських рішень та розроблення коригувальних заходів.
Отже, створення програмно-інформаційної системи збору та аналізу показників самопочуття і психологічного стану студентів є перспективним напрямом у сфері комп’ютерної інженерії та освітніх технологій. Реалізація такого рішення сприятиме підвищенню ефективності освітнього процесу, формуванню здорового освітнього середовища та забезпеченню комплексної підтримки студентської молоді.

УДК 004.65:004.738.5:659.3

Проєктування інформаційних систем онлайн-сервісів візуальної колаборації та управління контентом у цифрових платформах

викл. Волинський О.І., студенти Семенюк Р.О., Чумакевич Ю.Ю.

У сучасному цифровому середовищі зростає потреба у створенні ефективних інформаційних систем, що забезпечують організацію колективної роботи та управління контентом у межах спеціалізованих онлайн-платформ. Особливої актуальності набувають сервіси візуальної організації інформації для командної взаємодії, а також системи управління контентом (CMS), орієнтовані на динамічні галузі, зокрема кіберспорт. Розроблення таких систем вимагає комплексного підходу до проєктування архітектури, моделювання бізнес-процесів і забезпечення масштабованості та безпеки.

Метою дослідження є обґрунтування підходів до проєктування інформаційних систем онлайн-сервісів візуальної колаборації та управління контентом у межах цифрових платформ. Основними завданнями є аналіз функціональних вимог користувачів, формування структури даних, вибір архітектурного стилю, розроблення механізмів синхронізації та адміністрування контенту, а також забезпечення зручного інтерфейсу взаємодії.

Інформаційна система онлайн-сервісу візуальної організації інформації для колективної роботи передбачає реалізацію інтерактивного середовища з використанням дошок, схем, ментальних карт, карток завдань і інших елементів візуалізації. Така система повинна підтримувати багатокористувацький режим у реальному часі, контроль версій, розмежування прав доступу та інтеграцію з іншими сервісами. Доцільним є використання мікросервісної або клієнт-серверної архітектури, RESTful API та сучасних вебтехнологій для забезпечення адаптивності й масштабованості.

У свою чергу, інформаційна система управління контентом онлайн-платформи у сфері кіберспорту має враховувати специфіку галузі: оперативне оновлення новин, результатів турнірів, профілів команд і гравців, медіаконтенту та аналітики. Система повинна забезпечувати гнучке керування структурою сайту, підтримку ролей користувачів (адміністратор, редактор, модератор), механізми публікації та архівування матеріалів, а також інструменти SEO-оптимізації та аналітичного моніторингу відвідуваності. Важливою складовою є реалізація модулів кешування та оптимізації запитів до бази даних для забезпечення стабільної роботи при високих навантаженнях.

Спільною рисою обох напрямків є орієнтація на користувача, необхідність забезпечення безперервності сервісу, захисту даних і відповідності сучасним вимогам інформаційної безпеки. Проєктування таких систем передбачає використання методологій UML-моделювання, принципів SOLID, контейнеризації та хмарної інфраструктури для розгортання й масштабування.

Отже, розроблення інформаційних систем онлайн-сервісів візуальної колаборації та управління контентом у цифрових платформах є актуальним напрямом. Реалізація зазначених рішень сприятиме підвищенню ефективності командної взаємодії, оптимізації процесів адміністрування контенту та розвитку цифрової екосистеми сучасних онлайн-платформ.

УДК 336.332

Платежі як невід'ємна частина фінтех

викл. Галайчук С.П., студент Завальнюк М.В.

Фінтех – це сфера фінансової системи, яка об'єднує компанії, що використовують новітні розробки для надання якісніших фінансових послуг. Він передбачає використання інноваційних технологій фінансовими установами, органами державного управління та торговельними організаціями для задоволення потреб споживачів в умовах розвитку економіки споживання.

На сучасному етапі цифрові інструменти стали невід'ємною частиною щоденної діяльності, а електронні платіжні системи впроваджують нові моделі взаємодії між споживачами, підприємствами та фінансовими установами, змінюючи

способи здійснення транзакцій, управління заощадженнями та отримання банківських послуг.
Платежі є невід'ємною частиною фінтеху, оскільки фінтех-додатки надають різні фінансові сервіси, що дозволяють приймати та здійснювати платежі в різних валютах для багатьох платформ.

УДК 656.073

Автоматизовані системи диспетчерського управління на автомобільному транспорті

викл. Гереджук О.М.

Сучасний розвиток автомобільного транспорту неможливий без впровадження інформаційних технологій. Зростання обсягів перевезень, підвищення вимог до безпеки, економічності та оперативності доставки вантажів і пасажирів зумовлюють необхідність застосування автоматизованих систем диспетчерського управління (АСДУ). Такі системи забезпечують контроль руху транспортних засобів, координацію роботи водіїв, оптимізацію маршрутів і підвищення ефективності функціонування автотранспортних підприємств.

Автоматизована система диспетчерського управління — це комплекс програмно-апаратних засобів, призначений для моніторингу, аналізу та управління рухом транспортних засобів у реальному часі.

Основними цілями впровадження АСДУ є оперативний контроль місцезнаходження транспорту, підвищення безпеки перевезень, оптимізація маршрутів руху, зменшення витрат пального, контроль режимів праці та відпочинку водіїв, підвищення якості обслуговування клієнтів.

До основних функцій АСДУ можна віднести моніторинг транспорту в реальному часі, контроль швидкісного режиму, контроль витрат пального, планування та оптимізацію маршрутів, формування звітності, контроль виконання графіків руху, диспетчеризацію пасажирських перевезень, інтеграцію з тахографами.

Використання автоматизованих систем диспетчерського управління дозволяє зменшити витрати пального на 10–20%, підвищити продуктивність автопарку, зменшити кількість порушень дисципліни водіями, знизити аварійність, підвищити рівень сервісу для клієнтів, забезпечити прозорість роботи підприємства.

Автоматизовані системи диспетчерського управління є невід’ємною складовою сучасного автомобільного транспорту. Вони забезпечують підвищення ефективності управління, зменшення витрат, покращення безпеки та якості перевезень. В умовах цифровізації транспортної галузі впровадження таких систем стає не перевагою, а необхідністю для забезпечення конкурентоспроможності автотранспортних підприємств.

УДК 625.7/.8

Обґрунтування критеріїв модифікування бітумних в'яжучих для підвищення довговічності дорожніх покриттів

викл. Голейко О.В., викл. Кузьмич М.В., викл. Киричук М.В.

Запропоновано критеріальний підхід до модифікування фізико-хімічного складу бітумних в'яжучих з метою підвищення тріщиностійкості, колійностійкості та довговічності автомобільних доріг в умовах інтенсивних транспортних навантажень і кліматичних коливань. Методологія базується на комплексному врахуванні реологічних, адгезійних, структурно-механічних і температурних показників, що визначають експлуатаційну надійність асфальтобетонних покриттів.

Підвищення експлуатаційних характеристик досягається шляхом: оптимізації групового хімічного складу бітуму (співвідношення асфальтенів, смол і олив) за структурним критерієм (S); регулювання в'язкісно-пружних властивостей за реологічним критерієм (η*); забезпечення температурної стабільності в'яжучого за температурним інтервалом пластичності (ΔT); покращення адгезії до мінеральних матеріалів за адгезійним критерієм (A); підвищення стійкості до втомного руйнування за критерієм накопичення пошкоджень (Nf); мінімізації колієутворення за деформаційним критерієм (ε).

Запобігання передчасному старінню та втраті еластичності забезпечується введенням полімерних модифікаторів, поверхнево-активних речовин і антиоксидантів з урахуванням їх сумісності та дисперсності в бітумній матриці. Комплексне застосування зазначених критеріїв дозволяє науково обґрунтувати склад модифікованих бітумних в'яжучих та забезпечити підвищення довговічності дорожніх конструкцій у реальних умовах експлуатації.

УДК 625.7/.8

Обґрунтування критеріїв модифікування бітумних в'яжучих для підвищення довговічності дорожніх покриттів

викл. Голейко О.В., викл. Кузьмич М.В., викл. Киричук М.В., студент Бабінський М.В.

Запропоновано критеріальний підхід до модифікування фізико-хімічного складу бітумних в'яжучих з метою підвищення тріщиностійкості, колійностійкості та довговічності автомобільних доріг в умовах інтенсивних транспортних навантажень і кліматичних коливань. Методологія базується на комплексному врахуванні реологічних, адгезійних, структурно-механічних і температурних показників, що визначають експлуатаційну надійність асфальтобетонних покриттів.

Підвищення експлуатаційних характеристик досягається шляхом: оптимізації групового хімічного складу бітуму (співвідношення асфальтенів, смол і олив) за структурним критерієм (S); регулювання в'язкісно-пружних властивостей за реологічним критерієм (η*); забезпечення температурної стабільності в'яжучого за температурним інтервалом пластичності (ΔT); покращення адгезії до мінеральних матеріалів за адгезійним критерієм (A); підвищення стійкості

до втомного руйнування за критерієм накопичення пошкоджень (Nf); мінімізації колієутворення за деформаційним критерієм (ε).
Запобігання передчасному старінню та втраті еластичності забезпечується введенням полімерних модифікаторів, поверхнево-активних речовин і антиоксидантів з урахуванням їх сумісності та дисперсності в бітумній матриці. Комплексне застосування зазначених критеріїв дозволяє науково обґрунтувати склад модифікованих бітумних в'яжучих та забезпечити підвищення довговічності дорожніх конструкцій у реальних умовах експлуатації.

УДК 159.9:656.7.022

Методика поетапного навчання "Simulator–Indoor FPV Flight" та технології Tiny Whoop для підготовки майбутніх операторів безпілотних систем

викл. Гринішак В.Ю., студенти Дем'янів В.П., Самуляк Т.В.

Повномасштабна війна росії проти України докорінно змінила парадигму ведення бойових дій. FPV-дрони-камікадзе, дрони-скидачі та розвідувальні мультироторні системи стали невід'ємною частиною сучасної війни, перебравши на себе функції високоточної артилерії та розвідки тактичного рівня. Відповідно, виникла гостра державна потреба у масовій підготовці операторів БПЛА.
У цьому контексті оновлення навчальної програми шкільного предмета «Захист України» є критично необхідним. Традиційні методи (стройова підготовка, збирання/розбирання автомата) залишаються важливими, проте вони не відповідають технологічним викликам сучасної війни. Інтеграція вивчення FPV-технологій у навчальний процес дозволяє не лише підготувати молодь до можливих реалій захисту держави, але й формує потужний фундамент для інженерної та STEM-освіти (аеродинаміка, радіоелектроніка, програмування).
Керування FPV-дроном у режимі Acro (Manual) є складним психомоторним завданням, оскільки дрон не має автоматичної стабілізації. Будь-яка помилка в реальному польоті призводить до аварії та втрати дороговартісного обладнання. Саме тому навчання обов'язково має починатися з комп'ютерних симуляторів. Симулятори (такі як Liftoff, VelociDrone, Uncrashed) дозволяють студентам сформувати стійкі нейронні зв'язки для керування стіками апаратури управління (пульта).
Після рекомендованого мінімуму 20-30 годин навчання на симуляторі, студент готовий до реального польоту. Однак використання повноцінних 7-10 дюймових бойових дронів у навчальний закладах є вкрай небезпечним через високу швидкість, відкриті лопаті та велику вартість. Ідеальним рішенням є клас дронів Tiny Whoop (вупи). Tiny Whoop — це мікро-дрон (зазвичай розміром 65-85 мм), вагою від 20 до 50 грамів. Його головна особливість — наявність захисного кожуха навколо пропелерів (дактів). Навчання на «вупах» є критично важливим етапом, оскільки симулятори не можуть передати всіх аспектів реального польоту.
Впровадження FPV-технологій має глибокий вплив на когнітивний розвиток підлітків, зокрема:

- гейміфікація навчального процесу;
- просторове мислення та орієнтація;
- стресостійкість та прийняття рішень;
- командна робота.

Попри очевидні переваги, масове впровадження цієї методики стикається з низкою проблем: кадровий голод, матеріально-технічне забезпечення, технічне обслуговування.

УДК 004.4:004.056

Проєктування веб-застосунку інформаційної системи для вивчення фахових дисциплін

викл. Гринчишин Т.М., студенти Якубів О.В., Процак С.С.

У сучасних умовах стрімкого технологічного прогресу самоосвіта у сфері інформаційних технологій набуває особливого значення. Водночас самостійне опанування ІТ-дисциплін є досить складним завданням, адже потребує високого рівня самоорганізації, мотивації та доступу до якісних і актуальних навчальних матеріалів. У цьому зв'язку важливу роль відіграють сучасні освітні вебплатформи, які виступають ефективним інструментом для організації самонавчання.

Станом на початок 2026 року спостерігається суттєве зростання інтересу до онлайн-платформ, орієнтованих на самостійне вивчення ІТ-напрямів. Така тенденція зумовлена поширенням дистанційної освіти, підвищеним попитом на кваліфікованих ІТ-фахівців, а також швидким оновленням технологій, що вимагає постійного вдосконалення професійних знань і навичок.

Попри значну кількість існуючих ресурсів, наразі відсутнє універсальне рішення, яке б повністю відповідало потребам усіх користувачів. Більшість платформ не забезпечують достатньої гнучкості для персоналізації навчального процесу, а також не завжди гарантують належний рівень контролю та якості засвоєння матеріалу.

Створене програмне забезпечення надасть можливість ефективної взаємодії між користувачами, адаптації освітнього процесу до індивідуальних особливостей кожного здобувача, а також доступу до сучасних навчальних ресурсів. Текстові завдання органічно поєднуватимуться з відеоматеріалами та рекомендаціями для поглибленого самостійного опрацювання тем. Це дозволить користувачам навчатися у зручному для себе темпі та зосереджувати увагу на найбільш важливих аспектах обраної дисципліни.

Запропоноване програмне забезпечення інноваційної освітньої веб-платформи для опанування ІТ-дисциплін є доцільним і своєчасним, оскільки наявні аналоги не забезпечують повного набору інструментів для гнучкої адаптації навчального процесу. Веб-додаток надасть користувачам можливість проходити структуровані курси та закріплювати набуті знання шляхом виконання практичних завдань. Крім того, система сприятиме активній взаємодії з навчальним контентом і дозволить індивідуалізувати освітній процес відповідно до потреб, рівня підготовки та цілей кожного користувача.

УДК 338.5

Інтеграція цифрових інструментів та технологій штучного інтелекту в освітній процес здобувачів фахової передвищої освіти як механізм фінансової грамотності, розвитку підприємницьких навичок та аналітичних компетентностей

викл. Дричак В.Т.

В умовах цифрової економіки традиційні методи викладання економічних дисциплін у закладах фахової передвищої освіти часто залишаються надто теоретичними, що призводить до розриву між академічними знаннями студентів і реальними викликами ринку.

Дослідження зосереджено на двох взаємопов'язаних напрямках інтеграції ШІ, які трансформують освітній досвід:

1. Фінансова грамотність через персоналізоване моделювання. Цифрові інструменти допомагають перейти від абстрактних понять, таких як «інфляція» чи «бюджет», до персоналізованих кейсів. Студенти навчаються управляти віртуальними бюджетами в умовах динамічного ціноутворення, аналізуючи вплив зовнішніх факторів (зміни валютних курсів, податкові нововведення) на купівельну спроможність. ШІ сприяє розрахунку складних відсотків і прогнозуванню прибутковості фінансових інструментів, формуючи культуру довгострокового планування та заощадження. Таким чином, фінансова грамотність стає практичною навичкою виживання і розвитку в умовах економічної нестабільності.

2. Розвиток підприємницьких навичок та бізнес-інженерія. Інтеграція генеративного ШІ значно знижує бар'єри входу у підприємництво для студентів фахової передвищої освіти. Технології використовуються як інструмент «краш-тесту» бізнес-ідей: за допомогою алгоритмів аналізу даних студенти можуть швидко визначати оптимальну ринкову ціну на продукт чи послугу, аналізуючи конкурентів. Студент може використовувати ШІ для SWOT-аналізу власної ідеї, оцінки місткості ринку та прогнозування попиту. ШІ допомагає знайти баланс між собівартістю і цінністю для клієнта. Цифрові інструменти дозволяють створити структуру стартапу - від формулювання ціннісної пропозиції до розробки маркетингової стратегії. Це сприяє розвитку проактивного мислення: студент перестає бути виконавцем і стає творцем продукту. Здобувач отримує досвід віртуального підприємництва, де помилки не мають фінансових втрат, але дають реальний управлінський досвід.

Інтеграція ШІ та цифрових технологій у підготовку фахових молодших бакалаврів виступає потужним каталізатором економічної соціалізації молоді. Розуміння механізмів ціноутворення та фінансового планування через цифрові симуляції формує стійкий імунітет до фінансових шахрайств і необдуманих економічних рішень. Наукова новизна підходу полягає у поєднанні теоретичної бази класичної економіки з динамічними можливостями штучного інтелекту, що забезпечує високу конкурентоспроможність майбутнього фахівця.

УДК 371

STEM/STEAM підхід і реалізація проблемного навчання, формування особистісних якостей фахівців

викл. Дудишин І.В., викл. Дудишин Л.В.

STEM/STEAM – широкомасштабний багатоцільовий освітній підхід, який передбачає поєднання різних галузей знань: природничих наук, математики, інформатики, технічних наук, технологій. На основі такого підходу можливе створення певних навчальних технологій та методів у профільній освіті, які спрямовані на інтеграцію інформатики, інженерії у навчальний процес, поєднання з проєктною діяльністю, математичним моделюванням реальних явищ та процесів, яке може бути застосовано для аналізу, прогнозування, прийняття рішень фахівцями у різних напрямах своєї майбутньої професії через використання сучасних цифрових інструментів.

УДК 629.3.083

Техніко-економічне та екологічне обґрунтування переведення колісних транспортних засобів на зріджений нафтовий газ

викл. Кашуба М.В., студент Романович В.І.

Впровадження газобалонного обладнання (ГБО) на колісних транспортних засобах (КТЗ) є актуальним кроком, що поєднує економічну доцільність із сучасними екологічними вимогами. Використання пропан-бутану замість традиційного бензину дозволяє знизити витрати на пальне у 1,8–2 рази, що забезпечує швидку окупність інвестицій у переобладнання КТЗ.

Екологічний аспект використання ГБО полягає у значному зниженні викидів шкідливих речовин в атмосферу. Завдяки повнішому згорянню газоповітряної суміші вміст оксиду вуглецю (CO) у вихлопних газах зменшується на 60-70%, а вуглеводнів (CH) — на 40-50%. Це сприяє мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище, що є критично важливим для сталого розвитку транспортної галузі. Особливої актуальності дане рішення набуває в умовах сучасного автопарку України, де значна частина автомобілів експлуатується з видаленими або несправними системами каталітичної очистки відпрацьованих газів, оскільки перехід на газ дозволяє суттєво знизити токсичність викидів без використання високовартісних нейтралізаторів. З технічної точки зору, високе октанове число газу запобігає детонаційним процесам, зменшуючи динамічні навантаження на деталі циліндро-поршневої групи та подовжуючи ресурс двигуна.

Разом з тим, експлуатація КТЗ на зрідженому газі має певні технологічні обмеження. До основних недоліків слід віднести зменшення корисного об’єму багажного відділення через встановлення паливного балона, а також необхідність суворого дотримання регламенту технічного обслуговування газової апаратури. Крім того, інший хімічний склад палива вимагає підвищеної уваги до стану теплових зазорів клапанів та герметичності системи запалювання, оскільки газоповітряна суміш є чутливою до якості іскроутворення. Також спостерігається незначне зниження потужності двигуна (на 5-7%) при роботі на високих обертах.

Важливою складовою довговічності КТЗ при встановленні ГБО є забезпечення надійного антикорозійного захисту елементів паливної системи. Таким чином, модернізація КТЗ шляхом встановлення ГБО у поєднанні з якісним і своєчасним обслуговуванням системи дозволяє досягти високих показників енергоефективності та екологічної безпеки.

УДК 004.8:377:656

Поєднання навчального та виробничого процесу за допомого використання штучного інтелекту

викл. Коман А.І., студент Попович Ю.

Однією з головних проблем сучасної професійної освіти є розрив між теоретичним навчанням у закладі освіти та реальними умовами роботи на виробництві. Штучний інтелект може стати ефективним інструментом для подолання цього розриву. Перш за все, за допомогою технологій штучного інтелекту можна створювати моделі та симуляції реальних виробничих ситуацій. Це дозволяє студентам відпрацьовувати професійні навички ще під час навчання, розв'язуючи задачі, максимально наближені до реальних умов роботи на підприємствах транспортної галузі. Крім того, штучний інтелект дає можливість аналізувати реальні технічні кейси, які виникають у виробничій діяльності. На основі таких даних викладач може формувати практичні завдання, що допомагають студентам навчитися приймати професійні рішення.
Штучний інтелект може використовуватись для моделювання роботи транспортних систем, логістичних процесів або технічного обслуговування транспортних засобів. Це дає змогу краще зрозуміти взаємозв'язок між теоретичними знаннями та їх практичним застосуванням.

УДК 621.891

Цифровізація системи контролю режиму праці та відпочинку водіїв при виконанні міжнародних автобусних рейсів

викл. Корчук.М.П., студент Гавринюк Г.В

Цифровізація транспортної галузі є одним із ключових напрямів підвищення безпеки та ефективності міжнародних автобусних перевезень. Особливого значення набуває автоматизований контроль режиму праці та відпочинку водіїв, оскільки перевтома є однією з основних причин зниження концентрації уваги та виникнення дорожньо-транспортних пригод. У сучасних умовах інтеграції України до європейського транспортного простору дотримання встановлених норм робочого часу водіїв стає не лише вимогою безпеки, а й обов'язковою умовою здійснення міжнародних перевезень.
Сучасний етап розвитку передбачає використання тахографів нового покоління, інтегрованих із супутниковими системами позиціонування та програмним забезпеченням для дистанційного зчитування й аналізу інформації. Це дозволяє перевізнику здійснювати оперативний моніторинг дотримання режиму праці, своєчасно планувати зміну екіпажів, оптимізувати графіки роботи та запобігати порушенням ще до моменту їх виникнення. Цифрові рішення також сприяють

формуванню електронного архіву даних, що спрощує проходження перевірок контролюючих органів і зменшує адміністративні ризики.
Цифровізація системи контролю режиму праці та відпочинку водіїв міжнародних автобусних рейсів є стратегічним напрямом розвитку транспортної галузі. Її впровадження забезпечує дотримання міжнародних стандартів, підвищує рівень безпеки пасажирських перевезень та сприяє формуванню сучасної, ефективної й технологічно оснащеної системи управління автотранспортними підприємствами.

УДК 656.13
Затори, спричинені зростанням автомобілізації населення
викл. Кундис А.Ю.
У середньостроковій та довгостроковій перспективі затори можуть зробити спосіб життя міста нежиттєздатним. Надмірний час у дорозі, споживання палива та забруднення можуть перекреслити синергію, що виникає внаслідок концентрації послуг і можливостей, які пропонують міста. Відмітимо, що затори не є проблемою, яку потрібно вирішувати лише технічним способами, їх вирішення повинно бути направлене в напрямку розвитку міського простору на благо мешканців. При розробці конкретних заходів необхідно враховувати їх різноманітний вплив на гармонійний міський розвиток та подбати про зменшення негативних наслідків.
Затори та його наслідки поступово стають всесвітньою гострою загрозою для сталості міст і потребують негайного вжиття відповідних заходів.

УДК 629.33
Необхідність полірування автомобільних фар
викл. Лавринович М.М., викл. Станкевич В.В., студент Госедло Б.Р.
У процесі експлуатації кузов автомобіля піддається постійному впливу ультрафіолетового випромінювання, вологи, температурних перепадів і механічних навантажень. Найбільш вразливими елементами передньої частини кузова є фари. Полікарбонатне покриття фар із часом окислюється, втрачає прозорість та покривається мікроподряпинами. Це знижує світлопропускну здатність оптики, погіршує формування світлового пучка та безпосередньо впливає на рівень освітлення дорожнього покриття. Це може стати причиною для ДТП. У такому разі немає потреби проводити заміну. Достатньо оновити поверхню скла або пластику поліруванням.
Своєчасне полірування фар є критично важливим для безпеки руху, оскільки помутнілий пластик може зменшити інтенсивність світла до 30–50%, що суттєво погіршує видимість уночі.
Метою дослідження було виявлення причин необхідності полірування та виявлення найбільш ефективних та економічно-доцільних, методів для полірування фар. Основними передумовами полірування є:
- безпека руху. Помутнілі фари розсіюють світло, замість того щоб фокусувати його на дорозі. Це критично погіршує видимість у темний час доби та під час опадів (дощ, туман, сніг), що підвищує ризик ДТП;

- відновлення яскравості. Експлуатаційний знос оптики зумовлений абразивним впливом дорожнього покриття, фотодеградацією полімеру під дією ультрафіолету та впливом агресивних реагентів Полірування дозволяє повернути прозорість оптики та яскравість світлового потоку;
- економія коштів. Процедура відновлення значно дешевша за повну заміну фар. До того ж правильний догляд та нанесення захисного лаку або захисних зносостійких плівок після полірування значно подовжують термін служби дороговартісної оптики;
- естетика. Прозорі, чисті фари надають автомобілю доглянутого вигляду.

В рамках дослідження виявлено, що даний процес відновлює прозорість, усуває мікротріщини, запобігає засліпленню зустрічних водіїв та продовжує термін служби оптики, уникаючи заміни.

УДК 656.073

Ключові виклики та шляхи виживання автотранспортної логістики в сучасних реаліях

викл. Лавринович Б.І., студенти Псюк С.Б., Цюрак А.Т.

Сучасна архітектура внутрішніх вантажних перевезень в Україні перебуває у стані динамічної перебудови, де звичні операційні вектори стикаються з безпрецедентним тиском зовнішнього середовища. Трансформація логістичного ландшафту зумовлена не просто фізичним пошкодженням артерій сполучення, а фундаментальною деформацією просторово-часових зв'язків. Наше дослідження свідчить, що ключовим бар'єром стає вимушена реконфігурація маршрутних мереж, яка перетворює стандартне планування на процес постійного кризового моделювання. Кожен рейс сьогодні — це унікальне рівняння з багатьма невідомими, де безпекова складова домінує над економічною доцільністю, змушуючи перевізників працювати в режимі «дифузної рентабельності».

Глибинний дефіцит кадрового капіталу в нашому секторі набув ознак системної деградації професійного середовища. Мова йде не просто про вакантні посади, а про ерозію експертного досвіду, який неможливо швидко регенерувати. Ця «кадрова анемія» створює ефект доміно: від неможливості масштабування бізнес-процесів до критичного перевантаження існуючих фахівців, що експоненціально збільшує ймовірність техногенних помилок. Водночас технічна застарілість флотів перетворюється на хронічну патологію, оскільки інвестиційні ресурси вимиваються необхідністю підтримання операційної життєздатності, а не стратегічного оновлення.

Додатковим викликом є впровадження нових цифрових систем та екологічних стандартів. Держава вимагає переходу на електронні документи та суворий контроль ваги, але технічно транспортні компанії не завжди до цього готові. Виникає розрив між європейськими вимогами та реальними можливостями українських доріг і підприємств. Отже, сучасна логістика — це не просто перевезення товарів, а постійна боротьба за стійкість у дуже мінливому світі.

УДК 004.42

Принципи об'єктно-орієнтованого підходу в програмах мовою С: приклад hostapd/wpa_supplicant

викл. Микитюк М.П.

У роботі розглянуто можливість реалізації окремих принципів об'єктно-орієнтованого підходу в програмах, написаних мовою С. Хоча мова С не містить вбудованих механізмів класів, успадкування та модифікаторів доступу, на практиці вона дозволяє створювати складні програмні системи з чіткою модульною архітектурою, абстракціями та розподілом відповідальності між компонентами.

Як приклад обрано програмні системи hostapd та wpa_supplicant, які широко застосовуються для забезпечення роботи бездротових мереж у системах на базі Linux, а також використовуються в програмному забезпеченні Android-пристроїв як складові керування Wi-Fi-з'єднанням. hostapd призначений для керування точкою доступу, тоді як wpa_supplicant забезпечує роботу клієнтського бездротового підключення. Завдяки широкому практичному використанню ці програми є показовим прикладом великих системних проєктів, реалізованих мовою С.

Структура hostapd/wpa_supplicant демонструє низку рис, традиційно пов'язаних з об'єктно-орієнтованим підходом. Зокрема, у цих програмах можна простежити інкапсуляцію через поділ коду на окремі модулі та використання структур контексту, абстракцію через відокремлення верхнього рівня логіки від деталей реалізації, а також поліморфну поведінку через застосування таблиць операцій і функціональних вказівників. Крім того, важливу роль відіграє модульність, яка забезпечує чіткий поділ між конфігурацією, керуванням з'єднанням, взаємодією з драйвером та обробкою подій. Хоча зазначені механізми не є прямими мовними засобами об'єктно-орієнтованого програмування, вони дають змогу реалізувати архітектурні принципи, притаманні об'єктно-орієнтованому підходу.

Особливість цього прикладу полягає в тому, що hostapd і wpa_supplicant є не навчальними моделями, а широко вживаними програмними системами, що використовуються в реальних бездротових пристроях і програмних платформах. Саме тому їхня архітектура переконливо демонструє, що для впровадження окремих принципів об'єктно-орієнтованого підходу не завжди потрібно переходити на іншу мову програмування. Вирішальну роль відіграють не лише мовні конструкції, а передусім підхід до проєктування, чітке розмежування відповідальності між компонентами та спосіб побудови інтерфейсів між ними. Отже, навіть у межах процедурної мови С можливо реалізувати важливі архітектурні властивості, які зазвичай пов'язують з об'єктно-орієнтованим програмуванням.

УДК 004.89:004.021

Застосування інтелектуальних чат-ботів у навчанні дисципліни «Теорія алгоритмів»

викл. Олійник Г.Я., студентка Ватраль Ю.М.

Сучасна освіта активно інтегрує цифрові технології та штучний інтелект у навчальний процес. Це дозволяє не лише покращити засвоєння теоретичних дисциплін, а й розвивати практичні навички студентів. Особливо актуальним є використання інтелектуальних систем у навчанні складних дисциплін, таких як «Теорія алгоритмів», де важливими є алгоритмічне мислення, аналіз структури даних і розуміння логіки роботи алгоритмів.

Інтелектуальні чат-боти, такі як ChatGPT, забезпечують інтерактивне навчальне середовище, що підлаштовується під рівень знань студента і дозволяє отримувати пояснення матеріалу в режимі реального часу. Їх застосування сприяє індивідуалізації навчання та формуванню самостійності.

Чат-боти виконують роль асистента, який пояснює теоретичні концепції, демонструє приклади алгоритмів і аналізує код студента. Наприклад, під час вивчення рекурсивних алгоритмів або алгоритмів сортування студент може отримати покрокове пояснення роботи алгоритму та його складності. Це дозволяє не лише зрозуміти логіку алгоритму, а й відпрацювати навички аналізу, побудови графів та дерев, а також оцінки ефективності алгоритму.

Адаптивна модель навчання, що реалізується через чат-бота, підлаштовується під запити студента. Система оцінює рівень знань, складність запитання та точність відповіді, тим самим допомагаючи студенту розвивати критичне мислення та алгоритмічні компетенції. Такий підхід стимулює самоперевірку та формує навички самостійного опрацювання матеріалу.

Експериментальне застосування чат-ботів у навчальному процесі показало помітне підвищення ефективності засвоєння матеріалу. У групі студентів ІТ-спеціальності середній результат підсумкового тестування зріс на 10–15 % порівняно з контрольною групою. Найбільший ефект спостерігався при поясненні рекурсивних алгоритмів і побудові графових структур, а також у покращенні розуміння алгоритмічної складності.

Водночас слід зазначити, що чат-боти не замінюють викладача. Вони можуть надавати спрощені або неповні пояснення, тому їх використання повинно поєднуватися з традиційними методами контролю знань, практичними роботами, усними опитуваннями та колективними дискусіями. Такий комбінований підхід забезпечує максимальну ефективність навчального процесу.

Інтеграція інтелектуальних чат-ботів у навчання дисципліни «Теорія алгоритмів» сприяє:

- підвищенню ефективності засвоєння матеріалу,
- розвитку алгоритмічного та критичного мислення студентів,
- формуванню самостійності та навичок аналізу алгоритмів.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на оптимізацію адаптивних функцій навчання, створення інтерактивних платформ та інтеграцію чат-ботів у дистанційні освітні середовища.

УДК 621.891

Удосконалення методичних засад визначення довгострокової міцності одновісноорієнтованих геограток у транспортному будівництві

викл. Плитус Р.М., студент Салига Б.І.

Накопичений досвід проєктування ґрунтових конструкцій із застосуванням геосинтетичного армування геогратками дозволяє глибше проаналізувати механіку їх роботи та уточнити підходи до розрахунку конструкцій з використанням одновісноорієнтованих геограток. Встановлено, що застосування при проєктуванні саме розрахункової довгострокової міцності геогратки з урахуванням часткового коефіцієнта надійності за матеріалом забезпечує підвищення точності розрахунків для конструкцій високого класу відповідальності, які зводяться в обмежених або складних інженерно-геологічних умовах.

Такий підхід дає змогу зменшити перевитрати армуючих матеріалів в армогрунтових спорудах, а також оптимізувати основні проєктні параметри — крок розташування армуючих шарів і довжину їх анкерування. Це безпосередньо впливає на економічну ефективність проєкту та зниження трудомісткості виконання будівельних робіт.

Ткані геосинтетичні матеріали виготовляються з волокон, чутливих до впливу зовнішніх факторів, зокрема кислотно-лужного середовища (pH), гранулометричного складу ґрунту, температури, вологості, наявності кисню та біологічної активності. У процесі експлуатації такі матеріали можуть втрачати механічні характеристики, зокрема міцність і жорсткість, а також характеризуються підвищеним відносним видовженням під навантаженням.

Ступінь деградації залежить від типу полімеру, з якого виготовлена геогратка, та хімічних властивостей ґрунтового середовища. Для матеріалів на основі поліестеру та поліефіру характерним є зниження міцності внаслідок лужного гідролізу за значень pH понад 10, що може обмежувати термін їх ефективної експлуатації. Крім того, ткана структура сприяє прискореному зниженню експлуатаційних характеристик в агресивних умовах, тому для підвищення довговічності такі матеріали часто покривають захисними оболонками, що збільшує їх вартість.

На відміну від тканих матеріалів, однорідні одновісноорієнтовані геогратки типу Tensar RE 540 характеризуються монолітною структурою, що підвищує їх стійкість до хімічного та біологічного впливу і забезпечує стабільність довгострокових механічних показників. Таким чином, можна зробити висновок що:

1. Міцність геоґраток на розрив та довгострокова міцність можуть суттєво відрізнятись залежно від матеріалу сировини геоґратки, технології її виробництва; структури, форми вічок, товщини ребер тощо.
2. При проєктуванні армоґрунтових конструкцій значної висоти та в обмежених або ускладнених умовах в розрахунках на внутрішню стійкість слід використовувати значення розрахункової довгострокової міцності з урахуванням запасу на матеріал.

УДК 621.43

Шляхи підвищення ресурсу та енергоефективності двигунів внутрішнього згорання через інтенсифікацію теплообміну та зниження механічних втрат

викл. Скрипник В.С., студент Скорупський В.І.

Сучасне двигунобудування характеризується жорсткими вимогами до підвищення питомої потужності та моторесурсу двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) при одночасному зниженні витрат палива та викидів шкідливих речовин. Вирішення цих завдань безпосередньо пов'язане з оптимізацією процесів тертя в трибоспряженнях та вдосконаленням систем охолодження для високонавантажених деталей. Механічні втрати на тертя складають значну частку загальних втрат енергії в ДВЗ, де найбільш критичними є важконавантажені трибоспряження. Для забезпечення їх надійності необхідно збільшувати частку рідкого режиму тертя, що досягається шляхом оптимізації мікрогеометрії поверхонь тертя та використання мастильних матеріалів з покращеними реологічними властивостями. Паралельно з цим, роль системи охолодження (СО) критично зростає при форсуванні двигунів. Традиційні охолоджуючі рідини часто не забезпечують необхідного відведення тепла від деталей камери згорання. Інноваційним рішенням цієї проблеми є створення та впровадження охолоджуючих нанорідин — стабільних суспензій базової рідини та високотеплопровідних наночастинок. Застосування нанорідин дозволяє суттєво підвищити коефіцієнт теплопровідності теплоносія, що призводить до зниження теплонапруженості деталей та запобігає їх перегріву. Подальші дослідження мають бути спрямовані на вивчення особливостей теплообміну при циркуляції нанорідин у реальних контурах СО дизелів, враховуючи процеси в граничних зонах теплового та динамічного шарів рідини. Комплексний підхід, що поєднує зниження гідромеханічних втрат та застосування нанотехнологій, є ключовим фактором підвищення енергоефективності сучасних ДВЗ.

УДК 681.5:556.166

Розробка системи моніторингу рівня води для раннього попередження паводків на основі Arduino та ультразвукових датчиків

викл. Угорчук В.В.

Щороку навесні під час інтенсивного танення снігу значно підвищується рівень води в річках, струмках та інших водоймах. Велика кількість талої води швидко потрапляє у водні басейни, що може спричиняти різке підняття рівня води та виникнення паводків. Особливо актуальною ця проблема є для гірських і передгірських районів, де через рельєф місцевості вода стікає дуже швидко.

Паводки можуть призводити до підтоплення житлових будинків, сільськогосподарських угідь, доріг та інфраструктури. Вони завдають значних матеріальних збитків і створюють небезпеку для населення. Тому важливим завданням є своєчасний контроль рівня води та раннє попередження про його підвищення.

Одним із можливих рішень цієї проблеми є створення доступних

автоматизованих систем моніторингу рівня води, які дозволяють у режимі реального часу вимірювати зміну рівня води та повідомляти про небезпечні значення. Використання мікроконтролерів та ультразвукових датчиків дає можливість створити недорогі та ефективні пристрої для такого моніторингу.

УДК 621.382:621.313:629.33

Транзистори нового покоління у вивченні електричної енергетики автомобілів

викл. Ферштей І.Л., студент Гурмак І.І.

У сучасних умовах стрімкого розвитку електромобільності та гібридних транспортних засобів особливої актуальності набуває вдосконалення елементної бази силової електроніки. Ключову роль у цьому процесі відіграють транзистори нового покоління, зокрема пристрої на основі карбіду кремнію (SiC) та нітриду галію (GaN), які забезпечують підвищену ефективність, швидкодію та енергетичну щільність електричних систем автомобіля.

Традиційні кремнієві MOSFET та IGBT-транзистори поступово поступаються місцем широкозонним напівпровідниковим приладам. Використання SiC-транзисторів у тягових інверторах дозволяє зменшити втрати енергії під час перемикання, підвищити робочу температуру та знизити масо-габаритні показники систем охолодження. GaN-транзистори, у свою чергу, демонструють високу частоту перемикання та ефективність у бортових перетворювачах напруги, що є важливим для оптимізації роботи систем живлення електромобілів.

У контексті вивчення електричної енергетики автомобілів транзистори нового покоління відкривають нові можливості для дослідження процесів перетворення та розподілу електричної енергії. Застосування сучасних напівпровідникових приладів сприяє підвищенню коефіцієнта корисної дії тягових установок, зменшенню електромагнітних втрат і покращенню загальної енергоефективності транспортних засобів.

Наукові дослідження у цій сфері мають бути спрямовані на оптимізацію режимів роботи транзисторів у складі інверторів, DC-DC перетворювачів та систем керування зарядом акумуляторних батарей. Особливу увагу слід приділити питанням теплового менеджменту, надійності при роботі в умовах вібрацій та змінних температур, а також електромагнітної сумісності.

Таким чином, інтеграція транзисторів нового покоління в електроенергетичні системи автомобілів є важливим напрямом розвитку сучасного транспорту та потребує комплексного наукового підходу в межах освітніх і дослідницьких програм університету.

СЕКЦІЯ № 15
БАРСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ТРАНСПОРТУ ТА БУДІВНИЦТВА НТУ

УДК 625.7/.8:625.76

Теоретичні основи та сучасні підходи до гарячого ресайклінгу при ремонті автомобільних доріг

викл.-методист Щербатюк В.Б.

Гарячий ресайклінг є термомеханічною технологією регенерації верхнього шару асфальтобетонного покриття без його повного демонтажу. Асфальтобетон розглядається як в'язкопружний композит, у якому мінеральний каркас формує несучу структуру, а бітумне в'яжуче забезпечує перерозподіл напружень. У процесі експлуатації відбувається старіння бітуму, що супроводжується зростанням жорсткості та зниженням тріщиностійкості. Нагрівання покриття до в'язкопластичного стану в'яжучого дозволяє здійснити розпушування, перемішування та повторне ущільнення матеріалу, що забезпечує часткове відновлення його структури та експлуатаційних характеристик. Сучасні підходи до гарячого ресайклінгу базуються на керуванні тепловими процесами та оптимізації складу регенерованої суміші. Рівномірність температурного поля по товщині шару визначає якість регенерації, оскільки локальний перегрів призводить до термодеструкції бітуму, а недостатній прогрів — до погіршення ущільнення. Оптимізація режимів нагрівання дозволяє забезпечити стабільні реологічні властивості матеріалу. Важливим напрямом удосконалення є застосування регенеруючих добавок, що сприяють відновленню балансу між пружною та в'язкою складовими деформації. Підбір складу регенерованої суміші має забезпечувати компроміс між тріщиностійкістю та стійкістю до колійності. Перспективним є поєднання гарячого ресайклінгу з тонкошаровими покриттями для підвищення довговічності конструкції. Таким чином, гарячий ресайклінг є науково обґрунтованою технологією функціонального відновлення дорожніх покриттів, ефективність якої визначається узгодженістю теплового режиму, складу суміші та стану конструктивних шарів дорожнього одягу.

УДК 624.21:669.14

Сучасні сталі підвищеної міцності в мостобудуванні

викл. вищої категорії Білик Ю.А.

Розвиток сучасного мостобудування безпосередньо пов'язаний із широким упровадженням низьколегованих та високоміцних конструкційних сталей нового покоління. Їх застосування дозволяє суттєво зменшити металомісткість споруд, підвищити економічну ефективність будівництва та забезпечити довговічність мостів в умовах інтенсивних транспортних навантажень і складного кліматичного впливу. Особливо актуальним це є для України, де значна частина мостового фонду була зведена ще в середині XX століття та потребує реконструкції або підсилення. Експлуатаційна надійність мостових конструкцій визначається не лише показниками границі текучості сталі, а

комплексом механічних характеристик, серед яких ключову роль відіграють ударна в'язкість, тріщиностійкість та опір втомному руйнуванню. Відомо, що близько 70–80% пошкоджень сталевих мостів пов'язані саме з втомними тріщинами, які зароджуються в зонах концентрації напружень, зокрема у зварних швах та отворах під болтові з'єднання. Тому сучасні підходи до проєктування дедалі більше орієнтуються на концепцію «damage tolerance» – здатність конструкції зберігати несучу здатність навіть за наявності локальних дефектів. Сталі класів S355–S460 із дрібнозернистою феритно-бейнітною структурою, сформованою завдяки термомеханічній прокатці, поєднують оптимальний баланс міцності, пластичності та зварюваності. Дрібне зерно підвищує ударну в'язкість і знижує схильність до крихкого руйнування за низьких температур. Саме тому такі сталі широко застосовуються в пролітних будовах балкових і рамних мостів. Використання високоміцних сталей класів S690–S960 дозволяє зменшити масу металевих конструкцій до 30 %, а в окремих випадках – і більше. Це відкриває можливості для реалізації великопролітних вантових та підвісних мостів, де власна вага конструкції є визначальним фактором. Зменшення маси також сприяє зниженню навантаження на опори та фундаменти, що може суттєво скоротити вартість будівництва. Разом із тим доведено, що фактичний ресурс мостової споруди значною мірою залежить не лише від класу сталі, а від технології виготовлення та монтажу. Якість зварних з'єднань, контроль залишкових напружень, мінімізація геометричних концентрацій і впровадження неруйнівних методів контролю (ультразвукового, магнітопорошкового тощо) є критично важливими чинниками довговічності. Таким чином, сучасне мостобудування розвивається в напрямі поєднання високих механічних характеристик матеріалу, технологічності виготовлення та концепції довговічності, що забезпечує безпечну експлуатацію інфраструктурних об'єктів упродовж тривалого часу.

УДК 744:004(075.8)

Застосування 3D-друку для виготовлення запасних частин підйомно-транспортних і дорожньо-будівельних машин

викл. вищої категорії Казаков М.А.

Через інтенсивну експлуатацію та дефіцит оригінальних запчастин для імпортної техніки (JCB, Caterpillar, Hitachi, Volvo CE) значно зросли простої дорожньо-будівельних машин. Технологія 3D-друку дозволяє швидко та економно виготовляти втулки, шестерні низького-середнього навантаження, тимчасові фіксатори, кронштейни, кріпильні пластини гідрошлангів та інші деталі безпосередньо на ремонтних базах чи в навчальних закладах, скорочуючи витрати на 40–70 % і час очікування з тижнів до годин.

Дослідження базується на моделюванні в AutoCAD та друку на FDM-принтерах (PETG, нейлон PA12, ABS). Вартість деталі знижується в рази, а інтерес студентів до інженерної графіки зростає після проєктів з 3D-друком.

Висновок: 3D-друк є ефективним інструментом ресурсозбереження та прискорення ремонту в умовах дефіциту запчастин.

УДК 624.132

Шляхи підвищення енергоефективності та продуктивності сучасних бульдозерів шляхом впровадження інтелектуальних систем управління

викл.-методист Войтенко В. М.

Сучасний етап розвитку землерийної техніки характеризується жорсткими вимогами до паливної економічності та точності виконання робіт. Бульдозери, як основні машини для пошарової розробки ґрунту, стикаються з проблемою нерівномірного навантаження на робочий орган, що призводить до перевитрат енергії та передчасного спрацювання вузлів та самих робочих органів. Значна частина енергії двигуна витрачається на привід рушіїв при надмірному зарізані відвалу. Традиційне керування не дозволяє миттєво реагувати на зміну опору ґрунту. Перехід на гібридну установку (дизель-електричну) дозволяє рекуперувати енергію та зменшити викиди CO_2 на 15–20% у порівнянні з гідромеханічними трансмісіями. Інтеграція цифрових систем «розумного відвалу» та автоматизація циклів різання-транспортування ґрунту є ключовим фактором підвищення конкурентоспроможності даноїтехніки. Це не лише знижує вплив «людського фактора», а й дозволяє скоротити терміни виконання дорожньо-будівельних робіт на 25–30%.

УДК 629.78:528(075.8)

Використання цифрової моделі місцевості в геодезії

викл. вищої категорії Дяченко О.Ф.

Цифрову модель місцевості (ЦММ) створюють із використанням сучасних геодезичних і геоінформаційних технологій, що забезпечують автоматизований збір і обробку просторових даних. Найбільш ефективним підходом є формування вихідних топографічних матеріалів на основі цифрових результатів польових вимірювань, отриманих за допомогою електронних приладів, таких як електронні тахеометри, GNSS-приймачі та інші високоточні вимірювальні системи. У цьому випадку результати вимірювань у цифровому форматі безпосередньо передаються до спеціалізованого програмного забезпечення для подальшої обробки, аналізу та візуалізації. За підсумками обробки формуються топографічні плани та цифрові моделі місцевості в електронному вигляді, які використовуються як базова геопросторова основа для проєктування генеральних планів, інженерних об’єктів, кадастрових робіт і створення іншої проєктної документації. Отже, створення цифрової моделі місцевості на основі сучасних електронних геодезичних приладів і цифрових технологій забезпечує високий рівень точності, оперативності та автоматизації обробки просторових даних.

УДК 656.13:625.7/.8

Особливості використання дорожніх дзеркал при організації дорожнього руху у населених пунктах

викл.-методист Дяченко В.А.

Збільшення інтенсивності дорожнього руху в межах населених пунктів та наявність значної кількості ділянок з обмеженою оглядовістю зумовлюють

необхідність застосування ефективних і економічно доцільних технічних засобів організації дорожнього руху. Одним із таких засобів є дорожні дзеркала, які використовуються для покращення видимості на нерегульованих перехрестях, виїздах з прилеглих територій і внутрішньоквартальних проїздах. Дорожні дзеркала мають допоміжний характер і застосовуються для розширення поля зору учасників дорожнього руху в умовах, де забезпечення нормативної видимості іншими інженерними заходами є ускладненим. Ефективність їх використання значною мірою залежить від правильного вибору місця встановлення та орієнтації, оскільки помилки монтажу можуть призводити до оптичних спотворень і хибної оцінки дорожньої обстановки. Доцільним є комплексне застосування дорожніх дзеркал разом із дорожніми знаками пріоритету та іншими технічними засобами організації дорожнього руху. Отже, дорожні дзеркала є ефективним допоміжним технічним засобом організації дорожнього руху в населених пунктах за умови їх обґрунтованого застосування, правильного встановлення та належного технічного обслуговування, що в сукупності сприяє зниженню аварійності та підвищенню безпеки учасників дорожнього руху.

УДК 656.13:625.7/.8

Організація дорожнього руху у великих містах під час блекауту: проблеми та шляхи оптимізації

викл. Паль І.А.

Організація дорожнього руху у великих містах є складним процесом, що залежить від функціонування технічних засобів регулювання: світлофорів, інформаційних табло, камер відеоспостереження, автоматизованих систем управління транспортними потоками. В умовах воєнного стану та енергетичних криз в Україні актуальною проблемою стали блекаути, що призводять до масових відключень електроенергії та повної або часткової втрати контролю над рухом транспорту. Непрацюючі світлофори на перехрестях, відсутність освітлення та неможливість функціонування систем моніторингу створюють критичні умови для безпеки учасників дорожнього руху. Особливо небезпечними є транспортні вузли з високою інтенсивністю руху, багатосмугові перехрестя та ділянки з підвищеною аварійністю. До основних негативних наслідків блекауту належать: різке збільшення кількості конфліктних точок на перехрестях, підвищення ймовірності ДТП через порушення пріоритетів проїзду, утворення заторів на магістральних напрямках, ускладнення руху громадського транспорту, затримка екстрених служб (швидка допомога, пожежна служба, поліція), погіршення умов видимості у темний час доби через відсутність освітлення. З метою забезпечення безпеки дорожнього руху в умовах блекауту доцільно застосовувати комплекс організаційних та технічних заходів тимчасового характеру, а саме застосування ручного регулювання руху (залучення патрульних або регулювальників на критичних перехрестях для контролю пріоритетів потоків), організацію тимчасових схем руху(обмеження лівих поворотів, односторонній рух, перенаправлення потоків,

виділення смуг для громадського транспорту), надання переваги громадському транспорту(забезпечення стабільного руху автобусів і тролейбусів на головних маршрутах), використання автономних технічних засобів організації дорожнього руху (переносні світлофори на акумуляторах або сонячних панелях, мобільні бар'єри та інформаційні табло), інформаційне забезпечення(оповіщення водіїв через радіо, мобільні додатки, офіційні сайти органів влади).

УДК 004.9:625.7

Використання BIM-підходів та систем автоматизованого проєктування у професійній підготовці майбутніх фахівців дорожньої галузі в умовах фахового коледжу

викл. Халупчак Є.С.

Цифрова трансформація будівельної галузі зумовлює необхідність оновлення змісту професійної підготовки фахівців транспортного будівництва. У сучасних умовах проєктування та реалізація дорожніх об'єктів дедалі більше пов'язані з використанням інформаційного моделювання (BIM) і спеціалізованих систем автоматизованого проєктування, що забезпечують інтеграцію інженерних даних, візуалізацію конструктивних рішень і підвищення ефективності проєктних процесів. Для закладів фахової передвищої освіти актуальним є формування в здобувачів не лише теоретичних знань, а й практичних умінь роботи з цифровими інструментами моделювання транспортної інфраструктури. Упровадження елементів BIM-підходу в освітній процес сприяє переходу від традиційного виконання окремих креслень до створення взаємопов'язаних інформаційних моделей дороги, що відображають геометричні параметри, конструкцію дорожнього одягу, обсяги матеріалів і технологічні характеристики будівництва. Практика використання САПР у підготовці майбутніх техніків-будівельників транспортних споруд свідчить про зростання рівня просторового мислення студентів, підвищення їхньої навчальної мотивації та кращу готовність до виконання професійних завдань. Поєднання класичних інженерних розрахунків із цифровим моделюванням дає змогу відтворювати повний цикл проєктування автомобільної дороги - від аналізу вихідних даних до формування тривимірної моделі об'єкта. Ефективність застосування BIM і САПР у фаховому коледжі забезпечується поетапним розвитком цифрових компетентностей, практикоорієнтованістю курсового проєктування, міждисциплінарною інтеграцією змісту навчання та використанням змішаних форм організації освітнього процесу. Такий підхід сприяє підготовці конкурентоспроможних фахівців, здатних працювати в умовах цифровізації дорожньої галузі. Отже, впровадження BIM-технологій і систем автоматизованого проєктування в освітній процес фахового коледжу є важливим чинником підвищення якості професійної підготовки майбутніх фахівців транспортного будівництва та потребує подальшого методичного розвитку.

Науковий, науково-виробничий, науково-популярний, навчальний збірник

НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ ПРОФЕСОРСЬКО-ВИКЛАДАЦЬКОГО СКЛАДУ, АСПІРАНТІВ, СТУДЕНТІВ ТА СПІВРОБІТНИКІВ ВІДОКРЕМЛЕНИХ СТРУКТУРНИХ ПІДРОЗДІЛІВ УНІВЕРСИТЕТУ

ВИПУСК 82
частина 1

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

Підписано до друку 30.04.2026 р. Формат 60х84/16.
Папір офсетний № 1. Гарнітура Times.
Вк. 07. Наклад 150 Зам. 5092/1.

01103, м. Київ, вул. М. Бойчука, 39.
Редакційно-видавничий відділ НТУ, тел.: + 38 044 284 2626.