

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**  
за матеріалами ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції  
**«ЕЛЕКТРОННІ ТА МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ:**  
**ТЕОРІЯ, ІННОВАЦІЇ, ПРАКТИКА»**

10 листопада 2023 року



**Полтава 2023**

Збірник наукових праць за матеріалами ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції «Електронні та мехатронні системи: теорія, інновації, практика», 10 листопада, 2023 р. / Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

Редколегія: О.В. Шефер (головний редактор) та ін. – Полтава: НУ «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2023. – 141 с.

У збірнику представлені результати наукових досліджень та розробок в області сучасних електромеханічних систем та автоматизації, електричних машини і апаратів, моделювання та методів оптимізації, енергозбереження в електромеханічних системах, управління складними технічними системами, проблем аварійності та діагностики в електромеханічних системах та електричних машинах, інформаційно-комунікаційних технологіях та засобах управління. Призначений для наукових й інженерно-технічних працівників, аспірантів і магістрів.

Матеріали відтворено з авторських оригіналів та рекомендовано до друку ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції «Електронні та мехатронні системи: теорія, інновації, практика». Редакція не обов'язково поділяє думку автора і не відповідає за фактичні помилки, яких він припустився.

Відповідальний за випуск - д.т.н., професор О.В. Шефер.

**Редакційна колегія:**

О.В. Шефер – головний редактор, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматики, електроніки та телекомунікацій Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»;

Н.В. Єрмілова – кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики, електроніки та телекомунікацій Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»;

С.Г. Кислиця – кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики, електроніки та телекомунікацій Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Б.Р. Боряк – кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики, електроніки та телекомунікацій Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

## ЗМІСТ

<b>М.Ю. Пророк, Б.Р. Боряк</b> ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ ВІДСТЕЖЕННЯ НА ВІДЕО З ОБ'ЄКТАМИ З ВИСОКОЮ ДИНАМІКОЮ РУХУ, НАЯВНИХ В OPENCV 4.8.....	9
<b>О. Shefer, О. Yevdochenko</b> ASSESSMENT OF THE EFFECT OF AN EXTRA SHORT ELECTROMAGNETIC PULSE ON A RADIO COMMUNICATION SYSTEM	12
<b>О.С. Руденко</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОТИДІЇ СИСТЕМАМ ПЕРЕДАЧІ З ПРЯМИМ РОЗШИРЕННЯМ СПЕКТРА.....	14
<b>А.С. Стадніченко, О.А. Штена, Г.О. Шеїна</b> РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ ПОЗИЦІЮВАННЯ ДЛЯ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ.....	16
<b>Н.В. Єрмілова, В.В. Васильєва</b> МОДЕРНІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ НОЖИЦЬ ГАРЯЧОГО РІЗАННЯ ЗАГОТОВОК В МЕТАЛУРГІЙНОМУ ВИРОБНИЦТВІ.....	18
<b>О. Laktionov, М. Movin, І. Laktionova</b> RESEARCH ON THE ROLE OF THE SAFETY COMPONENT IN A ROBOTICS SYSTEM.....	20
<b>М.О. Мурат</b> РОЛЬ ТЕЛЕМЕТРИЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ В БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТАХ: АНАЛІЗ ВАЖЛИВОСТІ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ СИСТЕМИ ТЕЛЕМЕТРИЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ У ВІЙСЬКОВИХ БПЛА.....	21
<b>В.В. Стьопкін, О.В. Колесник</b> ОСОБЛИВОСТІ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМ ГЕНЕРАТОР – ДВИГУН ПРОКАТНИХ СТАНІВ.....	23
<b>О. Shefer, S. Myhal</b> RESEARCH OF EMISSIONS WHICH DETERMINATE THE QUALITY OF WORK OF TELECOMMUNICATIONS EQUIPMENT.....	25
<b>Р.В. Захарченко, В.Ю. Курбала</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ У СИСТЕМІ «ІНВЕРТОР – АСИНХРОННИЙ ДВИГУН» ЕЛЕКТРОПРИВОДУ НАСОСНОЇ УСТАНОВКИ.....	27

<b>Н.В. Єрмілова, Д.С. Борщов</b> УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ШТАНГОВОЇ СВЕРДЛОВИННОЇ НАСОСНОЇ УСТАНОВКИ.....	29
<b>О. Шефер, Б. Богатирьов</b> РОЗРАХУНОК ТА ВИЗНАЧЕННЯ САНІТАРНО-ЗАХИСНИХ ЗОН ТА ЗОН ОБМЕЖЕННЯ ЗАБУДОВИ АНТЕНИ БАЗОВИХ СТАНЦІЙ.....	31
<b>В.В. Гавриленко, І.О. Бедько</b> МОВНІ АЛГОРИТМИ ЯК ОСНОВНИЙ КОМПОНЕНТ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ВЕБСАЙТІВ.....	33
<b>О.Г. Дрючко, В.М. Галай, А.В. Трет'як, А.Ю. Бурда, Є.О. Ошкодьоров</b> ІННОВАЦІЙНІ АСПЕКТИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕТВОРЕННЯ, ЗБЕРЕЖЕННЯ І ТРАНСПОРТУВАННЯ У СФЕРІ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ.....	34
<b>С.Г. Кислиця, А.С. Боровик</b> ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ.....	37
<b>Н.В. Єрмілова, Ю.Р. Зоураб, Р.О. Єрмілов</b> ПОРІВНЯЛЬНИЙ РОЗГЛЯД МЕТОДІВ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ.....	39
<b>Я.І. Немирич, А.В. Трет'як</b> ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЗАЧЕПИЛІВСЬКОЇ УСТАНОВКИ ПЕРВИННОЇ ПІДГОТОВКИ НАФТИ ЗА РАХУНОК ВСТАНОВЛЕННЯ АВР ТА ДИЗЕЛЬГЕНЕРАТОРА.....	42
<b>Н.В. Єрмілова, О.В. Уманець</b> НАПРЯМКИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ.....	45
<b>О. Shefer, O. Yastreba, V. Yastreba</b> IMPROVEMENT OF THE ADAPTIVE ALGORITHM OF ACTIVE NOISE RADIO INTERFERENCE SUPPRESSION.....	47
<b>Р.В. Карманов, Н.А. Зубрецька</b> ПЕРСПЕКТИВИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗМІН ПЕРСОНАЛЬНИХ ПЕРЕНОСНИХ ПРИСТРОЇВ ПОСТ-СМАРТФОНОВОЇ ЕПОХИ.....	49
<b>О. Shefer, I. Pliuiko</b> ANALYSIS OF SIGNAL MODULATION METHODS IN TELECOMMUNICATIONS.....	51
<b>А.М. Сільвестров, В.С. Олефіренко</b> РОЗВИТОК МЕТОДІВ СИХРОНІЗАЦІЇ В БЕЗПРОВОДОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖАХ.....	53

<b>С.Г. Кислиця, В.В. Зливко</b> АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЗРОШЕННЯ.....	55
<b>Р.В. Захарченко, П.Б. Митрофанов, В.Ю. Кушнір</b> РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БАГАТОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ.....	58
<b>О. Шефер, К. Кривенко</b> ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ВІДПАЛУ СКЛОВИРОБІВ ПРИЗМАТИЧНО-ЦИЛІНДРИЧНОЇ КОНФІГУРАЦІЇ.....	60
<b>С.А. Закусило, Є.О. Зайцев</b> ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ІНФОРМАЦІЙНОГО ОБМІНУ В СИСТЕМАХ КОНТРОЛЮ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЇ LoRaWAN.....	62
<b>О.Г. Дрючко, О.В. Шефер, Б.Р. Боряк, Р.В. Захарченко, О.А. Іванов, В.О. Тітов</b> ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ЗАСОБІВ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ЗАРЯДУ І РОЗРЯДУ ЛІТІЄВИХ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ.....	64
<b>В. В. Яреценко, В.В. Косенко</b> КОДУВАННЯ З НИЗЬКИМ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯМ.....	67
<b>С.Г. Кислиця, Я.О. Зоць</b> РОЗРОБЛЕННЯ І ДОСЛІДЖЕННЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПАКУВАННЯ ЧАЮ.....	68
<b>М.І. Шкурін, А.В. Трет'як</b> ВАЖЛИВІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ НОВІТНІХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНАМИ НА ПРИКЛАДІ ІРС PROTEO.....	70
<b>О.В. Михайліченко</b> МЕТОДИ АВТОМАТИЧНОГО ВИЯВЛЕННЯ МЕРЕЖЕВИХ ЗАГРОЗ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПОТОКУ ДАНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ.....	72
<b>Г.М. Кожушко, С.Г. Кислиця, Д.В. Кислиця</b> ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ СВІТЛА LED ЛАМП.....	74
<b>О.І. Лактіонов, І.В. Марченко</b> МОДЕРНІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ РАДІАЛЬНО- СВЕРДЛИЛЬНОГО ВЕРСТАТА МОДЕЛІ 2М57-2 ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЙОГО ХАРАКТЕРИСТИК.....	77

<b>О. Шефер, М. Бібік</b> ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНО-ДОПУСТИМОГО РІВНЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ПОБЛИЗУ АНТЕН БАЗОВОЇ СТАНЦІЇ...	78
<b>М.А. Штомпель, С.Ю. Кальченко</b> РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ WEB-ТЕХНОЛОГІЙ.....	80
<b>О.І. Безверхий, В.Є. Луц</b> ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ДОПОМОГИ ЛЮДЯМ З ОБМЕЖЕНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ.....	81
<b>В.В. Гавриленко, І.І. Пекневич</b> ХМАРНА ІНФРАСТРУКТУРА ЯК БАЗА ДЛЯ ПІДХОДІВ РІШЕНЬ СУЧАСНИХ ВИКЛИКІВ.....	83
<b>О. Шефер, А. Попенко</b> ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОЦЕСУ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ РОЛИКОВИМ ЗВАРЮВАЛЬНИМ СТЕНДОМ.....	85
<b>М.О. Педан, А.В. Трет'як</b> РОЗРОБЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СПОЖИВАЧІВ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	87
<b>В.В. Гавриленко, А.О. Блиндарук</b> РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ІНТЕРАКТИВНОГО ВРАХУВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК NURBS КРИВИХ.....	89
<b>О. Shefer, Ya. Mykhailenko, E. Sidan</b> METHOD FOR RADIO SIGNAL INTERFERENCE COMPENSATION BASED ON A RECURSIVE ALGORITHM WITH CORRELATION FEEDBACK.....	91
<b>О.Г. Дрючко, В.В. Соловйов, Н.В. Бунякіна, Д.Ю. Гончар, Я.С. Пащенко</b> РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЙ ЗБАГАЧЕННЯ ЛІТІЄВОЇ РУДНОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЛІ-ІОННИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАКОПИЧУВАЧІВ НА РОДОВИЩАХ УКРАЇНИ.....	93
<b>О. Shefer, О. Kushch, Ya. Sheptun</b> ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF NONLINEARITIES ON THE DISTORTION OF THE USEFUL SIGNAL.....	96
<b>В.М. Галай, І.О. Сілін</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МОДЕРНІЗАЦІЯ КРИВОШИПНОГО ВЕРСТАТУ ДЛЯ РУЙНІВНОГО ВИПРОБУВАННЯ ПРУЖИН.....	98
<b>Р.Р. Кісельов, М.К. Бороздін</b> НЕЛІНІЙНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ.....	100

<i>Л.І. Леві, М.Р. Янченко</i> АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЛІМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ В ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ.....	102
<i>С.Г. Кислиця, Д.В. Рибак</i> АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМИ ХРОМУВАННЯ ВИРОБІВ.....	103
<i>Н. М. Слєпченко, О.В. Шефер, С. Г. Кислиця</i> МОЖЛИВОСТІ ПОДОЛАННЯ ВПЛИВУ ПЕРЕШКОД НА ПРИЙМАЛЬНИЙ ТРАКТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ.....	106
<i>В.М. Галай, В.І. Романенко</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРАВИЛЬНО-ВІДРІЗНОГО ВЕРСТАТА З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ПРОГРАМУВАННЯ ЛОГІЧНИХ КОНТРОЛЕРІВ.....	108
<i>С.І. Демус, О.В. Шефер, С.Г. Кислиця</i> ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЯКОСТІ ПРИЙМАЛЬНОГО ТРАКТУ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ.....	110
<i>О.С. Жученко, Я.Д. Васєв</i> ОСНОВИ ПОБУДОВИ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ DNS.....	112
<i>Л.І. Леві, О.С. Шкицький</i> МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ГОЛОВНОГО РУХУ ТОКАРНОГО ВЕРСТАТА З ЧПК.....	114
<i>О. Shefer, S. Babych, V. Demianchuk</i> ANALYSIS OF THE STABILITY OF TELECOMMUNICATION EQUIPMENT TO THE INFLUENCE OF POWER WIDEBAND IMPULSE INTERFERENCE.....	116
<i>А.М. Сільвестров, Т.Ю. Мірошниченко</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОТОКОЛУ «ETHERNET» ТА ЙОГО МОЖЛИВОСТЕЙ ПРИ ПОБУДОВІ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ.....	118
<i>О. Shefer, D. Piddubnyi</i> ANALYSIS OF MODERN MEANS OF ELECTROMAGNETIC INFLUENCE	120
<i>Р.М. Царьков, Н.В. Єрмілова</i> АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ АЛГОРИТМІВ ФАЗОВОГО АВТОПІДСТРОЮВАННЯ ЗА ОЗНАКОВИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ СИГНАЛІВ В ОПТИЧНИХ СИСТЕМАХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ.....	121
<i>О.С. Жученко, Р.М. Сталинський</i> РОЗРОБКА ПРОЄКТУ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ ПІДПРИЄМСТВА З СИСТЕМОЮ ЗАХИСТУ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ.....	123

<b>Н.В. Єрмілова, Ю.С. Ярошенко</b> МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ ОБЛАДНАННЯ БУРОВИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ЕЛЕКТРОБУРІННЯ.....	124
<b>М.А. Штомпель, В.Ю. Швидкий</b> АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ПАСИВНИХ ОПТИЧНИХ МЕРЕЖ.....	126
<b>В.Д. Рубан</b> ІНТЕГРАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ. КЛЮЧОВІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ТА ВИКЛИКИ.....	128
<b>В.О. Янковський</b> ОГЛЯД СУЧАСНИХ МЕТАЛООБРОБНИХ ВЕРСТАТІВ.....	131
<b>П.Є. Пустовойтов, В.С. Бреславець, Д.В. Удалов, Г.Ю. Мартиненко</b> КОНЦЕПЦІЯ ДЕНОРМАЛІЗАЦІЇ БАЗИ ДАНИХ У РОЗРОБЦІ ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ.....	132
<b>А.В. Трет'як, Д.А. Здоровченко</b> ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ.....	133
<b>В.В. Гавриленко, А.В. Огарков</b> ІНСТРУМЕНТАРІЙ РОЗРОБКИ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ.....	137
<b>О.В. Іващенко, С.С. Федін</b> ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ.....	139



УДК 004.93

*М.Ю. Пророк, студент,*

*Б.Р. Боряк, к.т.н.*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ ВІДСТЕЖЕННЯ НА ВІДЕО З ОБ'ЄКТАМИ З ВИСОКОЮ ДИНАМІКОЮ РУХУ, НАЯВНИХ В OPENCV 4.8**

Відстежування об'єктів на відео є важливою задачею в області комп'ютерного зору. Інтеграція систем технічного зору в мобільні платформи та їх часткова або повна автоматизація за допомогою комп'ютерного зору надає багато переваг перед ручним керуванням. Однією із з ключових задач є задача відслідковування (трекінгу), тобто визначення руху та положення об'єкта на послідовних кадрах відео. У бібліотеці OpenCV [1] існує 7 алгоритмів (трекерів) для вирішення цієї задачі. У цьому дослідженні ми порівняли та дослідили поведінку різних алгоритмів відслідковування в умовах швидких та непередбачуваних рухів об'єктів на відео та визначили найкращий із запропонованих в бібліотеці OpenCV для подальшого інтегрування в мобільну платформу.

Для проведення дослідження були вибрані наступні алгоритми відслідковування, доступні в OpenCV [2]: MIL (Multiple Instance Learning), CSRT (Discriminative Correlation Filter with Channel and Spatial Reliability), KCF (Kernelized Correlation Filters), BOOSTING, MedianFlow, MOSSE (Minimum Output Sum of Squared Error), TLD (Tracking, Learning, and Detection). Для кожного алгоритму було проведено аналіз, обрано початкові позиції об'єкта на першому кадрі, кожен алгоритм було випробувано на відео, з метою відстеження положення об'єкта на кожному кадрі. Результати були оцінені за допомогою таких метрик, як середня відстань між центром реального об'єкта та центром об'єкта, визначеного алгоритмом, та час, необхідний для обробки даних кожного кадра.

Для тестування було відібрано 14 відео з FPV-дронів (720x720px) з визначеними позиціями об'єктів, які відслідковувались. На мові програмування C++ було написано програму, за допомогою якої користувач обирає ROI (Rect Of Interest) для всіх трекерів одночасно. На кожному кадрі відеофайлу програма використовує вищезазначені алгоритми відслідковування, визначає різницю між положенням об'єкту, що визначається за допомогою трекера, та реальним положенням, а також час, витрачений на обробку одного кадру і записує ці дані в лог-файл. В свою чергу програма на Python зчитує дані з лог-файлу, систематизує їх, будує графіки та вираховує середні значення часу обробки одного кадру, помилки трекера, кількість втрат та відновлення відслідковування. Отримані дані представлені в таблицях 1 і 2. Результати показують, що ефективність алгоритмів може значно варіюватися в залежності від типу відеофрагменту. Наприклад, деякі алгоритми можуть бути ефективними на відео

зі спокійними об'єктами, але не ефективні при швидких та непередбачуваних рухах.

Таблиця 1. Середня похибка відстеження (рх)

Назва відеофайлу	Назва алгоритму						
	MIL	CSRT	KCF	BOOSTING	MedianFlow	MOSSE	TLD
drone2	35.9	∞	∞	113.2	31.3	∞	∞
drone3	45.4	∞	147.4	37.5	125.3	97.1	∞
drone4	18.6	18.3	∞	16.9	∞	∞	65.3
drone5	21.3	28.4	∞	39.9	107.6	∞	∞
drone6	29.3	∞	∞	57.6	58.9	35.4	53.5
drone7	38.0	117.7	∞	50.8	124.6	∞	52.9
drone8	60.2	14.0	∞	21.2	43.1	∞	∞
drone9	12.7	15.0	∞	15.2	118.4	∞	26.3
drone10	12.5	14.2	∞	13.3	∞	∞	∞
drone11	∞	∞	∞	∞	72.5	∞	150.7
drone12	37.7	7.5	∞	11.0	∞	∞	∞
drone13	9.4	9.9	∞	42.2	110.9	∞	150.4
drone14	8.1	∞	∞	∞	29.3	∞	∞
drone15	∞	∞	∞	6.1	30.0	∞	64.6
Середня похибка	27.4	28.1	147.4	35	77.5	66	80.5
Сер.% втрачених кадрів	0%	20.2%	12.7%	0%	7.8%	4.1%	0,3%

(середні значення похибки та відсотка втрачених кадрів розраховувалися лише для тих відео, на яких трекер зміг відслідкувати об'єкт)

Таблиця 2. Середній час обробки одного кадру (мс)

Назва відеофайлу	Назва алгоритму						
	MIL	CSRT	KCF	BOOSTING	MedianFlow	MOSSE	TLD
drone2	243.9	∞	∞	415.0	48.2	∞	∞
drone3	262.4	∞	158.6	698.0	153.4	73.9	∞
drone4	237.0	166.6	∞	432.6	∞	∞	949.6
drone5	215.0	122.7	∞	372.5	130.9	∞	∞
drone6	236.4	∞	∞	533.9	72.7	13.8	598.1
drone7	255.9	117.7	∞	475.5	144.1	∞	853.0
drone8	260.8	149.4	∞	395.1	53.7	∞	∞
drone9	206.5	103.4	∞	338.1	89.8	∞	966.0
drone10	193.3	119.2	∞	341.7	∞	∞	∞
drone11	∞	∞	∞		44.0	∞	∞
drone12	220.7	123.6	∞	393.8	∞	∞	∞
drone13	218.9	110.7	∞	372.0	81.8	∞	1276.3
drone14	195.3	∞	∞	∞	36.7	∞	∞
drone15	∞	∞	∞	308.1	41.8	∞	961.2
Сер. час обробки	228.8	126.6	158.6	426	81.5	43.9	1076.2

Аналізуючи результати дослідження варто зазначити, що вибір алгоритму відслідковування повинен враховувати конкретні вимоги завдання та характер відеоматеріалу. KCF та MOSSE швидко обробляють кадр (158.6 мс та 43.9 мс відповідно) та добре справляються з відстеженням об'єктів з рівномірним та плавним рухом, без різких переміщень об'єкта, що відслідковується, але для відслідковування об'єктів з непередбачуваною траєкторією ці алгоритми можуть втрачати об'єкт. TLD, у порівнянні з іншими алгоритмами відслідковування, більш ефективний для обробки відео, де об'єкт може зникати за перешкодою або виходити за рамки кадру, найкраще відновлює відслідковування, але він має великий час обробки кадру (1076.2 мс) та помилка відстежування більше ніж у інших трекерів. MedianFlow досить добре відстежує об'єкти з нерівномірним рухом, але точність дуже залежить від початкової вибраної ROI, потрібно точно виділити рамки об'єкту без захвату заднього фону. CSRT та BOOSTING, за результатами дослідження, забезпечують відслідковування об'єктів, але алгоритм BOOSTING дуже повільно обробляє кадр (426 мс), а CSRT частіше втрачає об'єкт (20.2%). Алгоритм MIL найбільше підходить під нашу ціль інтеграції в мобільну платформу завдяки балансу швидкодії (середній час обробки = 228.8 мс) та точності (середня похибка = 27.4 пкс, середній % втрачених кадрів = 0%) в задачах відслідковування. Він дозволяє відслідковувати об'єкти, навіть в умовах, де рух об'єкта може бути швидким і непередбачуваним. Один з його сильних боків полягає в тому, що він використовує інформацію з різних інстанцій (прикладів) об'єкта, що допомагає уникнути втрати відслідковування при різких переміщеннях.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. *OpenCV Tracking API Documentation [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: [https://docs.opencv.org/4.x/d9/df8/group\\_\\_tracking.html](https://docs.opencv.org/4.x/d9/df8/group__tracking.html)*
2. *Object Tracking using OpenCV (C++/Python) Tutorial [Електронний ресурс] – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://learnopencv.com/object-tracking-using-opencv-cpp-python/>*

#### COMPARATIVE ANALYSIS OF TRACKING HIGH-DYNAMIC OBJECTS VIDEO USING ALGORITHMS AVAILABLE IN OPENCV 4.8

*M. Prorok, student,*

*B. Boriak, Ph.D.*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

UDC 621.34

*O. Shefer, Doctor of Science, professor,*

*O. Yevdochenko, postgraduate*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

## ASSESSMENT OF THE EFFECT OF AN EXTRA SHORT ELECTROMAGNETIC PULSE ON A RADIO COMMUNICATION SYSTEM

Based on the specifics of an ultra-short electromagnetic pulse, an approach that analyzes the overlapping of the influence areas of the pulse spectrum and the signal spectrum at the point of reception is necessary to assess the potential impact.

Potentially, the impact can be when a larger area of the spectrum of the useful signal is covered. In fig. 1 shows the spectrum of ultra-broadband, broadband, narrowband communication signals and ultra-short electromagnetic pulse [1, 2]. An ultra-short electromagnetic pulse, given its wide bandwidth and relative to the constant spectral power density, can have different effects on different communication systems with the same characteristics. Taking into account the comparison of spectra, it is possible to come to a disappointing conclusion regarding the following stages of the influence of an ultra-short electromagnetic pulse on the communication system, as its influence decreases:

1. Ultra-broadband means of communication.
2. Broadband means of communication.
3. Narrowband means of communication.

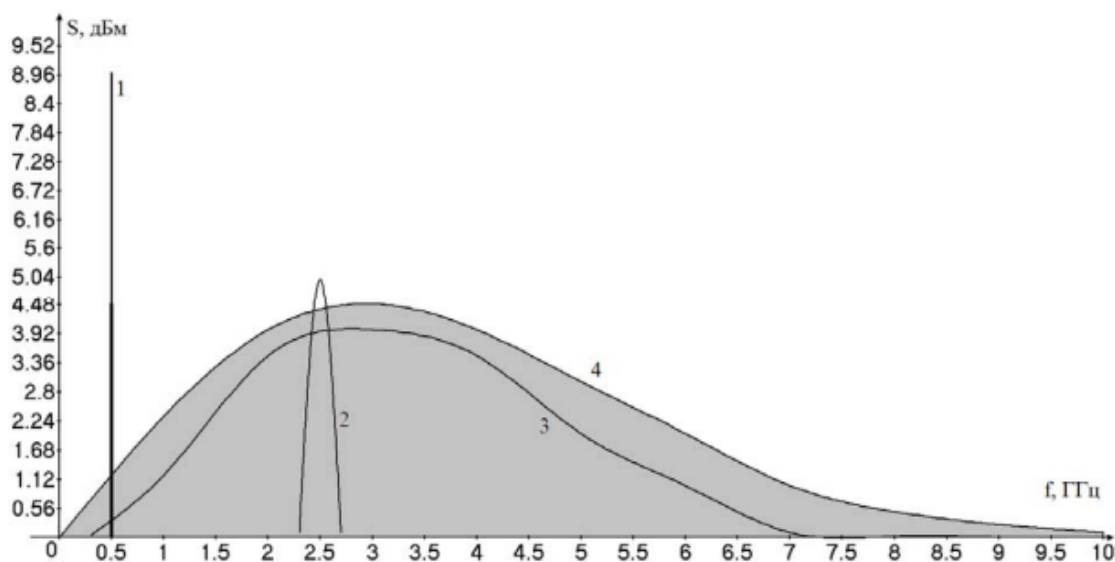


Fig. 1. Conventional signal spectra: 1 - Narrowband communication, 2 - Broadband communication, 3 - Ultra-broadband communication, 4 - Ultra-short electromagnetic pulse

Considering the discrete nature of the sequence of ultra-short electromagnetic pulses, the potential degree of influence on digital means of communication is higher

than on analog ones, while it is necessary to take into account, in addition to the degree of spectral overlap, the overlap in the time interval.

The fact is that when the pulse frequency of broadband interference is lower than the symbol sequence of the modulated signal, the impact will be lower than when the total or higher frequency of pulses of broadband interference. This is due to the integrated capabilities of most means of communication to save the transmission channel with the possibility of re-sending damaged packets of information, while passing a minimum percentage of undamaged packets [3].

As for the impact on the hardware part of the radio communication means under consideration, it is necessary to be guided by the generally known rules for evaluating the quality of shielding or grounding. The calculation of guidance levels depends on the type of radio communication system. The difference in impact may depend only on the quality of shielding and internal clock frequencies of information processing systems. By evaluating the degree of spectrum overlap and the time intervals of following the useful and interfering signals, it is possible to make an approximate assessment of the impact.

It should be taken into account that an important role can be played by the method of modulation and processing of information when it is transmitted by a radio communication channel, which can exclude a complete loss of communication when distorting and destroying a part of the transmitting packets [4]. It should also be noted the high potential of resistance of ultra-broadband communication channels to the influence of an ultra-short electromagnetic pulse with a properly organized method of modulation and processing of the transmitted information.

#### LITERATURE:

1. Brauer F. *Susceptibility of IT network systems to interferences by HPEM, Electromagnetic Compatibility / F. Brauer, F.Sabath, J.Haseborg and at all. – EMC. – IEEE International Symposium. – 2009. – P. 237–242.*

2. Зінковський Ю.Ф., Клименко В.Г. *Електромагнітна, інформаційна захищеність та сумісність електронних апаратів. – Житомир: ЖІТІ, 1999. – 376 с.*

3. *Електромагнітна сумісність радіоелектронної апаратури./ Іванов В. О., Габрусенко Є. І., Льницький Л. Я., Щербіна О. А – К.: НАУ, 2014. – 312 с.*

4. Ott Henry W. *Electromagnetic Compatibility Engineering. – Wiley, 2009. – 880 p.*

#### **ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗВЕРХКОРОТКОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ІМПУЛЬСУ НА СИСТЕМУ РАДІЗВ'ЯЗКУ**

*О.В. Шефер, д.т.н., професор,*

*О.І. Євдоченко, аспірант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОТИДІЇ СИСТЕМАМ ПЕРЕДАЧІ З ПРЯМИМ РОЗШИРЕННЯМ СПЕКТРА

Безпроводові системи передачі інформації відіграють ключові значення в функціонуванні всіх галузей людської цивілізації. Збільшення кількості радіопередаючих пристроїв призводить до постійного погіршення сигнально-перешкодної обстановки і в той же час постійно розвиваються засоби несанкціонованого доступу та впливу на канали зв'язку з метою отримання інформації або радіопригнічення.

Однією з технологій, що дозволяють частково вирішити задачі забезпечення захисту передачі даних по радіоканалам, є методи з розподіленим спектром, зокрема, системи з прямим розширенням спектра (DSSS – Direct Sequence Spread Spectrum). Хоча DSSS забезпечує стійкість до перешкод і конфіденційність передачі даних, вона також може бути уразливою перед атаками, такими як втручання в мережу, постановка завад та глушіння.

На першому етапі роботи були розглянуті властивості DSSS систем, їх найважливіші характеристики, наведені сучасні технології зв'язку з прямим розширенням спектра та сформульовані переваги та недоліки DSSS технології.

Далі, автор приділив увагу питанням формування DSSS сигналів, а саме використанню псевдо-випадкових послідовностей (спектральних кодів) для розширення спектру сигналів. Показано, що окрім розширення спектра, використання зазначених послідовностей спрямоване на вирішення наступних задач: забезпечення стійкості до перешкод; маскування сигналу від чужих приймачів; ідентифікацію користувачів; та виправлення помилок при передачі даних. Наразі, існує багато варіантів генерації кодових послідовностей [1-3], в даній роботі розглянуті лише регістри зсуву, m-послідовності та коди Голда.

На наступному етапі дослідницької роботи було розглянуто найбільш поширені технології протидії DSSS системам. Зазначені технології спрямовані на постановку завад та глушіння (Jamming) шляхом навмисної передачі інтерференційних сигналів в безпроводовому каналі, які в свою чергу, ускладнюють або роблять неможливим для призначених приймачів вилучення значущих даних. Відповідно до [2, 3], DSSS системи схильні до впливу наступних Jamming технологій: шумове глушіння (Noise Jamming); імпульсне глушіння (Pulse Jamming); та глушіння тонами (Tone Jamming).

Для глушіння шумом сигнал несучої глушіння модулюється випадковою формою хвилі шуму. Мета полягає в тому, щоб порушити форму сигналу зв'язку шляхом введення шуму в приймач. Смуга пропускання сигналу може бути такою ж широкою, як і вся ширина спектру, що використовується системою DSSS (BBN Jamming – перешкоди широкосмуговим шумом), або набагато вузькою, займаючи

лише один канал чи декілька каналів (PBN Jamming – перешкоди частково-смуговим шумом).

У випадку імпульсного глушіння джерело шуму випромінює частину часу, а протягом решти часу глушник вимкнений. При цьому, короткі імпульси мають широкий спектральний вміст і тому схожі на широкосмуговий шум коли вони включені.

Для глушіння тонами використовується одна з найпростіших форм сигналу з точки зору створення та використання. При заглушенні за допомогою тонів можуть використовуватися один або декілька тонів. На відміну від шумового глушіння BBN і PBN, яке обговорювалося раніше, глушіння тонами мінімізує вплив на дружні пристрої, тому використання цієї технології в деяких випадках буде більш раціональним.

Проведений аналіз технологій глушіння DSSS систем дозволяє зробити наступні висновки стосовно їх ефективності:

➤ Розглянуті технології глушіння можуть мати суттєвий шкідливий вплив на DSSS системи, вони ускладнюють або роблять неможливим вилучення призначеними приймачами даних що передаються;

➤ Найефективнішими Jamming технологіями для протидії DSSS системам є шумовий PBN Jamming та імпульсне глушіння.

При написанні роботи, основний акцент був спрямований на виявлення потенційних ризиків для DSSS систем через дослідження характеристик сигналів DSSS та методів їх формування, а також дослідження технологій протидії системам с DSSS. Результати досліджень будуть використанні для подальшої розробки методів мінімізації виявлених ризиків.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Кабак В.С. Функціональні пристрої телефонів мобільного зв'язку: Навчальний посібник. / В.С. Кабак, Р.В. Уваров. – Запоріжжя, 2007. – 375 с.

2. Poisel R. *Modern Communications Jamming Principles and Techniques, Second Edition* / R. Poisel – MA 02062: ARTECH HOUSE 685 Canton Street Norwood, 2011. – 870 p.

3. Ziemer R. E. *Fundamentals of Spread Spectrum Modulation* / R. E. Ziemer – USA: Morgan and Claypool Publishers, 2007. – 78 p.

## RESEARCH OF TECHNOLOGIES OF DIRECT SPREAD SPECTRUM COMMUNICATION SYSTEMS COUNTERACTION

**O. Rudenko**

*Kharkiv National University of Radio Electronics*

**УДК 621.9**

*А.С. Стадніченко, магістрант,*

*О.А. Штена, к.т.н., доцент,*

*Г.О. Шеїна, к.т.н., доцент*

*Донецький національний технічний університет*

## **РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ ПОЗИЦІЮВАННЯ ДЛЯ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ**

Сонячна енергія стає все більш популярною в Україні та інших країнах як джерело чистої та відновлювальної енергії. Однак існують проблеми з максимальним використанням сонячних панелей, оскільки більшість сонячних трекерів мають недоліки, особливо у портативних пристроях, такі як низька ефективність в хмарну погоду, великий споживання енергії та помилки в реакції на зовнішні фактори [1].

Принцип побудови сонячного трекера [2, 3] передбачає собою електронно-механічну систему, яка призначена для орієнтації сонячних панелей за положенням сонця.

Система, що відслідковує положення сонця, керує кроковими двигунами, які орієнтують панель у заданому напрямку. Застосування подібного трекера дозволить отримати найбільш максимальну продуктивність від сонячних панелей.

Більшість сонячних трекерів, які виготовляються, визначають положення сонця за допомогою фотодатчиків, в залежності від ступеня освітлення та різницею між фотодатчиків виконується поворот вбік найбільшого освітлення. Даний спосіб не завжди є ефективний і має певні недоліки, наприклад, погана фоточутливість у хмарну погоду, хибні реагування на яскраві джерела світла, а також окремі хмари. Всі ці проблеми можливо компенсувати додатковими датчиками або спеціальними алгоритмами.

Особливу актуальність підвищення ефективності трекера буде мати у разі використання обмеженої за розміром сонячної панелі в умовах, наприклад, коли така панель працює у складі портативної мобільної електростанції.

Отже метою роботи є розробка та дослідження ефективної електронної системи позиціонування для сонячних панелей.

Для оптимізації використання сонячних панелей і забезпечення ефективного отримання енергії в будь-який час дня важливо точно визначати положення сонця на небі та налаштовувати панелі відповідно до цього положення.

Запропонована електронна система базується на мікроконтролерному керуванні поведінкою трекера на основі взаємодії з основними компонентами: GPS-модуль, компас, гіроскоп та мікроконтролер.

Починаючи з ініціалізації мікроконтролера та ідентифікації необхідних модулів, система розроблятиметься для оптимізації використання сонячної енергії та підвищення продуктивності сонячних панелей. Даний підхід базується



на використанні ряду ключових компонентів, які працюють у спільності, щоб забезпечити найефективніше використання сонячної енергії.

Першим важливим кроком є використання GPS модуля NEO-6M для отримання точних географічних координат місця розташування сонячних панелей. Це забезпечує точний розрахунок положення сонця на небі і є важливим елементом для досягнення максимальної продуктивності.

Однак дана система враховує різні сценарії роботи, включаючи ситуації, коли доступний обмежений час або ресурси. Якщо час дозволяє, ми використовуємо режим сну протягом 20 хвилин, щоб зберегти енергію та підтримувати продуктивність. В інших випадках, коли час обмежений, система виконує сканування даних координат, азимуту, дати та часу в інтервалі від 5 до 17 годин.

Ключовими компонентами нашої системи є компас і гіроскоп HMC5883L. Компас визначає напрямок на північ, що дозволяє точно визначити орієнтацію сонячних панелей, гіроскоп вимірює зміну кутової швидкості відносно фіксованого простору після чого мікроконтролер отримує ці дані, та розраховує положення осі системи відносно сонця. Ця інформація дозволяє системі налаштувати панелі так, щоб максимально використовувати сонячну енергію.

Коли ми досягаємо необхідного рівня продуктивності сонячних панелей, наша система вмикає процедуру енергозбереження. Двигуни, які відповідають за позицію панелей, вимикаються на 10 хвилин, забезпечуючи стабільність та ефективність системи навіть у випадках обмеженого живлення.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Трекер для фотоелектричних установок [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://solarsoul.net/treker-dlya-fotoelektricheskix-ustanovok>

2. Система автоматичного позиціонування сонячних панелей [Електронний ресурс] - Режим доступу: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/29890/1/Bulan\\_bakalavr.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/29890/1/Bulan_bakalavr.pdf)

3. Аналіз ефективності застосування трекерних установок для мережевих СЕС фотомодулях різного типу [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/153675/Шевченко.pdf>

## SYNTHESIS OF POSITION REGULATOR CONTROL SYSTEM USING OPTIMIZATION ALGORITHMS

*A.S. Stadnichenko. Master's student*

*O.A. Shtepa, Ph.D., Associate Professor*

*H.O. Sheina, Ph.D., Associate Professor*

*Donetsk National Technical University*

УДК 621.314.2

Н.В. Єрмілова, к.т.н., доцент,

В.В. Васильєва, магістрант

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

## МОДЕРНІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ НОЖИЦЬ ГАРЯЧОГО РІЗАННЯ ЗАГОТОВОК В МЕТАЛУРГІЙНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Пристрої сучасної силової електроніки дозволяють керувати потоками електроенергії не тільки з метою її перетворення з одного виду в інший, але й розподілу, організації швидкодіючого захисту електричних ланцюгів, компенсації реактивної потужності та ін.

Однією з основних областей ефективного використання силової електроніки став електропривод (ЕП). Для електропривода постійного струму розроблені тиристорні агрегати й комплектні пристрої, які успішно використовуються в металургії, верстатобудуванні, на транспорті та в інших галузях промисловості. За рахунок впровадження випрямних агрегатів із глибоким регулюванням вихідної напруги й струму значно поліпшена якість багатьох технологічних процесів в електromеталургійній галузі [1].

В роботі постало завдання провести модернізацію електроприводу ножиць гарячого різання заготовок, які знаходяться наприкінці прокатного стану на ділянці різання. Ці ножиці застосовуються для нарізки металу, що рухається по стану з повільною швидкістю (не більше 2,5м/с), температура металу, який надходить на ділянку різання, становить 800-1000 °С, звідси й береться назва – гаряче різання [2].

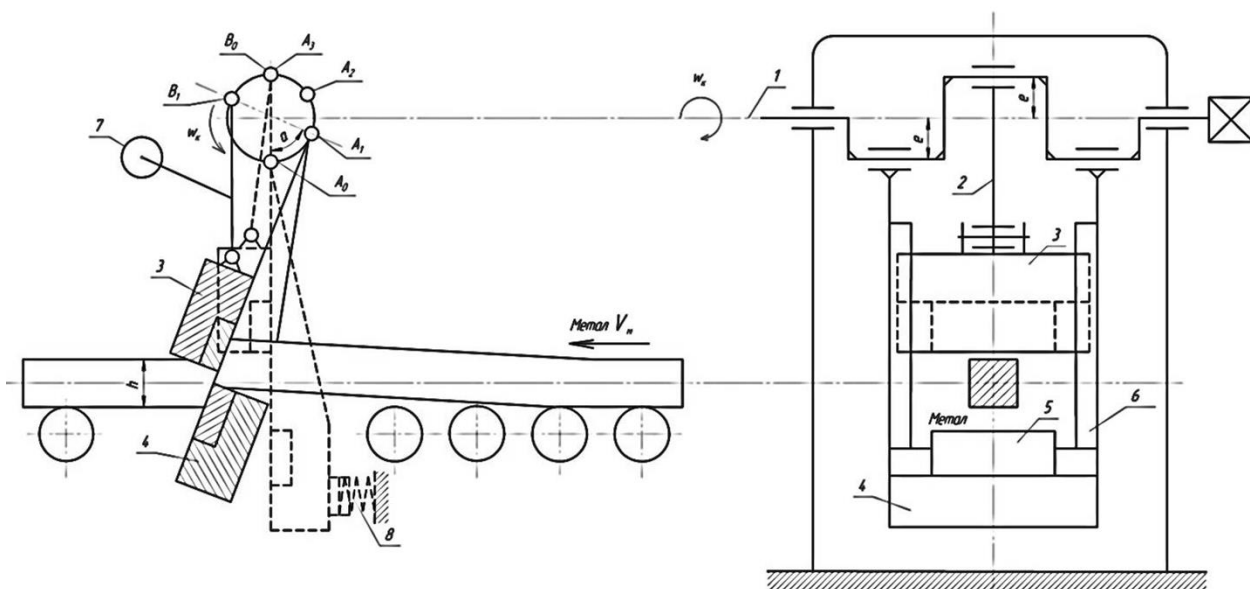


Рис. 1. Летючі ножиці гарячого різання

1 - верхній прохідний вал; 2 - шатун; 3 - верхній супорт з ножем; 4 - нижній супорт з ножем; 5 - проміжне положення при зближенні ножів; 6 – направляючі пази; 7 – контрвантаж; 8 – амортизатор.

До електропривода ножиць пред'являються наступні технологічні вимоги:

- точна зупинка;
- здатність різання різних сортів металу;
- габарити металу, що розрізають, 1300 × 320;
- діапазон регулювання - 3 ÷ 1;
- реверсивність привода;
- тривалість включення - 60%;
- можливість регулювання швидкості.

В електроприводах механізмів з особливими вимогами експлуатації (як у нашому випадку) здебільшого прийнято використовувати двигуни постійного струму (ДПС). Вони мають гарні можливості для регулювання швидкості, а також для стабілізації роботи ЕП, надійні у експлуатації, здатні забезпечувати великі пускові моменти. Виходячи з цих міркувань, для привода механізму ножиць був обраний ДПС з незалежним збудженням.

Для двигунів постійного струму існують наступні системи керування електроприводом:

- джерело постійного струму - ДПС з контролюючою релейно-контакторною схемою керування;
- генератор постійного струму - ДПС (Г-Д);
- тиристорний перетворювач - ДПС (ТП-Д).

Для модернізації електроприводу механізму ножиць була обрана система ТП-Д, так як двигун має велику потужність і ця система повинна витримувати значні перевантаження, які інші системи витримувати не здатні. Також система ТП-Д економічніше при експлуатації на відміну від системи Г-Д.

Проведене розроблення структурної та принципової схем силового напівпровідникового перетворювача для привода постійного струму, розрахунок та вибір елементів схем, моделювання роботи силової частини та блоку регулювання. Дослідження показали, що модернізована система задовольняє вимогам технічного завдання.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. *Победаш К.К. Силові напівпровідникові прилади і перетворювачі електричної енергії: навч. посіб. / К.К. Победаш, В.А. Святненко - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 244 с.*

2. *Різання листового матеріалу на ножицях [ Електронний ресурс ] // Режим доступу: <https://vseosvita.ua/lesson/lektsiia-6-tema-22-rizannia-lystovoho-materialu-na-nozhytsiakh-53410.html>*

## MODERNIZATION OF THE SCISSORS ELECTRIC DRIVE FOR HOT CUTTING OF BILLETS IN THE METALLURGICAL PRODUCTION

*N. Yermilova, Ph.D., Associate professor,*

*V. Vasylieva, Master's student*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

**UDC 004.896:681.5]:004.056**

*O. Laktionov, PhD (Engineering)*

*M. Movin, PhD-student*

*I. Laktionova, lecturer*

*National University “Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic”*

## **RESEARCH ON THE ROLE OF THE SAFETY COMPONENT IN A ROBOTICS SYSTEM**

The theme of developing and modernizing robotic platforms is more relevant for our country than ever before. Existing robotic complexes, whose creation principles are outlined in the STEM direction, are readily accessible to anyone. Therefore, anyone interested has the opportunity to create their own robot, even in a home environment. A series of works today is dedicated to using the tools of disciplines such as “Automatic Control Theory” and “Modeling of Electromechanical Systems” [2], where digital prototypes of robot control systems are simulated. Undoubtedly, these works are invaluable for science, but, on the other hand, nothing is perfect one hundred percent.

Current conditions impose new restrictions and rules regarding the components of robotic complexes, with a focus on the safety component. Modern ground-based robotic complexes consist of a series of systems, including a transportation system, a control system, and special systems. Some types of systems are formed through the interaction of these systems, for example, a self-preservation system [3].

The safety component is considered as an integrated indicator that takes into account various directions and methods of organizing the protection of the robotic complex from unauthorized access. Some elements of a secure robotic complex environment include the use of well-known signal encryption approaches and the use of secure data transmission protocols.

Let's consider a simple example, where there are two controllers, an engine, and radio modules that are interconnected in a single scheme. The engine is controlled by appropriate control devices through a radio channel. Basic control principles (e.g., turning the engine on and off by the operator) are improved through signal encryption using ideas from the Advanced Encryption Standard [4].

The proposed use of a protection element for the robotic complex will minimize the risks of unauthorized use of equipment at the initial stages of research.

### **REFERENCES:**

1. *Winning the Race to Educate Our Children. Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education in the 2012 Budget (White House Office of Science and Technology Policy). [Elektronnyi resurs]. URL: <https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/OSTP-fy12-STEM-fs.pdf> svobodnyi*

2. *Robotyzovani mobil'ni platformy dlya vybukhonebezpechnykh predmetiv / R.Zin'ko, L. Kraynyk, O. Horbay, A. Polyakov. // Visnyk mashynobuduvannya ta transportu. – 2018. – №1. – S. 52–62.*

3. Zalyпка V. D. *Osoblyvosti stvorenniya ta zastosuvannya nazemnykh robotyzovanykh kompleksiv u providnykh krayinakh svitu ta Ukraini [Elektronnyy resurs]* / V. D. Zalyпка // *Scientific Bulletin of UNFU*. – 2022. – Т. 32, № 4. – С. 60–65. – *Rezhym dostupu*: <https://doi.org/10.36930/40320410>

4. Bernstein C. *What is the Advanced Encryption Standard (AES)? Definition from SearchSecurity [Електронний ресурс]* / Corinne Bernstein, Michael Cobb // *Security*. – *Режим доступу*: <https://www.techtarget.com/searchsecurity/definition/Advanced-Encryption-Standard>

## **ДОСЛІДЖЕННЯ РОЛІ БЕЗПЕКОВОЇ СКЛАДОВОЇ РОБОТОТЕХНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ**

*О.І. Лактіонов, к.т.н.,*

*М.А. Мовін, аспірант,*

*І.С. Лактіонова, викладач*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

УДК 621.398

*М.О. Мурат, аспірант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **РОЛЬ ТЕЛЕМЕТРИЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ В БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТАХ: АНАЛІЗ ВАЖЛИВОСТІ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ СИСТЕМИ ТЕЛЕМЕТРИЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ У ВІЙСЬКОВИХ БПЛА**

В останні десятиліття сучасні технології значно змінили обличчя війни, зокрема в конфліктах з Росією. Однією з найбільш помітних і ефективних інновацій в сучасній війні є використання безпілотних літальних апаратів, або дронів. Дрони здобули популярність завдяки своїм здатностям спостереження, збору інформації та здійснення авіаційних атак з великою точністю. Війна в Україні спричинила революційний прорив у використанні безпілотників як зброї – ще ніколи й ніде не було на них такого попиту. За оцінками Королівського інституту об'єднаних служб, ЗСУ втрачають близько 10 тисяч дронів на місяць.

Система телеметричного зв'язку у військових БПЛА виконує низку критичних завдань, які визначають її важливість:

- Збір та передача інформації: Телеметричний зв'язок дозволяє БПЛА збирати і передавати важливі дані, такі як відео, фотографії, радарні зображення, температурні параметри, та іншу інформацію з зони операцій на командний пункт або до оператора.

- Контроль та навігація: Система телеметричного зв'язку дозволяє операторам віддалено керувати БПЛА, встановлювати нові маршрути, коригувати висоту та швидкість польоту, а також виконувати різні маневри для досягнення поставлених завдань.

- **Захист і безпека:** Телеметричний зв'язок використовується для забезпечення безпеки та захисту військових БПЛА від електронних завад та забезпечення конфіденційності передачі інформації.

- **Реакція на надзвичайні ситуації:** Система телеметричного зв'язку допомагає операторам відразу виявити надзвичайні ситуації або вторгнення та вжити необхідні заходи для забезпечення безпеки або нейтралізації загроз.

- **Функціональне призначення системи телеметричного зв'язку**

Система телеметричного зв'язку включає в себе різні функціональні складові:

- **Трансмітери і приймачі:** Ці пристрої дозволяють БПЛА передавати і приймати сигнали, включаючи дані і команди. В основному використовують радіокеровані трансмітери або бодрум-керовані трансмітери для віддаленого управління. Для останніх - оператор може керувати БПЛА з будь-якого місця, якщо є доступ до Інтернету. Ця технологія надає більше гнучкості і можливостей для бездротової передачі сигналів і команд.

- **Анени:** Анени відповідають за ефективний обмін сигналами між БПЛА та земною станцією. Для збільшення дальності дії «міні» БПЛА необхідно застосовувати енергетично вигідні види модуляції і впровадження до НСУ антен з високим коефіцієнтом підсилення. Це, зокрема, передбачає наявність в наземній станції управління антенної системи з вузькою діаграмою спрямованості та опорно поворотним пристроєм. Розміри бортової антени в такому випадку можуть бути мінімізовані.

- **Комунікаційні протоколи:** Вони забезпечують стандартизацію і захист передачі даних та команд. (MAVLink (Micro Air Vehicle Communication Protocol), UDP (User Datagram Protocol), TCP (Transmission Control Protocol), HTTP (Hypertext Transfer Protocol) та HTTPS (HTTP Secure), Radio Control (RC) Protocols, Satellite Communication, Cellular Communication, ELRS protocol, TBS CROSSFIRE R/C).

- **Криптографічні засоби:** Для забезпечення конфіденційності і безпеки даних. Забезпечення безпеки та недоступності інформації в військових безпілотних літальних апаратах (БПЛА) виконує важливу роль у запобіганні несанкціонованому доступу до конфіденційних даних та забезпеченні інтегритету операцій. Шифрування та захист інформації встановлюють надійний бар'єр перед небажаними зловмисниками, завдяки чому можливо зберегти конфіденційні дані про розташування, стратегію та технічні характеристики військових БПЛА. Додатково, ці заходи допомагають у запобіганні втратам контролю над безпілотниками та потенційно небезпечними вторгненнями в їхню систему зв'язку. Такий підхід гарантує надійність і конфіденційність важливих військових операцій і сприяє успішній реалізації завдань в умовах сучасних військових конфліктів.

Система телеметричного зв'язку у військових БПЛА відіграє надзвичайно важливу роль у забезпеченні ефективної діяльності та захисті військових сил. Вона дозволяє збирати і передавати важливі дані, керувати БПЛА, реагувати на

надзвичайні ситуації та забезпечувати безпеку операцій. Тому розвиток та підтримка цих систем є важливим завданням для військового успіху.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:**

1. Мосов С.П. *Особливості застосування тактичної безпілотної розвідувальної авіації у воєнних конфліктах* // 2018.
2. *The Royal United Services Institute [Електронний ресурс] — Режим доступу: <https://rusi.org/explore-our-research/publications/special-resources/meatgrinder-russian-tactics-second-year-its-invasion-ukraine>* 19 травня 2023. *Meatgrinder: Russian Tactics in the Second Year of Its Invasion of Ukraine*
3. *U.S. Army Field Manual Interim (FMI) 3-04.155—Department of the Army. — Washington, DC, April, 183 p. <https://www.fas.org/irp/doddir/army/fmi3-04-155.pdf>*

### **THE ROLE OF TELEMETRY COMMUNICATION IN UNMANNED AERIAL VEHICLES: ANALYSIS OF THE IMPORTANCE AND FUNCTIONAL PURPOSE OF THE TELEMETRY COMMUNICATION SYSTEM IN MILITARY UAVS**

*M. Murat, PhD student*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

**УДК 621.31**

*В.В. Стьопкін, к.т.н., доцент,*

*О.В. Колесник, магістр*

*Український державний університет науки і технологій*

### **ОСОБЛИВОСТІ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМ ГЕНЕРАТОР – ДВИГУН ПРОКАТНИХ СТАНІВ**

На металургійних підприємствах Дніпропетровської області досить часто в машинних залах можна побачити потужні системи генератор – двигун на приводах прокатних станів: головний електропривод блюмінгу 1050, привод чистових та чорнових клітей стану 800 в умовах ПрАТ «ДМЗ», м. Дніпро; електропривод блюмінгу 1050, чистових та чорнових клітей рейкового стану ПрАТ «КАМЕТ – СТАЛЬ», м. Кам'янське. На даних приводах встановлена система Вард-Леонарда (система Г-Д), спроектована ще у 1891 році американським електротехніком Гаррі Вард-Леонардом [1]. Дослідження моделей тиристорних перетворювачів для кола якоря двигуна постійного струму та кола обмотки збудження генератора постійного струму з метою керування системою Г-Д розглянуті авторами у роботі [2] із використанням спеціалізованого програмного забезпечення MATLAB. На теперішній час одним з актуальних напрямків модернізації систем Г-Д є встановлення високовольних перетворювачів частоти. Актуальним напрямком модернізації системи

керування на базі Г-Д є встановлення сучасного високовольтного перетворювача частоти одних із фірм виробників – ABB, Siemens або Schneider Electric.

Наприклад, в даний час на головному приводі блюмінгу 1050 ПрАТ «ДМЗ» встановлена система Г-Д з наступними параметрами: двигун постійного струму МПС-11500-63У, 10 МВт, 900 В,  $I_n = 11700$  А,  $I_z = 430/170$  А, 63/100 об/хв. (1); генератор постійного струму ГП 5700-375, 5700 кВт, 900 В, 6300 А (2); синхронний гонний двигун ДСЗ-2174-16МУ4, 12500 кВт, 6000 В, 375 об/хв.; перетворювач обмотки збудження ГП – КТУ-460/320ВР, 460 В, 350 А (2); збудник синхронного двигуна КТУ-460-1000ВС-У3, 460 В, 1100 А (2); перетворювач кола якоря двигуна постійного струму КТУ-460/500, 460 В, 550 А (2).

Сучасний напрямок модернізації існуючих потужних електроприводів запропонований фірмою ABB [3]. До впровадження пропонуються такі типи приводів: ACS1000 (315 кВт - 5 МВт); ACS2000 (250 кВт - 2600 кВт); ACS5000 (2 - 36 МВт); MEGADRIIVE-LCI (2 - 72 МВт). У ПЧ використовується силовий напівпровідникових прилад – тиристор IGCT (Integrated Gate Commutated Thyristor). Використання IGCT тиристорів призводить до значному зменшенню кількості компонентів, забезпечуючи надійність та економічність привода. Основними перевагами є: сумісність зі стандартними асинхронними двигунами без втрати потужності; можливість використання із старими двигунами; ККД двигуна такий як при роботі від мережі; знижений шум двигуна; використання стандартних кабелів; відсутність обмеження за довжиною кабелів живлення двигуна.

Для модернізації системи керування електроприводом блюмінгу 1050 (10 МВт) можна використовувати спеціалізовані високовольтні перетворювачі частоти типу ACS5000, які використовуються в таких галузях промисловості як заготівельні та прокатні стани, повітродувки доменних печей, вентилятори та насоси.. Привод ACS5000 працює з вихідною напругою від 6 до 13,8 кВ у діапазоні потужностей від 5 до 36 МВт. У перетворювачі встановлений конвертор VSI. Максимальна частота на виході складає 75 Гц [4].

Основні характеристики привода ACS5000: висока продуктивність системи завдяки багаторівневій топології, застосуванню напівпровідникових приладів IGCT та прямому керуванню моментом (DTC); висока надійність, завдяки мінімальній кількості елементів; оптимальні умови роботи мережі завдяки 36-пульсній схемі випрямлення; модульна конструкція для оптимальної конфігурації; швидкі та точні характеристики регулювання завдяки методу прямого керування моментом (DTC).

Тиристири IGCT (Integrated Gate Commutated Thyristor – тиристор з інтегрованим керуванням) є ідеальними ключами для високовольтних механізмів великої потужності. З метою мінімізації нелінійних викривлень ACS5000 оснащений 36 – пульсним випрямлячем, який відповідає вимогам у відношенні гармонійних викривлень струму та напруги, визначених стандартами IEEE, IEC, EN. Для нових приводних систем відсутня необхідність встановлення мережевих фільтрів.



В роботі розглянута можливість модернізації існуючої системи Г-Д для головного електропривода блюмінгу 1050, шляхом встановлення високовольтного перетворювача частоти фірми АВВ.

### ЛІТЕРАТУРА:

1. Ward Leonard, H. *Volts versus ohms - the speed regulation of electric motors* (англ.) // *AIEE Trans. : journal.* — 1896. — Vol. 13. — P. 375—384
2. G. A. Biacs and M. S. Adzic, "Modeling of the thyristor controlled rectifiers for control of Ward - Leonard system," *2009 7th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics*, 2009, pp. 193-196, doi: 10.1109/SISY.2009.5291167.
3. АВВ. *ABB Drives* [Електронний ресурс] / АВВ // АВВ. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://new.abb.com/drives>.
4. АВВ. *ACS5000* [Електронний ресурс] / АВВ // АВВ. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://new.abb.com/drives/fr/variateurs-ca-moyenne-tension/acs5000>

### FEATURES OF THE MODERNIZATION OF THE GENERATOR – ENGINE OF ROLLING STATION SYSTEMS

*V. Stopkin, PhD (Engineering), Associate professor*

*O. Kolesnyk, master's*

*Ukrainian State University of Science and Technologies*

### UDC 621.34

*O. Shefer, Doctor of Science, professor,*

*S. Myhal, postgraduate*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

### RESEARCH OF EMISSIONS WHICH DETERMINATE THE QUALITY OF WORK OF TELECOMMUNICATIONS EQUIPMENT

Electronic interference is non-damaging electromagnetic radiation that degrades quality functioning of radio communications, interference imitates or distorts the signals observed and recorded by the terminal equipment, makes it difficult or eliminates the selection useful information, reduce their range and accuracy of automatic control systems. Under the influence of interference, radio communication systems may cease to be sources of information despite their full serviceability and functionality.

So how to suppress a variety of interference of the same type is impossible, then special types are used that correspond to one or another attack means.

Masking interference degrades the characteristics of the receiving devices, which increases the number of received characters, reducing the information content of the message, creating a background against which detection is difficult or completely

eliminated, recognition, selection of useful signals or target marks. As the interference power increases, their masking effect increases [1].

Simulating interference are signals that emitted by a jamming station to introduce false information to the attacked assets. In structure, they are close to useful signals and therefore create false signals in the terminal device, similar to real ones, reduce system throughput, and lead to false reactions of the attacked system. When exposed to simulated interference, the characteristics of the receiving device do not deteriorate. A special case of simulating interference is relay interference, which completely repeats the useful signal.

The effect of interference deteriorates the quality of the processed information as a result of its destruction or aging, which increases the degree of uncertainty when making decisions. In depending on the method of interference, width ratio spectra of interference and useful signals [2] (Fig. 1, a) masking interference is divided into barrage (Fig. 1, c) and targeting (Fig. 1.4, b; 1 – interference coincides in frequency with the signal; 2 – interference does not coincide in frequency with the signal).

Barrier interference has a frequency spectrum width significantly exceeding the bandwidth occupied by the useful signal, which makes it possible to simultaneously suppress several electronic devices without precise targeting of the interference transmitter in frequency. They can be created without complete data on the parameters of the signals of the suppressed.

The peculiarity of barrage interference is that when With constant PP power, their spectral power density  $G_p$  (W/MHz) decreases as the radiation spectrum expands. With a uniform spectrum, it is the ratio energy potential of the interference transmitter to the width of the interference frequency spectrum  $\Delta f_{\Pi}$ .

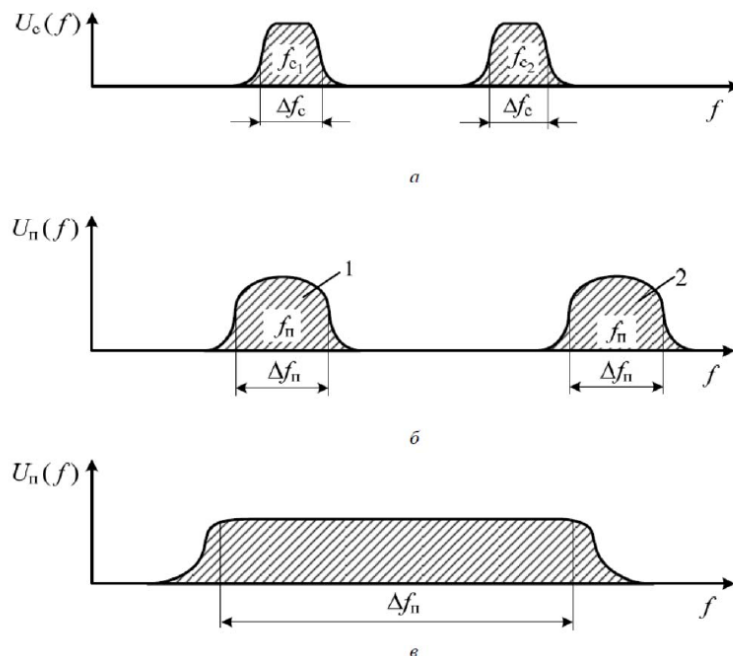


Fig. 1. Types of interference depending on the spectrum width. a – useful signal, b – targeted interference, c – barrage interference

Targeted interference has a spectrum width commensurate with the width of the spectrum of the suppressed signal. The effectiveness of their influence depends on the

accuracy of frequency alignment with the useful signal. Targeted interference is characterized by high spectral power density. Since they are emitted in a narrow frequency band, they can be implemented by low-power devices, One of the ways to generate barrage interference is the use of frequency-shifting interference generated during rapid tuning of a narrowband interference transmitter over a wide frequency band. Due to this, in the frequency band of each channel of a multi-channel radio device or several stations, a sufficiently high power density necessary to suppress them is sequentially concentrated. However, in the presence of protection schemes, the effectiveness of this interference may be lower than the barrier interference created by a transmitter that does not have frequency tuning. The disadvantage of aiming interference is that that they can simultaneously suppress only one radio device operating in a given wavelength range.

### LITERATURE:

1. *Зіньковський Ю.Ф., Клименко В.Г. Електромагнітна, інформаційна захищеність та сумісність електронних апаратів. – Ж.: «ЖІТІ», 1999. – 376 с.*
2. *Petzold J. Advantages of softmagnetic materials for modern electronic applications. – Н.: «Scripta Materialia», 2014. – 901 p.*

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ВИПРОМІНЮВАНЬ, ЩО ПОГІРШУЮТЬ ЯКІСТЬ РОБОТИ ЗАСОБІВ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ**

*О.В. Шефер, д.т.н., професор,*

*С.В. Мигаль, аспірант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

**УДК 621.3**

*Р.В. Захарченко, к.т.н., доцент,*

*В.Ю. Курбала, магістрант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ У СИСТЕМІ «ІНВЕРТОР – АСИНХРОННИЙ ДВИГУН» ЕЛЕКТРОПРИВОДУ НАСОСНОЇ УСТАНОВКИ**

У світі активно ведуться дослідження щодо розробки багаторівневих інверторів напруги, зокрема трирівневих. Схема з діодами, що обмежують (або схема з фіксованою нейтральною точкою), є найбільш підходящою для таких перетворювачів, оскільки вона потребує менше ємнісних елементів та одне лише джерело постійного струму. Однак у такій схемі виникає проблема контролю напруги на вхідних конденсаторах. Багато алгоритмів широтно-імпульсної модуляції, що запропоновані в різних джерелах, не враховують цієї проблеми. Деякі не досліджують роботу перетворювача на навантаження

електродвигунами, яке найчастіше використовується, або наголошують лише на дослідженні спектра вихідної напруги.

Дослідження роботи трирівневого інвертора, є надзвичайно актуальним. Незважаючи на складність управління через велику кількість напівпровідникових ключів та високі напруги, вони демонструють високу якість вихідної напруги. Основна перевага таких перетворювачів полягає в розподілі напруги між ключами, що дозволяє використовувати ключі з меншою напругою, але здатні працювати з вищою частотою комутацій, замість вибору одного ключа для високої напруги.

Метою дослідження є розробка алгоритму просторово-векторної широтно-імпульсної модуляції, моделювання трирівневого інвертора напруги з використанням цього алгоритму та дослідження роботи інвертора на активно-індуктивне навантаження та навантаження асинхронними двигунами з короткозамкненим ротором.

Основні завдання дослідження включають:

- огляд топологій багаторівневих інверторів напруги та алгоритмів широтно-імпульсної модуляції для управління ними, а також обґрунтування вибору схеми з обмежувальними діодами.

- розробка алгоритму просторово-векторної широтно-імпульсної модуляції з контролем напруги на вхідних конденсаторах трирівневого інвертора.

- дослідження математичної моделі перетворювача на активно-індуктивне навантаження та навантаження асинхронними електродвигунами.

Для вирішення цих завдань необхідні наступні методи дослідження: аналіз технічної літератури, особливо іноземної; використання програмних пакетів MATLAB.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Kalpesh H. Bhalodi, P. Agarwal. *Space Vector Modulation with DC-Link Voltage Balancing Control for Three-Level Inverters. ACEEE International Journal on Communication, Vol 1, No. 1, Jan 2010, 14-18 p.*

2. Jang-Hwan Kim, Seung-Ki Sul, Prasad N. Enjeti. *A Carrier-Based PWM Method with Optimal Switching Sequence for a Multi-level Four-leg VSI. IAS 2005, 99-105 p.*

3. Josep Pou. *Modulation and Control of Three-phase PWM Multilevel Converters. Technical University of Catalonia, 2004, 205 p.*

## STUDY OF TRANSIENT PROCESSES IN THE "INVERTER - ASYNCHRONOUS MOTOR" SYSTEM OF THE ELECTRIC DRIVE OF A PUMPING UNIT

*R. Zakharchenko, Ph.D., Associate professor,*

*V. Kurbala, Master's student*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

УДК 62-83:622(075)

*Н.В. Єрмілова, к.т.н., доцент,*

*Д.С. Борщов, магістрант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ШТАНГОВОЇ СВЕРДЛОВИННОЇ НАСОСНОЇ УСТАНОВКИ**

Україна є нафтовидобувною країною, на території якої до початку війни видобувалося майже 2% від рівня світового видобутку нафти. Нафтовидобувна галузь залишається однією з головних в українській економіці, разом з тим ряд факторів, в тому числі особливості географічного розташування нафтовидобувних районів і залягання нафтоносних пластів, роблять собівартість української нафти однією з найвищих в світі. Тому зниження експлуатаційних витрат, пов'язаних з видобутком нафти, є одним із важливих завдань в нафтовидобувній галузі [1].

Більшість ШСНУ (штангових свердловинних насосних установок) є установками з тривалим режимом роботи, які безперервно проводять відкачування нафти 24 години на добу і зупиняються тільки в аварійних ситуаціях або для планового ремонту. Треба відзначити відносно низькі енергетичні показники значної частини експлуатованих в даний час електроприводів ШСНУ. Однією з причин цього є підвищена встановлена потужність приводних двигунів: на нафтопромислах України приводні двигуни недовантажені в середньому у 2 – 2,5 рази. Так як частка вартості електричної енергії в загальних витратах на виробництво нафти досягає 10%, а загальні витрати на електрообладнання сягають 40%, то підвищення енергетичних показників ШСНУ є одним з нагальних завдань в нафтовидобутку [2].

Основною задачею роботи є модернізація системи електроприводу насосної установки, при цьому система повинна бути економічно ефективною, надійною та безпечною.

Найбільш розповсюдженим для привода вітчизняних ШСНУ в даний час є короткозамкнені асинхронні двигуни з підвищеним пусковим моментом серій 4А, 5А та АІР у закритому виконанні із синхронною частотою обертання 1500 об/хв. Ці двигуни мають доволі високий пусковий момент, кратність якого складає 1,7 - 2,3 при кратності пускового струму не більше 7,5.

Проблемою електроприводу ШСНУ є те, що при одночасному запуску декількох насосних установок їх пускові струми додаються, що призводить до зниження напруги на двигунах через його втрати в проводах. Тому для забезпечення нормальної роботи системи електропостачання насосних установок необхідно застосовувати індивідуальний або груповий способи автоматичного повторного включення (АПВ) двигунів насосів після зникнення або зниження напруги. При індивідуальному АПВ після відновлення номінальної напруги мережі двигун знову підключається до неї з деякою витримкою часу. Для різних груп двигунів, які живляться від одного джерела,

створюються різні витримки часу для запобігання накладення пускових струмів. При груповому АПВ при зникненні або глибокому зниженні напруги відключаються магістралі, до яких підключений двигун на живильній підстанції. АПВ здійснюється включенням магістралі в певній послідовності з різними витримками часу. Всі ці питання були враховані в системі, що розробляється.

При модернізації біло вирішено розробити електропривод ШСНУ на базі електродвигунів фірми Siemens, які мають значні переваги перед двигунами типу 4А, 5А та АІР: великий запас по максимальному та пусковому моменту (3-4 від номінального), що дає можливість використовувати двигуни значно меншої потужності; систему самоохолодження; високий ступінь захисту ІР55; низький рівень шуму, вібрації, високий ККД, високу енергоефективність. Закрите виконання цих двигунів гарантує їх надійну роботу двигунів на відкритому повітрі, де вони можуть піддаватися впливу вологи, піску, снігу.

Розроблена автоматизована система управління електроприводом ШСНУ здатна виконувати наступні функції:

- плавний пуск двигуна;
- пуск і відключення двигуна в ручному режимі;
- автоматичне відключення електродвигуна при обриві однієї з фаз;
- відключення електродвигуна при перевантаженнях понад допустиму межу або при короткому замиканні в його обмотках або кабелі;
- відключення електродвигуна при короточасному зникненні або глибокому зниженні напруги і автоматичний пуск електродвигуна після відновлення напруги через визначений час;
- відключення електродвигуна при аварійному стані свердловини.

Проведене розроблення структурної та принципової схем електропривода ШСНУ, розрахунок та вибір елементів схем, моделювання роботи силової частини та блоку керування. Дослідження показали, що модернізована система надійна, ефективна та задовольняє усім вимогам завдання.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Білецький В. С. *Основи нафтогазової інженерії: підручник для студентів вищих навчальних закладів* / Білецький В. С., Орловський В. М., Вітрик В. Г. — Львів: «Новий Світ - 2000», 2019. — 416 с.

2. Семенцов Г.Н. *Автоматизація технологічних процесів у нафтовій та газовій промисловості: навчальний посібник* / Г.Н. Семенцов, Я.Р. Когуч, Я.В. Куровець, М.М. Дранчук. — Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2015. — 301 с.

3. Барало О.В. *Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: навчальний посібник* / Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. — К: Аграрна освіти, 2010. — 557 с.

## **IMPROVEMENT OF THE ROD DRILL PUMP UNIT ELECTRICAL DRIVE**

*N. Yermilova, Ph.D., Associate professor,*

*D. Borshchov, Master's student*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

УДК 621.34

О. Шефер, д.т.н., професор,

Б. Богатирьов, магістрант

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

## РОЗРАХУНОК ТА ВИЗНАЧЕННЯ САНІТАРНО-ЗАХИСНИХ ЗОН ТА ЗОН ОБМЕЖЕННЯ ЗАБУДОВИ АНТЕНИ БАЗОВИХ СТАНЦІЙ

Базові станції загалом обладнані антенами направленої дії, відповідно санітарно-захисні зони і зони обмеження забудови встановлюються у напрямі випромінювання електромагнітної енергії, з врахуванням бічних і задніх пелюсток діаграми спрямованості антен. Враховується, що антени випромінюють електромагнітну енергію під певним кутом до горизонту і рівень ЕМП міняється залежно від висоти, отже зона обмеження забудови встановлюється диференційовано по вертикалі в межах висоти житлової забудови.

Відповідно до [1] гранично допустимий рівень ЕМП для РТО, що працюють у діапазонах дуже високих, ультрависоких, надвисоких та надзвичайно високих частот, встановлюється на рівні 100 мкВт/см<sup>2</sup> або 19,42 В/м. Граничнодопустимі рівні ЕМП, які створюють телевізійні і радіостанції в діапазоні частот від 48 до 1000 МГц, визначаються за формулою:

$$E_{ГДР} = 21 \times f^{-0.37}$$

де  $E_{ГДР}$  - граничнодопустимий рівень (ГДР) ЕМП (електричної складової електромагнітного поля), В/м;  $f$  - несуча частота оцінюваного каналу зображення або звукового супроводу, МГц.

Розрахунки електричної складової електромагнітного поля, що створюється кожною з антен, проводяться за формулою:

$$E = \frac{\sqrt{30 \times P \times G \times \eta}}{R} \times K_{\phi} \times F_{(\varphi)} \times F_{(\alpha)} \times K_{\varepsilon},$$

де  $P$  - потужність на вході фідерного тракту, Вт;  $G$  - коефіцієнт підсилення антени відносно ізотропного випромінювача;  $\eta$  - коефіцієнт втрат в антенно-фідерному тракті;  $R$  - відстань від геометричного центру антени до розрахункової точки;  $K_{\phi}$  - коефіцієнт, що враховує вплив відбиваючих поверхонь в умовах міської забудови (прийнято  $K_{\phi}=1,25$ );  $F_{(\varphi)}$  - значення нормованої діаграми спрямованості антени у вертикальній площині. Для антени, для якої проводиться розрахунок, і для антен, вплив яких враховується,  $F(\varphi)$  визначається на підставі діаграми спрямованості у вертикальній площині відповідних антен;  $F(\alpha)$  - для антени, для якої проводиться розрахунок,  $F(\alpha) = 1$ .

Для антен, вплив яких враховується,  $F(\alpha)$  визначається на підставі діаграми спрямованості у горизонтальній площині;  $K_{\varepsilon}$  - коефіцієнт, що враховує нерівномірність діаграми спрямованості антени в горизонтальній площині (прийнято  $K_{\varepsilon}=1,0$ ).

Густина потоку енергії, що створює антена, визначається за формулою:

$$\text{ГПЕ} = E^2/3,77$$

За наявності кількох джерел випромінювання, які працюють у радіочастотних діапазонах від 300МГц до 300ГГц, і мають однаковий ГДР, поверхнева густина потоку енергії, що створюється всіма джерелами на межі санітарно-захисної зони, повинна відповідати такій вимозі:

$$\text{ГПЕ} = \sum_{i=1}^n \text{ГПЕ}_i = \text{ГПЕ}_{\text{доп}},$$

де  $\text{ГПЕ}_i$  - густина потоку енергії, створюваного  $i$  - антеною;  $\text{ГПЕ}_{\text{доп}}$  - граничнодопустиме значення густини потоку енергії для антен цього діапазону.

Встановлено, що в основі методики лежить порівняння розрахункових значень напруженості ЕМП і гранично- допустимих рівнів (ГДР) напруженості ЕМП, а також розрахункових значень густини потоку енергії (ГПЕ) і ГДР ГПЕ.

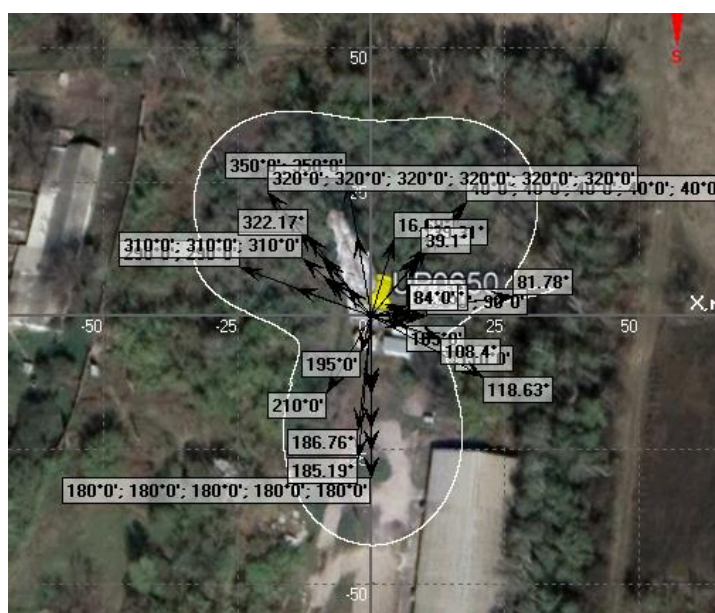


Рис. 1. Приклад ситуаційного плану місцевості із позначенням місця розташування РТО та проекція зони перевищення ГДР

### ЛІТЕРАТУРА:

1. Наказ МОЗ України №2760 від 30 листопада 2020 р.
2. Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань, затверджених наказом МОЗ України №239.
3. Методика розрахунку розподілу рівнів електромагнітного поля затверджених наказом МОЗ України №1040.

### CALCULATION AND DETERMINATION OF SANITARY AND PROTECTIVE ZONES AND BASE STATION ANTENNA BUILDING RESTRICTION ZONES

*O. Shefer, Doctor of Science, Professor,*

*B. Bogatirov, Master*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*



УДК 004.8

*В.В. Гавриленко, д.ф.-м.н., професор,*

*І.О. Бедько, аспірант*

*Національний транспортний університет, Київ*

## **МОВНІ АЛГОРИТМИ ЯК ОСНОВНИЙ КОМПОНЕНТ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ВЕБСАЙТІВ**

В умовах швидкого розвитку інтернет-технологій, значення якісного обслуговування клієнтів у сфері бізнесу та організацій зростає. Застосування моделей мовного аналізу, таких як штучний інтелект та системи машинного навчання, може стати ключовим фактором у створенні ефективної підтримки клієнтів на веб-сайтах. В цьому контексті варто озвучити наступні аспекти:

- Автоматизоване вирішення запитань користувачів: мовні моделі, здатні інтерпретувати та відповідати на звернення користувачів, значно підвищують ефективність обслуговування, знижуючи час реакції на запити. Вони можуть використовуватися для створення чат-ботів або віртуальних асистентів, які автоматично відповідають на часті питання, звільняючи час співробітників для більш складних задач. Це не лише покращує оперативність відповідей, але й забезпечує доступність підтримки 24/7, незалежно від часового поясу користувача.

- Персоналізація обслуговування: використання даних про користувачів (таких як історія покупок, переваги, поведінкові патерни) дозволяє мовним моделям адаптувати відповіді та рекомендації до індивідуальних потреб. Така персоналізація підвищує задоволеність користувачів, оскільки вони відчують, що їхні унікальні запити та вподобання враховуються.

- Ефективне управління запитами: системи на основі мовних моделей автоматизують процес направлення запитів користувачів до відповідних підрозділів або відділів, що оптимізує робочий процес і прискорює вирішення проблем.

- Аналітика та звітність: використання мовних моделей дає змогу аналізувати дані запитів користувачів для виявлення актуальних тем, проблем, а також можливостей для покращення обслуговування. Це сприяє прийняттю стратегічних рішень.

- Подолання мовних бар'єрів: мовні моделі, навчені розпізнавати та працювати з різними мовами, роблять обслуговування доступним для користувачів з різних культурних та мовних середовищ.

- Постійне удосконалення: система на основі машинного навчання постійно адаптується і вдосконалюється на основі нових даних та відгуків, що забезпечує високу якість обслуговування.

Ці аспекти ілюструють, як впровадження мовних моделей може поліпшити систему підтримки веб-сайтів, що робить обслуговування клієнтів більш якісним та ефективним і сприяє автоматизації відповідей. Ці фактори стають ключовими

для сучасних веб-проектів, які прагнуть забезпечити користувачам найкращий досвід і зміцнити свої позиції на ринку.

## **LANGUAGE ALGORITHMS AS THE MAIN COMPONENT OF THE WEBSITE SUPPORT SYSTEM**

*V. Gavrilenko, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor,*

*I. Bedko, Ph.D. Student*

*National Transport University, Kyiv*

**УДК 620.91(477)**

*О.Г. Дрючко, к. х. н., доцент,*

*В.М. Галай, к. т. н., доцент,*

*А.В. Трет'як, к. т. н., доцент,*

*А.Ю. Бурда, студентка,*

*Є.О. Ошкодъоров, студент*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **ІННОВАЦІЙНІ АСПЕКТИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕТВОРЕННЯ, ЗБЕРЕЖЕННЯ І ТРАНСПОРТУВАННЯ У СФЕРІ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ**

Дане повідомлення авторів спрямоване на оглядовий аналіз одержаних результатів з вивчення трендів і особливостей структури виробничих схем побудови, стратегії і розвитку систем виробництва, збереження, транспортування, перетворення різних форм енергії, енергоефективності процесів в електроенергетичних комплексах на платформі одержання за допомогою різновидів відновлювальних джерел. Кожний з наведених надзвичайно складних напрямів потребують глибокого осмислення, ретельних аналітичних оцінок, великих капітальних затрат, інноваційних конструктивних, технічних, технологічних рішень; тривалого часу перебудови, узгодження в роботі, можливості безперервного по стадійного удосконалення. Актуальність і значимість таких досліджень і зумовили мету даної роботи.

За сучасними інноваційними рішеннями ланцюг енергетичної інфраструктури з використанням «зеленого» аміаку в якості носія «зеленого» гідрогену має вигляд зображений на приведеному нижче рисунку.

Нині, у розпал кризи, пов'язаної з кліматичними змінами, екологічно чисте паливо, таке як водень, може зіграти вирішальну роль у процесі декарбонізації. Однак через низьку питому енергію на одиницю об'єму в даний час зберігання і транспортування водню пов'язані з великими витратами.

Використання аміаку як носія водню дає надію на отримання відносно недорогого рішення для ефективних та безпечних зберігання та передачі енергії, а також забезпечення вуглецевої нейтральності. Завдяки своїй високій об'ємній концентрації водню аміак вже тривалий час виробляється у дуже великих кількостях і використовується (наприклад, при виробництві добрив), тому існує

відповідна розвинена інфраструктура зберігання та транспортна інфраструктура. І одержання «зеленого» аміаку з відновлюваних джерел, безумовно, стає однією з важливих складових економіки будь-якої країни.

Унікальність аміаку полягає в тому, що молекули аміаку не містять вуглецю. Спочатку азот береться із атмосфери. І потім він повертається назад після отримання водню шляхом крекінгу. Такий процес виробництва аміаку з використанням азоту з атмосфери вирізняється високою економічністю.

Водень отримують шляхом електролізу води із застосуванням електроенергії з відновлюваних джерел, таких як вітер, сонце або вода.

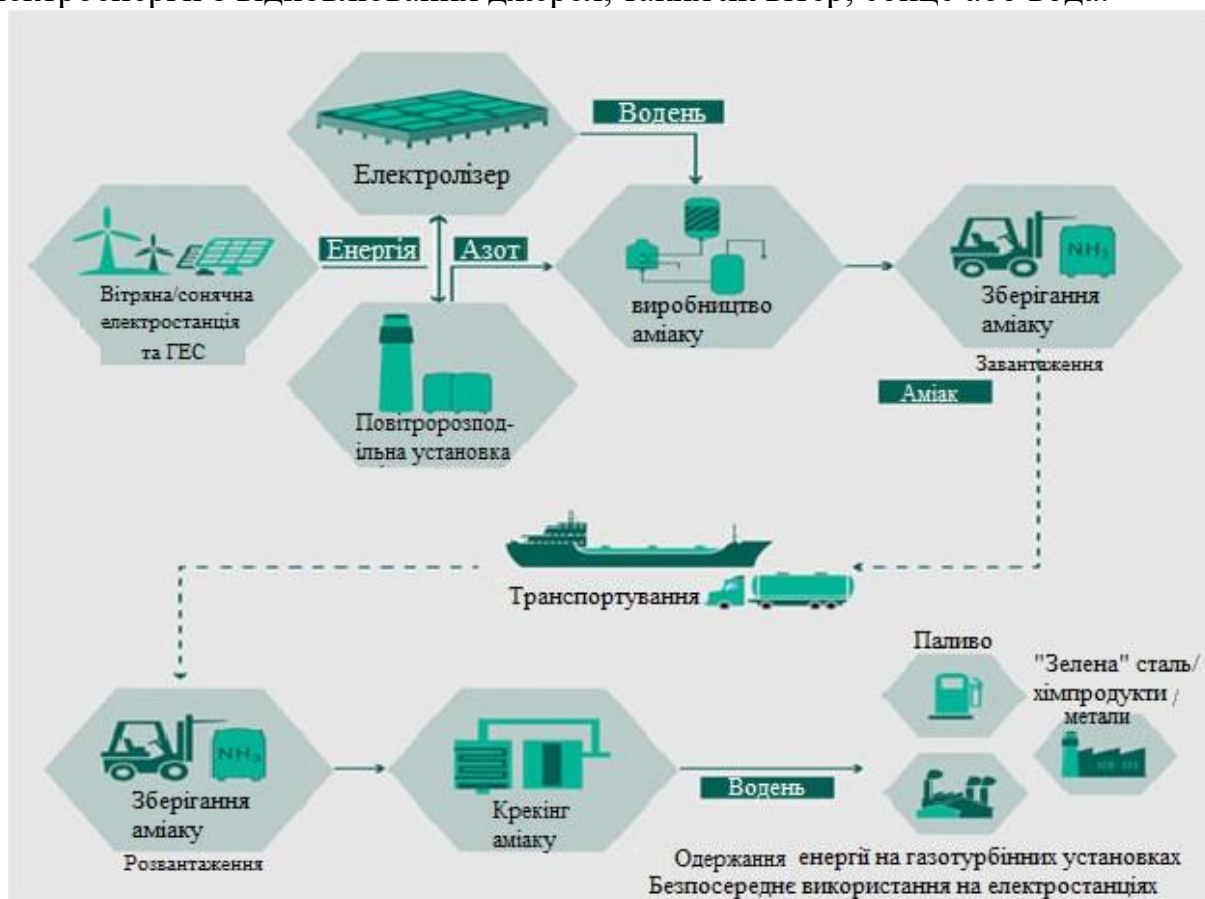


Рис. 1. Схема виробництва та використання «зеленого» аміаку

На заводах з виробництва «зеленого» аміаку об'єднують вказані два етапи, реалізуючи надійний процес Габера-Боша, щоб отримати речовину, яка може використовуватися як нова форма накопичування енергії.

У процесі, так званого «крекінгу», аміак можна розкласти на азот і водень.

Основними компонентами крекінгової установки є випарник для випарювання рідкого аміаку, підігрівач для нагрівання отриманого газоподібного аміаку до 400 °С і реактор, в якому відбувається каталітична реакція крекінгу. Для отримання чистого водню з крекінг-газу, що містить суміш водню та азоту, застосовують сепаратор.

Зараз у світі просто немає великих заводів, де б вироблявся "зелений" аміак. Але потреба в ньому вже формується, і вже стоїть питання про будівництво подібних підприємств у країнах із надлишком сонячної, вітрової чи водної

енергії, а в ідеалі – з комбінацією як мінімум двох цих джерел енергії, щоб зменшити перебої у виробництві та скоротити витрати. До того ж цим підприємствам краще бути ближче до ринків збуту.

Тут хороші перспективи має Україна, як країна з великими можливостями у сфері відновлюваної енергії, а також із географічною близькістю до кінцевих споживачів у Європі.

Світовий перехід до екологічно чистих джерел енергії — це ще й постійний пошук нових енергоносіїв, які можуть замінити бензин, вугілля і газ, що швидко "виходять з моди". Електрика сама по собі, звісно, швидко посилює свої позиції – досить поглянути на бурхливе зростання ринку електромобілів. Однак літєві (або будь-які інші відомі сьогодні) батареї просто не в змозі забезпечити достатню енергію для повного переходу важких галузей промисловості на чисті та стійкі джерела енергії.

Водень був обраний експертами Єврокомісії як найпоширеніший у природі елемент; теплота згоряння водню найбільш висока, а продукт згоряння – вода, що вирішує водночас і екологічну проблему. Використовувати двигуни, що працюють на водні, можна всюди, де сьогодні використовуються двигуни внутрішнього згоряння на вуглеводневому паливі.

Але воднева енергетика має одну велику проблему – це сам водень. Хімічний елемент із найменшим атомом (і, відповідно, маленькою молекулою), він вкрай леткий, просочується навіть там, де не просочиться звичайне повітря чи природний газ. Відповідно, його складно транспортувати – металеві труби не підходять для транспортування водню через високу леткість  $H_2$  та й втрати в насосах – величезні. Перевозити водень у зрідженому стані теж дуже складно. Порівняйте: температура зрідженого аміаку – мінус  $33\text{ }^\circ\text{C}$ , зрідженого водню – мінус  $253\text{ }^\circ\text{C}$  (абсолютному нулю відповідає температура мінус  $273,15\text{ }^\circ\text{C}$ ).

Очевидно, один із варіантів вирішення проблеми – транспортування та використання не чистого водню, а аміаку, який є сполукою азоту та водню з хімічною формулою  $NH_3$ .

Аміак має у 9 разів більшу питому енергію, ніж літій-іонні батареї; крім того, аміак майже на 80 % енергетично щільніший (показник питомої енергії одиниці об'єму) за рідкий водень. А головне, на відміну від переважної більшості інших видів палива, його спалювання не супроводжується викидом в атмосферу вуглекислого газу.

Аміак не так легко спалахує, його легше транспортувати, і він більш економічний, ніж багато інших видів палива. Зріджений аміак можна зберігати і транспортувати при  $-33\text{ }^\circ\text{C}$ , порівняно з більш складними з точки зору логістики  $-253\text{ }^\circ\text{C}$ , які потрібні для зберігання водню. Нарешті, аміак належить до найважливіших продуктів хімічної промисловості, його щорічне світове виробництво перевищує 180 млн т. Тобто тут промислові технології вже давно і добре відпрацьовані. Тут немає проривних і надзвичайних технологічних рішень, тут уже давно відомі та відпрацьовані технології – просто на них тепер треба дивитися трохи під іншим кутом.

Потенціал аміаку як альтернативного чистого енергоносія ще тільки починає розкриватися. Але вже зараз ціла низка машинобудівних компаній у всьому світі створюють великі та середні установки з виробництва аміаку для промисловості, енергозабезпечення важкого обладнання, морського судноплавства. Зараз найбільш очевидні напрями застосування аміаку в енергетиці – його спалювання безпосередньо на електростанціях та двигунах різних видів транспортних засобів.

Особливу цінність мають останні практичні технічні рішення програмно-керованих аміачних адсорберів для відокремлення азоту від водню та отримання водню високої чистоти для паливних елементів різних типів методом адсорбції при змінному тиску (PSA) та використанні пористих матеріалів сепараторів, таких як молекулярні сита або цеоліт.

## **INNOVATIVE ASPECTS OF ENERGY EFFICIENCY OF CONVERSION, STORAGE AND TRANSPORTATION TECHNOLOGIES IN THE FIELD OF RENEWABLE ELECTRICITY**

*O. Dryuchko, Ph.D., Associate Professor,*

*V. Halai, Ph.D., Associate Professor,*

*A. Tretiak, Ph.D.,*

*A. Burda, student,*

*E. Oshkodyorov, student*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

**УДК 004.89**

*С.Г. Кислиця, к.т.н., доцент,*

*А.С. Боровик, аспірант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ**

Сучасні комп'ютерні системи та мережі перебувають у стані постійного розвитку та модифікації, а обсяги аналізованих даних у світі подвоюються щороку. Тому для забезпечення необхідного рівня захисту інформації необхідно гнучко і оперативно реагувати на умови, що змінюються, забезпечувати надійний захист з урахуванням постійної зміни вхідних впливів, попереджати дії зловмисників, тобто мати адаптивну систему захисту інформації (СЗІ).

Метою даної роботи є розробка методики застосування інтелектуального аналізу даних для побудови адаптивної системи захисту інформації, в корпоративних системах. Необхідність використання інструментарію інтелектуального аналізу даних у СЗІ корпоративних систем впливає з різномірності структур інформаційних просторів цих систем; складності отримання аналітичної інформації із баз даних значного обсягу; великої кількості користувачів, що одночасно працюють у системі; вимог постійного

контролю функціонування та прийняття обґрунтованих управлінських рішень, що залежать від багатьох факторів.

Передумовами використання інтелектуального аналізу даних (ІАД) у корпоративних інформаційних системах (КІС) є клієнт-серверна технологія, розподілені бази даних, наявність сховищ інформації, застосування сучасних мережевих технологій та різноманітного інструментарію, що використовується для збирання, обробки, візуалізації та аналізу даних. Особливістю систем захисту в корпоративних системах є комбінація як мінімум трьох проблем: захист інформації в комп'ютерних мережах; забезпечення безпеки баз даних; забезпечення безпечної роботи систем автоматичного оброблення інформації [1].

До інтелектуальних засобів, що часто використовуються в комп'ютерних мережах, відносять бази знань у складі експертних систем, нечіткі логічні системи, нейронні мережі, еволюційні методи та гібридні інтелектуальні системи. Основними завданнями, які вирішуються інтелектуальними засобами забезпечення інформаційної безпеки комп'ютерної мережі, є класифікація та кластеризація.

З інтелектуальними засобами безпеки баз даних (БД) можна познайомитися в [2]. Вказано, що система інформаційної безпеки баз даних має використовувати засоби та об'єкти застосовуваної системи управління базами даних (СУБД), об'єкти та засоби бази даних, набір правил та подій, що характеризують дії користувачів. У [3] зазначено, що саме фіксація подій дозволяє скласти уявлення про те, чим цікавиться кожен із користувачів, складено перелік основних подій, що реєструються. До засобів забезпечення безпечної роботи систем обробки інформації відносяться механізми запобігання вторгненням, авторизація, розмежування прав доступу, криптозахист (на носіях інформації, мережах, пароліній захист), управління повноваженнями користувачів.

З метою контролю стану системи використовують бази сигнатур відомих атак, а як основні джерела інформації – системні журнали та файли, аналізують вміст мережного трафіку та файлів. При традиційному підході до побудови системи захисту із застосуванням інструментарію ІАД використовуються штучні нейронні мережі, алгоритми класифікації, методи нечіткої кластеризації, асоціативні правила, алгоритми обмеженого перебору та кластерний аналіз. Нейронні мережі використовуються для контролю трафіку локальної мережі, пошуку прихованих закономірностей в масивах первинних даних, виявлення вторгнень.

Для прогнозування значення цільового показника використовуються набори вхідних змінних, математичних функцій активації та вагових коефіцієнтів вхідних параметрів. Виконується ітеративний навчальний цикл, нейронна мережа модифікує вагові коефіцієнти доти, доки передбачуваний вихідний параметр відповідає дійсному значенню. Після навчання нейронна мережа стає моделлю, яка застосовується під час прогнозування.

Інтелектуальний аналіз даних є необхідним та сучасним доповненням такої великої інформаційної структури, як корпоративна система. Однією з її складових є система захисту. Засоби захисту повинні постійно

вдосконалюватися і розвиватися, через що запропонований у роботі механізм побудови адаптивної СЗІ є актуальним, а використання поряд з ІАД швидких алгоритмів збільшить ефективність системи.

### ЛІТЕРАТУРА:

1. *Han J. Data Mining: Concepts and Techniques / J. Han, M. Kamber // Morgan Kaufmann. – 2000.*

2. *Маслова Н.А. Інформаційна безпека систем управління базами даних / Маслова Н.А. // Комп'ютерна математика. Оптимізація обчислень : зб. наук. праць. – Київ : ІК НАН України, 2001. – Т. 1. – С. 271-280.*

3. *Задірака В.К. Т-ефективні алгоритми наближеного розв'язування задач обчислювальної математики / В.К. Задірака, М.Д. Бабич, А.І. Березовський та ін. – К., 2003. – 216 с.*

### INTELLIGENT DATA ANALYSIS IN ENSURING INFORMATION SECURITY

*S. Kyslytsia, Ph.D., Associate Professor,*

*A. Borovyk, postgraduate student*

*National University «Yuriy Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

**УДК 004.93'14**

*Н.В. Єрмілова, доцент,*

*Ю.Р. Зоураб, аспірант,*

*Р.О. Єрмілов, аспірант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

### ПОРІВНЯЛЬНИЙ РОЗГЛЯД МЕТОДІВ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ

Розпізнавання образів — важливе завдання систем комп'ютерного зору, яке використовується для виявлення візуальних об'єктів певних класів (наприклад, людей, тварин, предметів, автомобілів та будівель) у цифрових зображеннях, таких як фотографії чи відеокадри. Метою виявлення об'єктів є розробка обчислювальних моделей, які надають найбільш фундаментальну інформацію, необхідну програмам комп'ютерного зору [1]. Розглянемо основні сучасні моделі розпізнавання та порівняємо їх за допомогою оцінки максимуму апостеріорної імовірності (mAP), що застосовується для отримання точкової оцінки неспостережуваної величини на базі емпіричних даних і пов'язана з методом максимальної правдоподібності.

Одним із перших методів вибіркового пошуку є метод R-CNN, розроблений Дж. Р. Уйлінгсом та ін. (2012), він є альтернативою повному пошуку на зображенні для фіксації розташування об'єкта. Метод ініціалізує невеликі області зображення та поєднує їх у ієрархічну групу. Таким чином, остання група є блоком, що містить все зображення. Недоліком методу є те, що навчання

мережі займає величезну кількість часу, так як необхідно класифікувати 2000 пропозицій регіонів для кожного зображення. Його не можна реалізувати в режимі реального часу, оскільки для кожного тестового зображення потрібно близько 45-50 секунд. Найкращі моделі R-CNN досягли оцінки mAP 62,4% порівняно з набором тестових даних PASCAL VOC 2010.

Мета швидкої мережі згортання на основі регіонів (Fast R-CNN), розробленої Р. Гіршиком (2015), полягає в тому, щоб скоротити витрати часу, пов'язані з великою кількістю моделей, необхідних для аналізу всіх пропозицій регіонів. Тут основна мережа CNN з кількома шарами згортки приймає все зображення в якості вхідних даних замість використання CNN для кожної пропозиції регіону (R-CNN). Області інтересів (RoI) виявляються за допомогою методу вибіркового пошуку, що застосовується до створених карт об'єктів. Формально розмір карт об'єктів зменшується з використанням шару пула RoI, щоб отримати допустиму область інтересів з фіксованою висотою та шириною. Кращі Fast R-CNN досягли оцінки mAP 68,8% порівняно з набором тестових даних PASCAL VOC 2010 р. та 68,4% для набору тестових даних PASCAL VOC 2012 р [2]. Однак дана модель потребує значних обчислювальних ресурсів.

Більш швидка мережа згортання (Faster R-CNN) являє собою комбінацію між моделлю RPN і моделлю Fast R-CNN. Ця модель CNN приймає в якості вхідних даних все зображення і створює карти характеристик. Вікно розміром 3x3 ковзає по всіх картах об'єктів і виводить вектор ознак, пов'язаний з двома повністю з'єднаними шарами, одна для блокової регресії та одна для блокової класифікації. Коли блоки прив'язки виявлені, вони вибираються шляхом застосування порога до показника об'єктивності, щоб залишити тільки відповідні блоки. Ці блоки прив'язки та карти об'єктів, обчислені вихідною моделлю CNN, і подають модель Faster R-CNN. Найкращі Faster R-CNN отримали оцінки mAP 78,8% порівняно з набором даних тесту PASCAL VOC 2007 року та 75,9% порівняно з набором даних тесту PASCAL VOC 2012 року.

Покращеним варіантом є регіональна мережа R-FCN, що повністю згортається (2016), вона являє собою модель тільки зі згортковими шарами, що забезпечує повне зворотне поширення для навчання та логічного висновку. Автори цієї мережі об'єднали два основних кроки в одну модель, щоб одночасно враховувати виявлення об'єкта (інваріант розташування) та його положення (варіант розташування). Модель спеціалізується на виявленні людини. Найкращі R-FCN досягли оцінки mAP 83,6% для набору тестових даних PASCAL VOC 2007 року та 82,0% для набору даних PASCAL VOC 2012 року.

Модель YOLO (2016) безпосередньо передбачає обмежувальні рамки та ймовірності класів за допомогою однієї мережі в одній оцінці. Простота моделі YOLO дозволяє робити прогнози у реальному часі. Спочатку модель приймає зображення як вхідні дані, вона поділяє його на сітку SxS. Кожен осередок цієї сітки передбачає 8 обмежуючих прямокутників з високим показником достовірності. Ця модель дає високу швидкість і точність виявлення і може прогнозувати об'єкти в режимі реального часу, однак має проблеми з ідентифікацією найближчих предметів. Модель YOLO має показник mAP 63,7%



порівняно з набором даних PASCAL VOC 2007 року та показник mAP 57,9% порівняно з набором даних PASCAL VOC 2012 року. Модель Fast YOLO має трохи нижчі оцінки, але важливим є те, що обидві моделі здатні працювати у режимі реального часу.

Подібно до моделі YOLO був розроблений одноразовий детектор Single-Shot Detector (SSD) для одночасного прогнозування всіх обмежувальних рамок та ймовірностей класів за допомогою наскрізної архітектури CNN. Як вхідні дані модель приймає зображення, яке проходить через кілька згорткових шарів з різними розмірами фільтрів (10x10, 5x5 і 3x3). Карти об'єктів зі згорткових шарів у різних положеннях мережі використовуються для прогнозування обмежувальних рамок. Вони обробляються спеціальними шарами – згортками з фільтрами 3x3, так званими додатковими шарами об'єктів, для створення набору обмежуючих рамок. Ступінь точності SSD трохи знижується при ідентифікації дрібніших об'єктів, а якщо модель дуже велика, то може значно падати швидкість розпізнавання. Найкращі алгоритми SSD навчаються на наборах даних PASCAL VOC 2007, 2012 та наборі даних COCO (2015) з доповненням даних [3]. Вони отримали високі оцінки mAP 83,2% порівняно з набором даних тесту PASCAL VOC 2007 року та 82,2% порівняно з набором даних тесту PASCAL VOC 2012 року.

Mask R-CNN – ще одне розширення моделі Faster R-CNN, доданої паралельної гілки до виявлення обмежувальної рамки, щоб передбачити маску об'єкта. Маска об'єкта — це його сегментація пікселів на зображенні. Ця модель перевершує всі сучасні в чотирьох задачах COCO: сегментація екземпляра, виявлення обмежувальної рамки, виявлення об'єкта і виявлення ключової точки. Мережа на основі області маски Mask R-CNN використовує швидший конвеєр R-CNN з трьома вихідними гілками для кожного об'єкта-кандидата: мітка класу, зміщення обмежуючої рамки та маска об'єкта. Підсумовуються три функції втрат, пов'язані з кожним розв'язуванням завданням. Ця сума зведена до мінімуму і дає відмінні результати, оскільки розв'язання задачі сегментації покращує локалізацію та, отже, класифікацію. Mask R-CNN досяг оцінки mAP 62,3% для метрики за набором даних COCO за 2016 рік.

Таким чином, розпізнавання об'єктів залишається однією з найважливіших сфер застосування для систем глибокого навчання та комп'ютерного зору. На сьогоднішній день завдяки сучасним архітектурам, таким як SSD, Faster R-CNN, Mask R-CNN та YOLO можна побачити багато покращень та досягнень у методологіях виявлення об'єктів. При цьому розпізнавання об'єктів вже не обмежується статичними зображеннями, оскільки воно може ефективно виконуватися на відеокадрах у реальному часі та з високою точністю.

## ЛІТЕРАТУРА:

*1. Система технічного зору: особливості, завдання, принципи роботи, основні компоненти [Електронний ресурс]- Режим доступу:*

<http://bigbro.com.ua/sistematichnogo-zoru-osoblivosti-zavdannya-printsipi-roboti-osnovni-komponenti/>.

2. *The PASCAL Visual Object Classes Homepage* [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://host.robots.ox.ac.uk/pascal/VOC/>.

3. *What is the COCO Dataset?* [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://viso.ai/computer-vision/coco-dataset/>.

## **COMPARATIVE REVIEW OF PATTERN RECOGNITION METHODS**

*N. Yermilova, Ph.D., Associate professor,*

*Y. Zourab, postgraduate student,*

*R. Iermilov, postgraduate student*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

**УДК 621.311**

*Я.І. Немирич, магістрант,*

*А.В. Трет'як, к.т.н. доцент*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЗАЧЕПИЛІВСЬКОЇ УСТАНОВКИ ПЕРВИННОЇ ПІДГОТОВКИ НАФТИ ЗА РАХУНОК ВСТАНОВЛЕННЯ АВР ТА ДИЗЕЛЬГЕНЕРАТОРА**

Енергетика — основа розвитку господарства. Вона забезпечує технологічні процеси в промисловості, дає тепло і світло людям. Це система галузей, що охоплює паливну промисловість та електроенергетику з їх підприємствами, комунікаціями, системами керування, науково-дослідною базою. Підприємства енергетики ведуть розвідку, освоєння, переробку та доправлення енергоносіїв, виробництво та передавання електроенергії і тепла.

Промислові споживачі можуть мати великі потреби в електроенергії і часто мають спеціальні підстанції для постачання великих обсягів струму. Але через розв'язану Російською Федерацією війну проти України та навмисні ракетні обстріли російськими військами енергетичного устаткування України в українській енергетичній системі сталися збої в електропостачанні. Подальші ворожі ракетні обстріли і нестаток запасного електрообладнання, спричинили ще значніше погіршення становища в енергосистемі і вже непланових вимкнень напруги по всій країні.

Водночас, енергетична скрута підштовхує українську промисловість до виготовлення унікальних для України енергетичних об'єктів, оптимізацією або модернізацією свого обладнання.

Резервний дизельний генератор найчастіше під'єднують за стандартною схемою. Відмінності у варіантах підключення можуть бути в залежності від вихідної напруги, на яку розрахований електрогенератор (однофазна чи трифазна), від наявності або відсутності панелі автоматичного включення

резерву (АВР), від типу місця розташування блоку контролю стану зовнішньої мережі (в панелі АВР або в панелі управління автономної електростанції).

Пристрій АВР має забезпечувати можливість його дії в разі зникнення напруги на шинах живленого елемента, викликаного будь-якою причиною, у тому числі КЗ на цих шинах.

В залежності від виробника, можлива реалізація різних схем дугового захисту АВР для зменшення пошкодження від короткого замикання. Можливі реалізація функції затримки перемикавання АВР і функції налаштування порогів перемикавання на резерв. Наприклад, при запуску потужних двигунів на стороні споживача, схема АВР повинна ігнорувати просідання напруги.

Реалізацію схем АВР здійснюють на різній компонентній базі, зокрема розповсюджені такі конструкції АВР: на контакторах, на рубильниках з мотор-приводом, на автоматичних вимикачах, на автоматичних перемикачах перекидного типу з соленоїдним приводом, що включають в себе механічну комутаційну частину, мікропроцесорний блок управління, а також панель індикації і управління (Рис. 1).

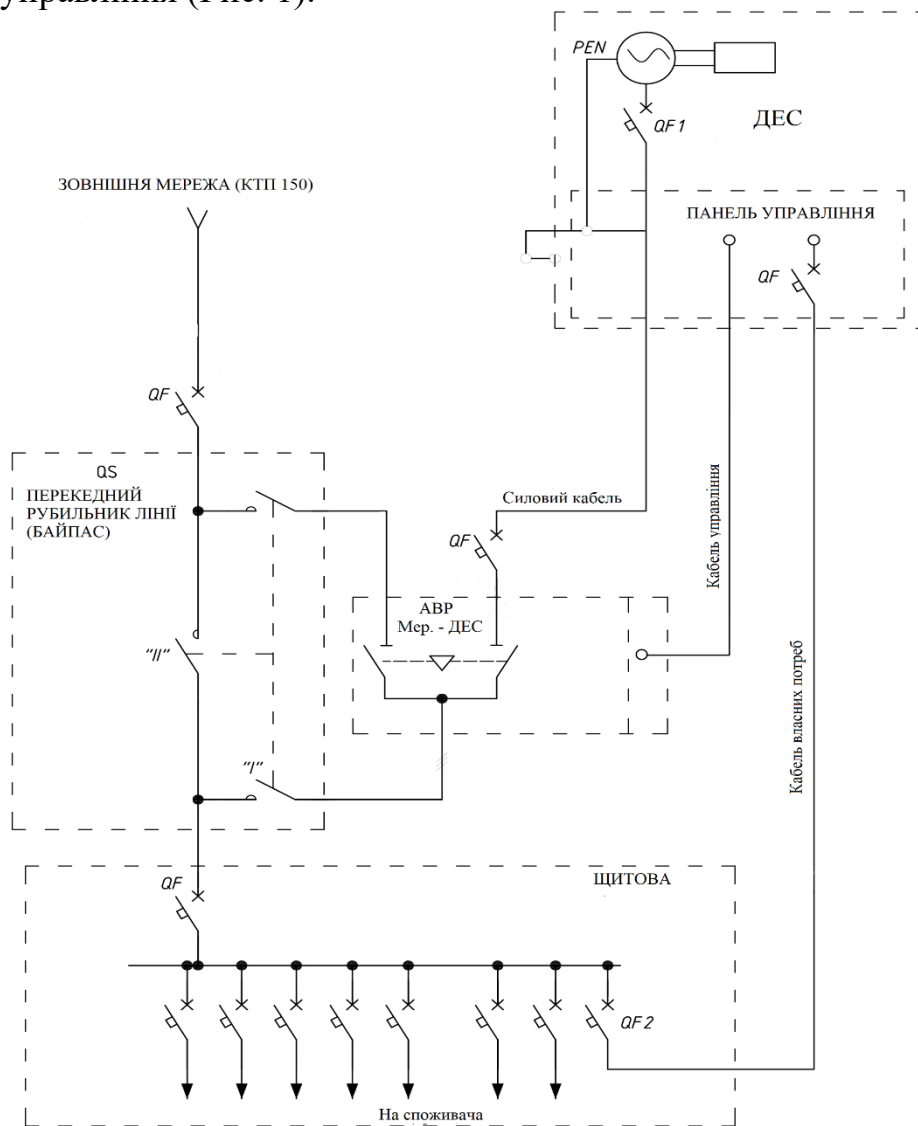


Рис. 1. Схема підключення генераторної установки з панеллю АВР

На схемі що наведена вказані наступні елементи:

- **ДЕС.** Резервна дизельна електростанція.
- **АВР мер.** - ДЕС. Панель автоматичного включення резерву, яка здійснює перемикання живлення навантаження між зовнішньою мережею і дизельною електростанцією.

- **QS. Перекидний рубильник лінії (байпас).** Даний рубильник здійснює перемикання живлення навантаження безпосередньо від мережі, виключаючи з ланцюга енергопостачання панель АВР. Ця опція не є обов'язковою для схеми резервного електроживлення, але вона дуже зручна, оскільки дозволяє відключити панель АВР (наприклад для ремонту) без необхідності тривалого відключення навантаження.

- **Панель управління.** Панель управління дизель генератором.

- **Щитова.** Електрощитова, в якій розташовані автоматичний вимикачі навантажень, які резервуються від автономного генератора.

- **QF1.** Вихідний автоматичний вимикач генераторного агрегату.

- **QF2.** Автоматичний вимикач для захисту кабелю власних потреб. Зазвичай встановлюється в електрощитовій.

- **Силовий кабель.** Даний кабель прокладається між резервним генератором і панеллю АВР. Ним на навантаження передається електроенергія, яку виробляє дизель генератор. З боку генераторного агрегату силовий кабель підключається безпосередньо на клеми вихідного автоматичного вимикача (QF1). З іншого боку силовий кабель підключається на відповідні клеми панелі АВР.

- **Кабель управління.** Даний кабель прокладається між резервною електростанцією та панеллю АВР. Призначення кабелю управління (сигнального кабелю) змінюється в залежності від місця розташування блоку контролю зовнішньої мережі. Даний блок здійснює контроль наявності зовнішньої мережі, контроль відповідності якості основного енергопостачання заданим параметрам (напрузі і частоті), дає команди на запуск і зупинку генератора електрики, а також управляє перемиканням панелі АВР. Якщо блок контролю зовнішньої мережі розташований на панелі АВР, то кабелем управління від панелі АВР на генератор дизельний надходить сигнал про запуск або зупинку. Якщо ж блок контролю зовнішньої мережі розташований в панелі управління автономної електростанції, то з даного кабелю здійснюється управління переключенням панелі АВР. В останньому випадку від зовнішньої мережі на електрогенератор необхідно прокласти додатковий кабель (не показаний на наведеній вище електричній схемі), який підключається на панель управління, і за яким здійснюється контроль наявності та якості основного енергопостачання.

- **Кабель власних потреб.** Даний кабель прокладається від генераторної установки в електрощитову. Коли дизельна електростанція не працює, даним кабелем здійснюється живлення автоматичного підігріву охолоджуючої рідини двигуна і автоматичного підзарядку акумуляторних батареї від зовнішньої мережі. Необхідно пам'ятати, що кабель власних потреб повинен бути захищений окремим автоматичним вимикачем, який на схемі показаний як QF2

Висновки щодо доцільності встановлення дизельної електростанції з автоматом ввімкнення резерву:

- АВР для генератора забезпечує безперервний процес роботи електрообладнання Зачепилівської УКПГ і УППН. Так, ручний запуск теж має місце бути, але автоматика в рази спрощує контроль запусків і зупинок. Блок автоматичного введення резерву виключає участь людини в запуску резервного живлення. Це зручніше, швидше і безпечніше. Він забезпечує селективність ланцюга за низького енергоспоживання, оскільки він потрібен тільки в момент перемикання з основного живлення на резервне.

- Автоматичний ввід резерву живлення незамінний за нестабільної мережі або за її відсутності. При цьому підключення відбувається миттєво або з мінімальною затримкою часу.

### **ЛІТЕРАТУРА:**

1. *Правила улаштування електроустановок – Офіц. вид. – Міненерговугілля України, 2017. – 760 с. - (Нормативний документ Міненерговугілля України. Інструкція).*

2. *ДСТУ-Н Б В.2.5-80:2015 Настанова з проектування систем електропостачання промислових підприємств*

### **OPTIMIZATION OF THE ELECTRICAL SUPPLY SYSTEM OF THE PRIMARY OIL PREPARATION AT THE ACCOUNT OF INSTALLATION OF AVR AND DIESEL GENERATOR**

*Y. Nemyrych, student,*

*A. Tretiak, Ph.D., Associate Professor*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

**УДК 621.313.26**

*Н.В. Єрмілова, доцент,*

*О.В. Уманець, магістрант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

### **НАПРЯМКИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ**

В процесі експлуатації трансформаторних підстанцій під впливом навколишнього середовища і складних експлуатаційних режимів роботи обладнання станцій зношується, виходить з ладу, це призводить до тяжких наслідків, таких як розлади процесу енергопостачання та створення небезпеки для роботи та життя людей. Тому своєчасна модернізація, підтримування працездатності обладнання, що здійснюється за рахунок його технічного обслуговування з періодичними оглядами, профілактичними вимірюваннями,

діагностуванням стану обладнання, виявленням дефектів і несправностей та своєчасний ремонт й заміна обладнання є вкрай необхідним [1].

Модернізація трансформаторної підстанції включає кілька етапів:

- ✓ підготовка – отримання технічних умов або завдання на проектування, підбір відповідного обладнання;
- ✓ проектні роботи – розроблення проекту реконструкції та пояснювальної записки в кожній частині, погодження проекту в наглядових органах;
- ✓ робоче проектування – розроблення робочих креслень і відомостей, за якими відбувається закупівля обладнання;
- ✓ наладка – проведення пусконаладжувальних та будівельних робіт.

Модернізація підстанцій передбачає заміну високовольтного обладнання: вимикачів, роз'єднувачів та ізоляторів, трансформаторів струму і напруги, обмежувачів перенапруги тощо.

Потім трансформаторну підстанцію монтують, проводять пусконаладжувальні роботи і вводять в експлуатацію.

Проведена модернізація підстанції дає можливість забезпечити:

- гарантоване постачання електроенергії споживачам, зокрема й споживачам першої категорії;
- розширення діапазону можливостей для технологічного підключення до електричних носіїв нових споживачів енергії;
- комплексну автоматизацію із системами сучасної автоматики та захисту;
- комерційний, якісний облік споживання електроенергії;
- моніторинг управління, стану, діагностики обладнання;
- ефективне впровадження передових інноваційних рішень, які відповідають світовим стандартам;
- зниження витрат на експлуатацію обладнання;
- безпечні та комфортні умови праці для персоналу, що обслуговує обладнання станції;
- відповідність вимогам і нормам охорони навколишнього середовища та екологічної безпеки.

Силові трансформатори є основними елементами сучасних енергетичних систем. Вони використовуються для збільшення та зниження напруги, щоб забезпечити передачу та розподіл електричної енергії. Безвідмовність і безперебійність роботи обладнання трансформаторної підстанції здебільшого залежить від надійності роботи трансформаторів.

У наш час дедалі більше з'являється потреба в силових трансформаторах з великим терміном експлуатації, тому висувують завдання їх реалізації, головними параметрами яких вважаються надійність, працездатність, великий життєвий цикл. Обов'язковий повний аналіз економічних витрат, які необхідні для оцінювання працездатності трансформатора та продовження його терміну служби. Для цього використовують різного роду діагностики, контроль стану трансформатора, повний аналіз його роботи.

Забезпечення надійної роботи трансформаторів необхідне насамперед для запобігання катастрофічним наслідкам, наприклад, розливання мастила або інші

подібні дефекти, які можуть спричинити пожежі. Щоб уникнути таких дефектів, у трансформаторах зміцнюють баки, пристрої мембрани, усувають можливість витікання рідини, встановлюють автоматизоване пожежогасіння, швидкодіючі захисні системи [2]. Питання транспортабельності також потребують ретельного опрацювання під час підготовки до перевезення та конструювання, бо трансформатори необхідно перевозити в зібраному вигляді, а транспортні габарити обмежені. Треба не допустити появи дефектів, які згодом можуть призвести до аварії. Навіть в удосконалених силових трансформаторах слабкою ланкою досі залишається перемикальний пристрій.

Незважаючи на значні економічні та експлуатаційні витрати, проведення модернізації трансформаторної підстанції значно підвищує надійність її роботи та подовжує термін експлуатації приблизно на 20-25 років.

### **ЛІТЕРАТУРА:**

1. Мілих В.І. Електропостачання промислових підприємств : Підручник для студентів електромеханічних спеціальностей / В.І. Мілих, Т.П. Павленко. – Харків : ФОРМ Панов А. М., 2016. – 272 с.
2. Осташевський М. О. Електричні машини і трансформатори : навч. посібник / М. О. Осташевський, О. Ю. Юр'єва; за ред. В. І. Мілих. – Харків : ФОРМ Панов А. М., 2017. – 452 с.
3. Клименко Б.В. Електричні апарати. Електромеханічна апаратура комутації, керування та захисту : навч. посіб. / Б.В. Клименко. – Харків : Вид-во «Точка», 2012. – 340 с.

### **DIRECTIONS OF TRANSFORMER SUBSTATIONS MODERNIZATION**

*N. Yermilova, Ph.D., Associate professor,*

*O. Umanets, Master's Student*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

### **UDC 621.34**

*O. Shefer, Doctor of Science, Professor,*

*O. Yastreba, postgraduate,*

*V. Yastreba, postgraduate.*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

### **IMPROVEMENT OF THE ADAPTIVE ALGORITHM OF ACTIVE NOISE RADIO INTERFERENCE SUPPRESSION**

The Howells-Appelbaum method [1] is relatively easy to implement both with analog and digital processing. However, it has a number of disadvantages. One of them is the strong dependence of the transition time of the multichannel autocompensator on the dispersion of the eigenvalues of the interference correlation matrix. The time of the transition process can be reduced if you first orthogonalize the compensation channel

using the Gram-Schmidt algorithm [1]. This requires additional computing costs, but even after this, the time of the transition process is still quite large.

It can be reduced by increasing the gain of the loop feedback circuit. But with an increase in the amplification factor in the feedback circuit, the fluctuations of the weighting coefficient of suppression in the stationary state, when the adjustment is already completed, increase. This reduces the efficiency of the algorithm by reducing the detection range of covered targets. The above-mentioned contradiction between the adjustment time and the quality of adaptation is removed in the adaptive algorithm with direct inversion of the matrix.

Implementation of the algorithm requires knowledge of the interference correlation matrix  $F$  and the cross-correlation vector  $r$ . Assuming that all input signals are samples of a random Gaussian process with zero mean, it is possible to obtain their maximum likelihood estimates [1]

$$\hat{r} = 1/k \sum_{i=1}^k X_{0i} X_i^H, \quad (1)$$

$$\hat{F} = 1/k \sum_{i=1}^k X_i X_i^H, \quad (2)$$

where  $X_i$  - the sample value of the vector of complex amplitudes of accepted oscillations  $X_0$ ;  $k$  - the number of attempts at assessment;  $H$  - conjugation sign according to Hermit.

The product of expressions (1) and (2) gives an estimate of the optimal weighting factor:

$$W_k = F^{-1} \cdot r, \quad (3)$$

The minimum residual power of active noise interference after compensation is [1]:

$$\Psi_{\min} = \zeta_0^2 - r \cdot F^{-1} \cdot r^H, \quad (4)$$

where  $\zeta$  - interference power at the input of the main receiving channel, and  $r \cdot F^{-1} \cdot r^H$  - interference power in the compensation channel.

Using expressions (1) - (4), a mathematical model of a single-channel adaptive algorithm was constructed. Based on the simulation results, Figure 1 shows the temporal implementation of the interference signal before and after compensation under the following conditions: the interference-to-noise ratio is 30 dB, the receiving channels are identical.

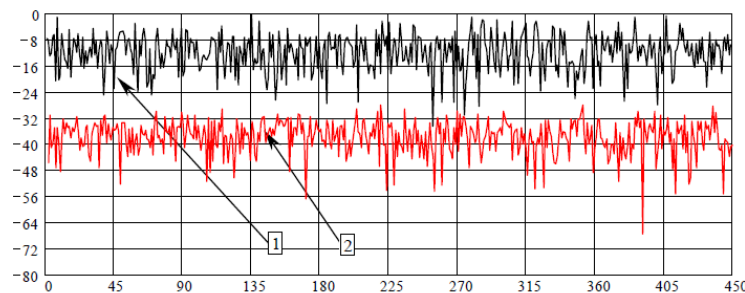


Fig. 2. Noise at the input of the adaptive algorithm, curve – 1 and noise at the output -



Analysis of the simulation results showed that the adaptive algorithm provides almost complete suppression of the interference, the suppression coefficient is approximately 30 dB. The transition process of the adaptive algorithm does not depend on the distribution of eigenvalues of the matrix  $F$ , in contrast to the adaptive algorithm using the gradient method.

Thus, it is preferable to consider an adaptive algorithm as the main option for implementing an auto-compensation system. The main limiting factor that may prevent the use of this algorithm in its technical implementation is the finite bit capacity of the arithmetic devices of the digital signal processing system, which has always been a problematic issue. However, with the use of signal processors with a 32-bit floating point grid as the main computing means, this problem is eliminated, because This bit depth is quite sufficient to implement algorithms for inverting the correlation matrix of interference with accuracies that make it possible to ensure the maximum noise suppression coefficient.

### LITERATURE:

*I. B. Widrow, M. Lehr, F. Beaufays, E. Wan, M. Bilello. Adaptive signal processing. Standfor University Department of Electrical Engeneering, Standfor, CA 94305-4055. – 1989. P. 440.*

### УДОСКОНАЛЕННЯ АДАПТИВНОГО АЛГОРИТМУ ПРИДУШЕННЯ АКТИВНОЇ ШУМОВОЇ РАДІОПЕРЕШКОДИ

*О.В. Шефер, д.т.н., професор,*

*О.С. Ястреба, аспірант,*

*В.С. Ястреба, аспірант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

**УДК 004.5**

*Р.В. Карманов, аспірант,*

*Н.А. Зубрецька, д-р техн. наук, проф.*

*Національний транспортний університет*

### ПЕРСПЕКТИВИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗМІН ПЕРСОНАЛЬНИХ ПЕРЕНОСНИХ ПРИСТРОЇВ ПОСТ-СМАРТФОНОВОЇ ЕПОХИ

Ще у недалекому минулому друкарські машинки заповнювали офіси, а документи надсилалися факсом або поштою. Це був час, коли ні в кого не було смартфона, а лише домашній телефон та автовідповідач. І це, як і в попередні епохи, вважалося часом технічного прогресу. Може здатися, що сьогодні еволюція технологій досягла свого піку на рівні смартфонів, і що у нас з'явилась технологія, яка залишиться з нами на довгий період. Але як показує історичний досвід, на заміну смартфонів, незалежно від нашого ставлення до них, прийдуть нові технології та способи взаємодії з ними.

У короткостроковій перспективі поточні технічні досягнення не створюють передумов до повної заміни смартфонів, або революційних змін у їх конструкції. Водночас зростає можливість використання віртуальних помічників, голосового управління, гарнітур віртуальної та доповненої реальності.

Так, наприклад, смартфон Samsung Galaxy S8 у стандартній комплектації постачається з Vixby – новим віртуальним помічником, який, як обіцяє Samsung, у майбутньому дозволить керувати кожною окремою функцією та програмою лише із використанням голосу. Також очікується комплектація з новою версією гарнітури віртуальної реальності Gear VR, яка розроблена спільно з Oculus від Facebook. Також відомо, що чергова модель смартфона серії iPhone постачатиметься з суттєвими оновленнями віртуального помічника Siri, а також функціями, що наближають загальнодоступність доповненої реальності.

У середньостроковій перспективі очікується, що всі ці види експериментальних технологій і технологій «першого етапу» почнуть видозмінюватись у повноцінну життєздатну альтернативу смартфону. На думку деяких фахівців, доповнена реальність вже у найближчі два десятиліття цілком може повністю замінити смартфон, телевізор, персональний комп'ютер і все, що використовує екран для відображення інформації. Якщо всі дзвінки, чати, фільми та ігри відображаються прямо перед очима та накладаються на видиму область навколишнього світу, то немає користі від окремого пристрою, який лежить у кишені або, ще гірше, прив'язаний до певного місця у просторі [1]. Так, наприклад, Microsoft, Facebook, Google та компанія Magic Leap, яку підтримує Google, працюють над створенням автономних гарнітур доповненої реальності, які проектують детальні 3D-зображення безпосередньо перед очима. Пілотна версія гарнітури доповненої реальності Vision Pro від компанії Apple після своєї презентації у звичній для компанії новаторській формі продемонструвала своє бачення нюансів у взаємодії та відображення інформації з міркувань зручності та безпеки [2].

У довгостроковій перспективі усі технологічні досягнення у будь-якому випадку спираються на той факт, що яким би компактним і зручним не був переносний пристрій, навіть якщо це виключно легкі, майже невидимі окуляри, які не мають першочергового наміру бути персональним комп'ютером, проте цей пристрій є і залишається фізичним предметом, який потребує постійного ношення з собою. Проте найбільш далекоглядні ідеї та проекти прагнуть змінити підхід до взаємодії з пристроями, інтегруючи технології в організм людини. Це концепції, у яких поєднується органіка та синтетика. Великі технологічні компанії вважають, що така тенденція у майбутньому формуватиме світ із меншою кількістю технологічних бар'єрів і більшим інформаційним балансом, оскільки це об'єднує фізичний і цифровий світ.

Компанія Neuralink має на меті інтегрувати обчислювальні технології в людський мозок за допомогою «нейронного мережива» (neural lace). Це технологія, що знаходиться ще на ранній стадії розробки і фізично підключається до мозку, з'єднуючи його з обчислювальним процесором. Це суттєвий крок у

трансгуманістичних практиках, що мають етичну підтримку технічної індустрії та позитивно сприймаються цивілізованим світом [3].

Майбутні етапи розвитку інформаційних технологій пост-смартфонові епохи мають неодноразово революціонізувати спосіб взаємодії людини з інформацією, так само як це відбувалось і у минулому. Кожен новий етап цього шляху створює нові перспективи для розвитку різноманітних сфер життя людства, а також відкриває різні варіанти подальшого розвитку цієї галузі.

### ЛІТЕРАТУРА:

1. VSTL company “This is what comes after smartphones” on VSTL.net, Mar. 2022. [Online]. Available: <https://blog.vtsl.net/vtsl-blog/this-is-what-comes-after-the-smartphone>
2. Apple corporation “Introducing Apple Vision Pro” on Youtube.com, Jun. 2023. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=TX9qSaGXFyg>
3. Neuralink company “Neuralink’s First-in-Human Clinical Trials is Open for Recruitment” on Neuralink.com, Sep. 2023. [Online]. Available: <https://neuralink.com/blog/first-clinical-trial-open-for-recruitment/>

### PERSPECTIVES OF TECHNOLOGICAL CHANGES OF PERSONAL PORTABLE DEVICES IN THE POST-SMARTPHONE ERA

*R. Karmanov, PhD (Computer Science), associate,*

*N. Zubretska, professor*

*National Transport University*

### UDC 621.34

*O. Shefer, Doctor of Science, Professor,*

*I. Pliuiko, postgraduate*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

### ANALYSIS OF SIGNAL MODULATION METHODS IN TELECOMMUNICATIONS

Reasons for the high popularity of using orthogonal channel division digital modulation (OFDM) in modern wireless data transmission. There is a high efficiency in the use of the radio frequency spectrum, simple hardware implementation, where basic operations are implemented by digital processing methods, good resistance to intersymbol interference and interference between subcarriers and, as a consequence, non-criticality to multipath propagation, the possibility of using different modulation schemes for each subcarrier, which allows adaptive variation noise immunity and information transmission speed.

The disadvantages of such modulation include the need for high frequency and time synchronization, sensitivity to the Doppler effect, which limits the use of OFDM in mobile systems, and the guard interval used in OFDM to combat multipath

propagation reduces the spectral efficiency of the signal. To superimpose carrier frequencies, modulations such as phase shift keying, phase amplitude shift keying, and frequency modulation are often used.

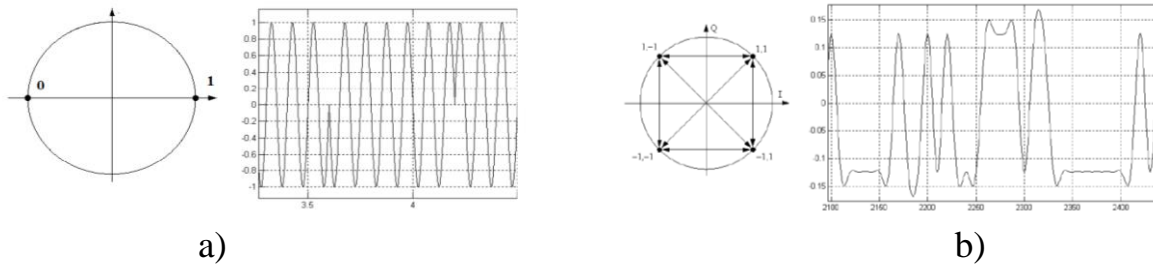


Fig. 1. Binary Phase Shift Keying (a), Quadrature Phase Shift Keying (b)

Binary Phase Shift Keying (BPSK) is a method of hopping the phase of a carrier signal, which can take two values  $180^\circ$  apart.

Quadrature Phase Shift Keying (QPSK) is a method of abruptly changing the phase of a carrier signal, which can take 4 values  $90^\circ$  apart.

Quadrature Amplitude Modulation (QAM), can be 16, 64 or more positions. When analyzing digital communication channels, it is necessary to distinguish between two concepts: bit rate and symbol rate.

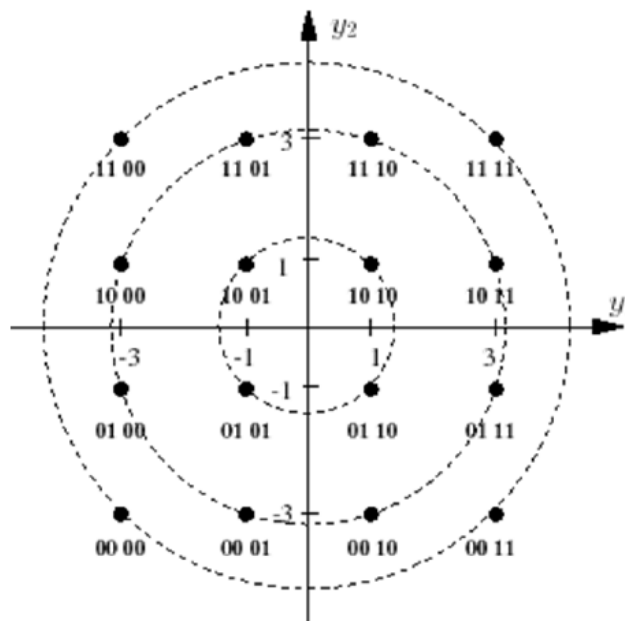


Fig. 2. Quadrature Amplitude Modulation (QAM)

The signal can take not only several phase values but also amplitudes. This is the same QPSK signal with more phases and amplitudes. It should be noted that noise immunity depends on the distance between adjacent points on the signal star.

The smaller this distance, the lower the noise immunity. Based on this, the location of signal state points is, as a rule, chosen at the maximum distance from neighboring ones. The transmission rate of information, expressed in bits per second (bps), is the actual information transmitted. Symbol rate is measured in baud per second. (Bd/s)

Each symbol can represent or convey one or more bits of data. In the transmitting device there is a fixed number of symbols on the channel at a fixed and known symbol rate, and at the receiving device this sequence of symbols is identified in order to restore the transmitted data.

### LITERATURE:

1. Huynh-The Th. et al. *Automatic Modulation Classification: A Deep Architecture Survey*. – *IEEE Access*, 2021. – 51, P. 142950–142971.
2. Cramer, J. S. *The origins of logistic regression*. – *Tinbergen Institute*, 2022. – P. 167–178.

### АНАЛІЗ МЕТОДІВ МОДУЛЯЦІЇ СИГНАЛІВ У ЗАСОБАХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

*О.В. Шефер, д.т.н., професор,*

*І.П. Плюйко, аспірант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

**УДК 621.396**

*А.М. Сільвестров, к.т.н., доцент,*

*В.С. Олефіренко, студент*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

### РОЗВИТОК МЕТОДІВ СИХРОНІЗАЦІЇ В БЕЗПРОВОДОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖАХ

Сучасні досягнення у галузі безпроводового зв'язку та постійний прогрес у виробництві мікросхем відкривають нові можливості для розробки та впровадження інноваційних розподілених комунікаційних систем, зокрема, безпроводових сенсорних мереж. Ці мережі відрізняються високою масштабованістю та гнучкістю, що робить їх ідеальними для моніторингу та спостереження за різними аспектами фізичного світу у різних галузях. Інтерес до дослідження та застосування сенсорних мереж великий завдяки їхнім можливостям.

Сенсорні мережі стають важливими складовими різних галузей, де використання традиційних безпроводних мереж стає неефективним, ускладненим або навіть неможливим. Це обумовлено різноманітністю доступних датчиків та виконавчих механізмів, простотою в розгортанні та експлуатації, надійністю, компактністю та порівняно низькою вартістю. Саме ці якості сприяють поширенню та зростанню застосувань сенсорних мереж, включаючи їх впровадження в більш глобальні системи, такі як Інтернет речей.

Предметом дослідження є розвиток методів синхронізації в безпроводових сенсорних мережах [1].

Проблема, що вирішується: забезпечення передачі інформації в безпроводовій сенсорній мережі в умовах обмеженого енергетичного та обчислювального ресурсів і покращення показників якості передачі даних без впливу на тривалість часу життя мережі.

Актуальність обумовлена стрімким розвитком безпроводового зв'язку в світі в цілому та безпроводових сенсорних мереж, зокрема як складової Інтернету речей (IoT). Аспект синхронізації для них є критично важливим, оскільки проектування багатьох протоколів і успішна реалізація програм вимагають точного часу. Для ефективної комунікації між вузлами мережі (встановлення і проведення сеансів зв'язку з мінімальними витратами енергії) з метою передачі даних також потрібна ефективна синхронізація часу [2].

Мета роботи – розвиток методів синхронізації в безпроводових сенсорних мережах шляхом покращення енергоефективності мережі та показників синхронізації часу.

Практичні задачі, на вирішення яких спрямовано роботу:

- Проведення детального аналізу існуючих протоколів і підходів до синхронізації часу в безпроводових сенсорних мережах.
- Дослідження їх переваг і недоліків.
- На основі проведеного порівняльного аналізу запропонувати рішення, яке дозволило б покращити ефективність часової синхронізації в безпроводових сенсорних мережах.

Значимість роботи для розв'язання економічних і соціальних проблем полягає в підвищенні ефективності роботи систем безпроводового сенсорного зв'язку державних, військових, сільськогосподарських та інших комерційних структур у разі їх використання як у звичайних умовах, так і у важкодоступних місцях та на місцевості зі складним рельєфом.

Наукові задачі досліджень включають в себе вирішення таких питань:

- Адаптація сучасних телекомунікаційних технологій до вимог безпроводових сенсорних мереж, які є складовою концепції Інтернету речей, що набуває широкої популярності та бурхливо розвивається.
- Удосконалення моделі безпроводових сенсорних мереж з урахуванням вимог до її продуктивності та працездатності в умовах обмежених ресурсів та стійкості в умовах критичних ситуацій.
- Розробка методу прецизійної синхронізації у безпроводових сенсорних мережах із використанням швидких та повільних локальних годинників.
- Проведення імітаційного експерименту для доведення достовірності розвинутих методів.

Було проаналізовано та доповнено методи прецизійної синхронізації у безпроводових сенсорних мережах з використанням швидких та повільних локальних годинників. Запропоновано алгоритм підтримки синхронізації та алгоритм розрахунку часу наступного сеансу зв'язку в безпроводових сенсорних мережах.

Практична значимість отриманих результатів полягає в тому, що розроблені положення та концепції є методологічною основою для підвищення енергозбереження та ефективності функціонування безпроводових сенсорних мереж. Це дозволить підвищити достовірність передачі інформації в мережевих потоках та скоротити час доставки повідомлення, а також підвищити рівень енергозбереження безпроводових сенсорних мереж. Отримані результати можуть бути використані організаціями-замовниками, які займаються моніторингом стану довкілля та інших фізичних систем, системами сигналізації і т. д., а також науково-дослідними організаціями для проведення нагляду та спостереження над різними проектами та розробками.

### ЛІТЕРАТУРА:

1. D. Mills, *Internet time synchronization: the network time protocol*, *IEEE Transactions on Communications*, 39 (1991), P.1482–1493.
2. S. Ganeriwal, R. Kumar, and M. Srivastava, *Timing synch protocol for sensor networks*, in *Proceedings of 1st International Conference on Embedded Network Sensor Systems*, pp. 138–149. ACM, 2005.
3. N. Freris and P. Kumar, *Fundamental limits on synchronization of affine clocks in networks*, in *Proceedings of 46th IEEE Conference on Decision and Control*, pp. 921–926. IEEE, 2009.
4. S. Ganeriwal, D. Ganesan, H. Shim, V. Tsiatsis, and M. B. Srivastava, *Estimating clock uncertainty for efficient duty-cycling in sensor networks*, in *Proceedings of the SenSys*, pp. 130–141. ACM, 2005.
5. J. V. Greunen and J. Rabaey, *Lightweight time synchronization for sensor networks*, in *Proceedings of the 2nd ACM International Conference on Wireless Sensor Networks and Applications (WSNA)*, pp. 11–19. ACM, 2005.

### DEVELOPMENT OF SYNCHRONIZATION METHODS IN WIRELESS SENSOR NETWORKS

*A.M. Silvestrov, Ph.D., associate professor,*

*V.S. Olefirenko, Student*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

**УДК 681.527.2**

*С.Г. Кислиця, к.т.н., доцент,*

*В.В. Зливко, магістрант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

### АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЗРОШЕННЯ

Системи зрошення широко застосовують у сільському господарстві. Для приводу насосних установок у цих системах переважно використовуються асинхронні двигуни (АД). Переважна більшість їх застосовуються в

нерегульованому приводі, що пояснюється складними нелінійними електромагнітними процесами в АД. Такі електроприводи мають низькі експлуатаційні показники. При застосуванні керованого електроприводу можна досягти енергозбереження до 60%, значно знизити пусковий та робочий струм, тим самим зменшити втрати електроенергії, усунути падіння напруги, коливання швидкості і обмежити можливі гідроудари, а також зменшити непродуктивні втрати води за рахунок зменшеного тиску в гідросистемі, і т.ін.

Для регулювання параметрами АД широко застосовують векторне та скалярне керування. У приводах насосів систем зрошення використовують перетворювачі частоти (ПЧ) лише з скалярним управлінням. Це обумовлено меншою вартістю щодо ПЧ з векторним управлінням (ВУ) та недостатньою обґрунтованістю їх застосування для вирішення проблем гідроударів. Встановлено, що управління моментом АД до зупинки насоса дозволяє практично повністю уникнути гідроударів [1]. У насосах систем зрошення можна реалізувати тільки за допомогою застосування ВУ. Крім того, в системах крапельного зрошення, які набувають все більшого поширення, застосовуючи ПЧ з ВУ можна відмовитися від установки дорогого редуктора регулятора тиску, отримати якісне керування тиском з швидкодією, який запобігає розривам краплинних стрічок при різких змінах тиску у гідросистемі.

Порівняно зі скалярним, досягається значно більша точність управління та ефективність використання електричної енергії та енергоємних механізмів. Крім того, ВУ дозволяє оцінювати швидкість та потокозчеплення без відповідних датчиків, що забезпечує використання звичайних АД загальнопромислових серій, в яких не передбачено компонування цими датчиками. При цьому на точність оцінки кутової швидкості ротора істотно впливає активний опір ланцюга ротора з його температурною нестабільністю [2].

Використання керованого асинхронного електроприводу на базі ВУ у системах зрошення агропромислового комплексу підвищить ефективність енергозбереження та експлуатаційні показники при покращенні якості зрошення порівняно зі скалярним.

Зрошення в Україні набуло найбільшого поширення у її південних посушливих регіонах, де без зрошення землеробство практично неможливе. У системах зрошення у приводах насосів використовують асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором. АД мають простоту конструкції, дешевизну, мають високу надійність. Більшість із них нерегульовані, що пояснюється складністю управління електромагнітними процесами, що протікають у АД [3]. При зміні продуктивності іригаційного насоса, шляхом частотного регулювання швидкості, можна досягти економії електроенергії до 60% порівняно з нерегульованим АД. Враховуючи, що зростання вартості електроенергії має випереджальний характер щодо вартості інших витрат, проблема енергозбереження при роботі іригаційних насосів набуває першорядного характеру.

Закордонні виробники насосного обладнання для систем зрошення, зокрема фірма Grundfos, пропонують його лише із вбудованим ПЧ. Проте нинішня висока



вартість як насосних станцій, і ПЧ окремо, дає передумови розвитку вітчизняних ПЧ.

АД має складну нелінійну механічну характеристику [4]. Для регулювання швидкості та моменту АД у сучасному електроприводі застосовують два основні методи частотного керування: скалярне керування і векторне керування.

Переважає більшість імпортованих ПЧ мають обидва методи керування та надають користувачеві можливість вибору одного з них.

Проведено докладний аналіз існуючих рішень по темі, що розглядається, і позначено питання, що підлягають подальшому дослідженню, а саме для вирішення поставленої задачі необхідно продовжити дослідження векторного управління АЕП в частині компенсації високочастотних збурень, що генеруються ШІМ, а також наявності інжектованої складової струму статора, необхідної для оцінки опору ланцюга ротора.

### ЛІТЕРАТУРА:

1. Попович Н.Г. Електромеханічні системи автоматизації та завдання енергозбереження / Н.Г. Попович, Н.В. Пічник // Вісник ХДПУ. Збірка наукових праць: Тематичний випуск 113. – Харків: ХДПУ, 2000. – С. 297–300.

2. Тітов Ю. П. Насосні станції водопостачання та водовідведення / Ю. П. Тітов, М. М. Яковенко. Навчально-методичний посібник. - Харків, 2004. - 203 с.

3. Хашимов А.А. Енергозберігаючі системи автоматизованого електроприводу змінного струму / О.О. Хашимов// Електротехніка. - 1995. - №11. – С. 34–39.

4. Потапенко О.М. Проста система векторного керування асинхронними двигунами з клемними вимірами / О.М. Потапенко, Є.Є. Потапенка, А.В. Соломаха // Вісник Національного технічного університету ХПІ. Збірник наукових праць —Проблеми автоматизованого електроприводу. Теорія та практика”. – Харків: НТУ “ХПІ”. - 2005. - №45. -С.134-136.

### **AUTOMATION OF THE IRRIGATION SYSTEM**

*S. Kyslytsia, Ph.D., Associate Professor,*

**V. Zlyvko**, Master's Student

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

**УДК 621.3**

*Р.В. Захарченко, к.т.н., доцент,*

*П.Б. Митрофанов, к.т.н., доцент,*

*В.Ю. Кушнір, магістрант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БАГАТОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ**

В Україні продовжується масштабна програма будівництва житла, навіть у воєнний час. Розподільчі мережі забезпечують електроенергією житлові будинки, громадські установи та промислові підприємства. Основна частина електроенергії, виробленої у країні, транспортується через міські та сільські розподільчі мережі.

Зі зростанням споживання електроенергії зростають вимоги до надійності електричних мереж та якості електропостачання. Цей ріст споживання пов'язаний із широким використанням електроенергії в усіх сферах життя людини. Сучасні житлові будинки обладнані великою кількістю електрообладнання, що потребує нового підходу — точного розрахунку, раціонального планування витрат, а також використання сучасних систем захисту та автоматики.

У зв'язку з розвитком ринку електроенергії виникає потреба в підвищенні управління електроспоживанням. Один із способів вирішення цього полягає у точному контролі та обліку електроенергії, що може сприяти загальному збереженню енергії. Технологічне забезпечення ринку електроенергії включає системи, пристрої та алгоритми для контролю та управління параметрами енергоспоживання. Основою цього забезпечення є автоматизовані системи контролю та обліку споживання електроенергії.

Проблема постачання електроенергії та забезпечення якості і надійності електропостачання у житлових будинках залишається актуальною. Мета дослідження полягає в побудові раціональної системи електропостачання для багатоквартирного житлового будинку, яка забезпечить необхідний рівень надійності електропостачання споживачів і враховує економічні інтереси постачальників та споживачів електроенергії.

У рамках дослідження поставлені наступні завдання:

- провести розрахунки електричних навантажень та обґрунтувати вибір силового трансформатора;
- обрати схему електропостачання;
- визначити перерізи та марки кабелів для кабельних ліній 0,4кВ та переріз кабелів для освітлення;
- провести розрахунок струму короткого замикання;
- вибрати та перевірити комутаційні і захисні пристрої для живильних та розподільчих мереж;

- розглянути питання підвищення ефективності управління енергоспоживанням.

Розробка системи електропостачання ускладнена великою кількістю нормативів і вимог, необхідністю точних розрахунків електричних навантажень та застосуванням раціональних підходів у використанні енергії. Електроприймачі багатоквартирних житлових будинків відносяться до першої чи другої категорії надійності електропостачання (згідно норм) та потребують підключення від двох незалежних джерел.

Об'єктом дослідження є розташування всіх елементів електромережі на об'єкті, а також відповідні нормативні вимоги, якими необхідно керуватися під час проектування електропостачання багатоквартирного житлового будинку.

Під час проектування системи електропостачання ключовим є вибір оптимального розташування джерела живлення для споживачів електроенергії. Найбільш вигідним розташуванням джерела живлення (головної низьковольтної підстанції, центральної підстанції тощо) є точка, в якій зосереджено центр електричних навантажень.

Якщо джерело живлення знаходиться в центрі електричних навантажень, то витрати на систему електропостачання досягають мінімального значення, оскільки навантаження розподілені симетрично навколо центру. Правильна побудова електричної схеми електропостачання, ретельний вибір необхідного обладнання, точні розрахунки електричних навантажень та перерізів провідників, улаштування захисту на всіх рівнях мережі електропостачання забезпечать зручність та простоту експлуатації, а також високий рівень безпеки об'єкта.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. *СОУ-Н ЕЕ.20.179:2008 Розрахунок електричних і магнітних полів ліній електропередавання*
2. *Правила користування електричною енергією для населення (затверджені постановою Кабінету Міністрів України від 26.07.1999 р. № 1357)*
3. *Методика обчислення плати за перетікання реактивної електроенергії між електропередавальною організацією та її споживачами (затверджена наказом Мінпаліверенерго України від 17.01.2002 р. № 19)*

## **DEVELOPMENT OF THE ENERGY SUPPLY SYSTEM OF A MULTI-STORY RESIDENTIAL BUILDING**

**R. Zakharchenko, Ph.D., Associate professor,**

**P. Mytrofanov, Ph.D., Associate professor,**

**V. Kushnir, Master's student**

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

УДК 621.34

*О. Шефер, д.т.н., професор,*

*К. Кривенко, магістрант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ВІДПАЛУ СКЛОВИРОБІВ ПРИЗМАТИЧНО-ЦИЛІНДРИЧНОЇ КОНФІГУРАЦІЇ**

Побудову математичної моделі процесу відпалу скловиробів призматично-циліндричної конфігурації можна здійснити шляхом модифікації відомих математичних моделей відпалу склоблоків і циліндричних труб, причому призматичний корпус слід розглядати як склоблок, висота якого дорівнює висоті корпусу пляшки, з негерметичною внутрішньою повітряною порожниною, а перехід від корпусу до горла та горло представлятимемо у формі набору кілець, що сполучаються, з циліндричною трубою [1-3].

Обмеження, що накладаються на процес теплообміну в самому скловиробі і між скловиробом та зовнішнім середовищем, тобто повітряним простором зовні та всередині скловиробу призматично-циліндричної форми, при його відпалі в печі, залишаються такими ж як і для скловиробу циліндрично-конічного типу, за винятком тих обмежень, які стосуються представлення скловиробу у вигляді елементарних складових, а саме:

- основне тіло скловиробу(корпус) розглядається як сукупність елементарних паралелепіпедів;
- перехід від корпусу до горла представляється як сукупність циліндричних елементів(кілець різного радіусу малої висоти);
- горло скловиробу розглядається як труба малого радіусу.

Для отримання температурного поля досліджуваного об'єкту використано рівняння теплообміну для склоблока та скляної труби у безперервній формі. В силу повної симетрії скловиробу відносно вертикальної осі  $z$  і осей горизонтальної площини ( $x, y$ ) з метою скорочення об'єму обчислень (пам'яті і часу) обмежилися розглядом чверті скловиробу, поміщеної в перший квадрант (рис.1).

В силу відмінності коефіцієнтів тепловіддачі між основним тілом та газовим докільям печі неоднакові, коефіцієнти теплообміну будуть різними для дна скловиробу( $h_p$ ) і вертикальної частини корпусу ( $h$ ) [4, 5].

Модифікована математична модель температурного поля даного скловиробу представлена у вигляді системи кінцево-різницевої рівнянь, що описують теплообмін для кожної елементарної ділянки скловиробу. При цьому призматичний корпус разом з повітряною порожниною розглядався як об'єднання безлічі паралелепіпедів ( $N_x, N_y, N_z$ ) із взаємозв'язаними тепловими полями (рис.1), що характеризуються геометричними розмірами  $D_1$  (ширина),  $D_2$ (довжина),  $D_3$ (висота).

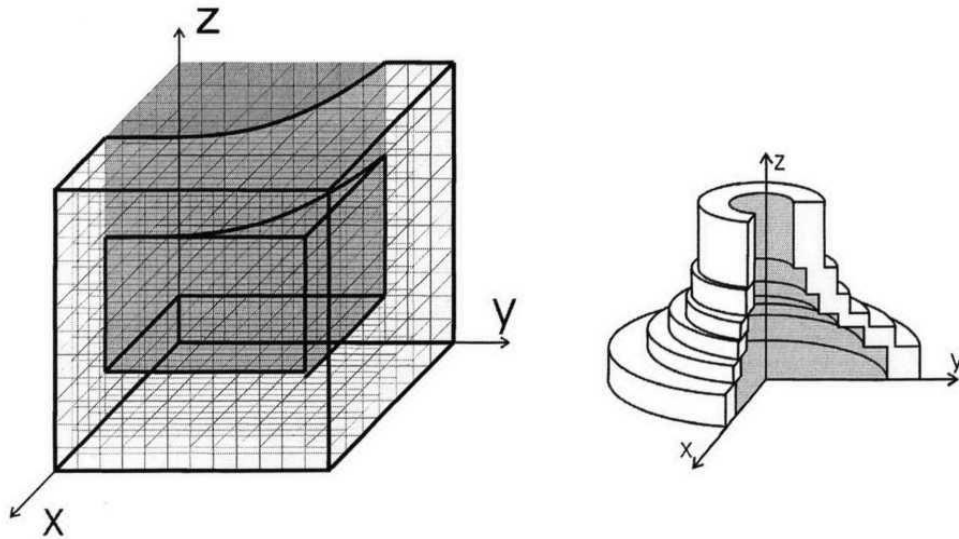


Рис. 1. Представлення скловиробу у вигляді елементів призматичної і циліндричної форм

Моделювання температурного поля призматично-циліндричного скловиробу за допомогою цифрової моделі пов'язано з високими вимогами до обчислювальних ресурсів використовуваної техніки, що пояснюється великим об'ємом інформації, який необхідно одночасно зберігати в ЕОМ для подальшого застосування. Програма, що реалізує процес комп'ютерного моделювання відпалу досліджуваного скловиробу в печі, розроблена як консольний додаток до середовища Delphi 7.0.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Gardon R.//Glass: Sci. And Technol. New York. 1980. Vol. 5.P.145-216.
2. Sereda B., Belokon Y., Belokon K., Kruglyak I., Sereda D. (2019) Modeling of the processes of obtaining porous materials under SHS conditions. Materials Science and Technology 2019, Port-land, Ore., USA,2019. pp. 1331–1335.
3. Khina B.B. Combustion Synthesis of Advanced Materials. New York, NY: Nova Science Publ., Inc., 2010. 110 pp.
4. Blodgett, O.W. Design of Welded Structures [Текст] / Omer W. Blodgett, Sc.D., P.E. - Cleveland, Ohio: The James f. Lincoln Arc Welding Foundation, 1996. – P: 832.
5. Племянніков М.М., Яценко А.П., Корнілович Б.Ю. Хімія і технологія скла. Високотемпературні процеси / Навчальний посібник. – К.: «Освіта України», 2015. – 183 с.

#### CONSTRUCTION OF THE MATHEMATICAL MODEL OF THE TEMPERATURE FIELD OF THE ANNEALING GLASSWORKS OF THE PRISMATIC-CYLINDRICAL CONFIGURATION

*O. Shefer, Doctor of Science, Professor,*

*K. Kryvenko, Master*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

**УДК 621.3**

*С.А. Закусило, аспірант*

*Інститут електродинаміки НАН України*

*Є.О. Зайцев, д.т.н., с.н.с., професор*

*Інститут електродинаміки НАН України, Національний транспортний університет*

## **ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ІНФОРМАЦІЙНОГО ОБМІНУ В СИСТЕМАХ КОНТРОЛЮ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЇ LoRaWAN**

Процеси пов'язані з діяльністю людини в суспільстві або роботою вузла в обладнанні або контролем правильності функціонування обладнання, особливо енергетичного все більше зазнають процесу цифровізації як в Україні так і в світі. Наприклад, в Європейському Союзі в період з 2011 по 2022 рік розробляється 25 національних планів, орієнтованих на Індустрію 4.0. Сама Індустрія 4.0 характеризується широким застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій, які використовуються для отримання, обробки та використання великої кількості даних, необхідних для управління складними системами. Цифровізація поширюється на все більше сфер, у тому числі й на енергетичну сферу.

Особливістю контролю енергетичного обладнання є використання великої кількості різноманітних засобів збору та попередньої обробки інформації, які об'єднуються у мережу. При цьому первинний перетворювач практично повністю визначає метрологічні характеристики систем контролю, а засоби забезпечення ефективної взаємодії всіх компонентів системи контролю визначають ефективність системи. Тому забезпечення ефективної взаємодії мережі вимірювальних перетворювачів та системи контролю є важливим способом підвищення надійності функціонування електроенергетичного обладнання.

Для забезпечення надійного підключення сенсорів у мережу та вирішення проблеми енергозаощадження сенсорами було запропоновано використати перспективну мережеву технологію LoRaWAN (глобальна мережа великого радіусу дії). В якості модулів зв'язку в макетному дослідному зразку використані модулі LoRa SX1278 433 МГц. Використання технології LoRa дозволило значно підвищити надійність отримання інформації із мережі сенсорів на великих відстанях. Під час передачі інформаційних сигналів передавач використовує всю ширину смуги пропускання каналу для передачі інформаційних сигналів, що робить такі сигнали стійкими до каналних шумів, які можуть бути викликані завадами промислової частоти.

Застосування протоколу LoRaWAN та відповідних модулів в засобах передачі інформації системи контролю цілісності ліній розподілених мереж дозволило забезпечити збільшення терміну служби батарей індикаторів та дальності зв'язку. Робота протоколу виконується в діапазоні, що не ліцензується,

дозволяє знизити вартість системи, а також забезпечити швидкість розгортання системи, що є особливо актуальним в умовах воєнного часу та повоєнної відбудови енергетичної мережі України.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. *Інтелектуальні електричні мережі: елементи та режими. Під заг. Ред. Акад. НАН України Кириленко О.В.. К.: Ін-т електродинаміки НАН України, 2016. – 400 с*
2. *Roberts J., Altuve H.J., Hou D., Review of ground fault protection methods for grounded, ungrounded, and compensated distribution systems. SEL: Pullman, WA, USA, 2005*
3. *Зайцев Є.О., Березниченко В.О., Щербань А.П. Засоби ідентифікації аварійних станів в розподільчих мережах ОЕС України. Приладобудування: стан і перспективи: Матеріали XXI Міжнародної науково-технічної конференції, 17–18 травня 2022 р. м. Київ, Україна, – С.265-267.*
4. *Зайцев Є., Березниченко В., Закусило С., Антоненко А. SMART засоби визначення аварійних станів в розподільних електричних мережах міст. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. №5, – С.3-12. DOI: <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.5.1>*
5. *Зайцев Є.О., Закусило С.А., Березниченко В.О., Блінов І.В. Організація інформаційного обміну в системах контролю цілісності ліній розподілених мереж на базі технології LORA. VIII Всеукраїнська науково-практична конференція «Електронні та мехатронні системи: теорія, інновації, практика», 04 листопада 2022 року, м. Полтава. – С.58-59.*
6. *Зайцев Є.О., Березниченко В.О. Застосування технології IOT в енергетичній галузі. Збірник матеріалів п'ятої міжнар. наук.-практ. конф. «Сучасні тенденції розвитку інформаційних систем і телекомунікаційних технологій», 1 червня 2023 р. (Київ, Україна). К.: НУХТ, 2023. – С. 38-40.*

#### **INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES OF INFORMATION EXCHANGE IN ENERGY EQUIPMENT CONTROL SYSTEMS BASED ON LoRaWAN TECHNOLOGY**

*S.A. Zakusilo, Ph.D student;*

*Institute of Electrodynamics of the NASU,*

*I.O. Zaitsev, Dc.S (Engineering), Senior research scientist, Professor*

*Institute of Electrodynamics of the NASU, National Transport University*

УДК 621.355.9

*О.Г. Дрючко, к.х.н., доцент,*

*О.В. Шефер, д.т.н., професор,*

*Б.Р. Боряк, к.т.н.,*

*Р.В. Захарченко, к.т.н., доцент,*

*О.А. Іванов, студент,*

*В.О. Тітов, студент*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ЗАСОБІВ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ЗАРЯДУ І РОЗРЯДУ ЛІТІЄВИХ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ**

Нині дуже широке застосування у різних прикладних технічних сферах знаходять акумулятори на основі літію [1-3]. Переваги літієвих акумуляторів очевидні: вони мають велику питому енергетичну ємність (150-250 Вт·год. / кг проти 40-80 Вт·год. / кг у основних конкурентів - нікель-кадмієвих або нікель-металогідридних акумуляторів); витримують великі імпульсні розрядні струми - 20-40 С, мають низький саморозряд (1 % / міс. проти 20 % / міс. у нікель-кадмієвих). Серйозною перевагою літієвих акумуляторів є відсутність «ефекту пам'яті», а також високе значення електрорушійної сили (ЕРС) одиничного осередку (3,6 В проти 1,2 В у нікель-кадмієвих).

Однак є й деякі технічні проблеми, якими супроводжується експлуатація літієвих акумуляторів. Насамперед це стосується чутливості цих акумуляторів до глибокого розряду та надмірного перезаряду. Неприпустимий також перегрів або механічні пошкодження акумуляторних осередків. Невиконання цих умов іноді призводить до спалаху або вибуху акумуляторів.

У багатьох випадках джерела живлення є не поодинокі акумуляторні осередки, а набори таких осередків - багатосекційні батареї. Особливості електрохімічних процесів, що протікають в акумуляторних осередках, призводять до того, що осередки з часом починають відрізнятися один від одного за енергетичною ємністю та внутрішнім опором, що призводить до розбалансу – нерівномірного розподілу напруги по секціях. Згодом, якщо не вживати спеціальних заходів, це може призвести як мінімум до зниження ефективності використання батареї (невикористання її ємності), а в гіршому випадку до глибокого розряду або перезаряду окремих секцій, їх перегріву та виходу з ладу.

Для дотримання безпечних режимів заряду та розряду акумуляторних батарей (АКБ) необхідно обладнувати їх спеціальними електронними пристроями, що забезпечують контроль та вирівнювання напруги на окремих секціях. Це особливо актуально для високоенергоємних батарей із ємностями осередків понад 5 А·год.

Пристрої контролю та управління процесами заряду-розряду в АКБ побудовані, як правило, на базі мікроконтролерів та спеціалізованих мікросхем.



Ці пристрої можуть бути вбудовані в саму АКБ, або зовнішні сервісні блоки, наприклад, в зарядні пристрої.

Типовий алгоритм заряду осередку літій-іонного акумулятора розбитий на 3 фази. Перша фаза, так званий попередній заряд, включається не завжди, а лише в тих випадках, коли акумулятор сильно розряджений. Якщо напруга осередку нижче 2,8, то її не можна відразу заряджати номінальним струмом заряду  $I_{з.ном}$ . це вкрай негативно позначиться на терміні служби акумулятора. Тому комірку заряджають спочатку малим струмом приблизно до 3,0 В, і лише потім – номінальним струмом. У другій фазі зарядний пристрій працює як джерело постійного струму. При цьому напруга акумулятора поступово зростає до 4,2 В. Акумулятор на такий момент заряджений приблизно на 70% своєї ємності. Щоб зарядити комірку до значень ємності, близьких до 100%, необхідно перейти до третьої фази: тут зарядний пристрій працює як джерело постійної напруги. На цьому етапі до комірки прикладено постійну напругу 4,2, а зарядний струм зменшується від максимуму до деякого заздалегідь заданого мінімального значення. У той момент, коли значення струму зменшується до цієї межі, заряджання акумулятора вважається закінченим і процес завершується.

Розглянутий алгоритм заряду реалізований у багатьох мікросхемах, призначених для зарядних пристроїв односекційних літієвих батарей. Наприклад контролер заряду STC4054 компанії ST Microelectronics.

Пристрої, подібні до описаного, призначені, в основному, для побудови окремих зарядних пристроїв для АКБ, які на час зарядки відключені від навантаження. Якщо ж це не так, то частина зарядного струму витікатиме в навантаження, що в першій фазі зарядки (якщо акумулятор сильно розряджений) може уповільнити процес заряджання або зовсім зробити його неможливим. Для уникнення таких проблем необхідно передбачати у схемах заряджання ключові елементи, які поділяють шляхи протікання струмів заряджання та навантаження. Така технологія використовується при побудові мікросхем контролерів багатьма фірмами.

Дещо інше призначення мають так звані захисні контролери (PCM-Protection Circuit Module або PCB-Protection Circuit Board), мініатюрні плати яких вбудовують безпосередньо в корпус акумулятора. Вони також засновані на спеціалізованих мікросхемах. Як приклад мікросхема DW01-P виробництва фірми Fortune Semiconductor (Тайвань).

Мікросхема за допомогою двох зовнішніх MOSFET-транзисторів здійснює контроль та управління в ситуаціях перерозряду (OD-Overdischarge) та перезаряду (OC-Overcharge). Якщо напруга на комірці впаде нижче 2,5, то контролер закриває транзистор FET1 (але заряд при цьому можливий через вбудований діод), а якщо воно буде вище 4,2 В, то закриється транзистор FET2 (але розряд при цьому можливий через вбудований діод цього транзистора). Крім того, контролер закриває FET1 при надмірному струмі розряду. Величина струму розряду, а також наявність зарядного пристрою визначається падінням напруги на опорному резисторі. Таким чином запобігають аварійним режимам роботи.

Мікросхеми РСМ, подібні до описаної, зараз масово випускають велика кількість фірм. Причому серед них є контролери, призначені для захисту осередків багатосекційних батарей.

Виробники літєвих АКБ зазвичай комплектують батареї з близькими спеціально підібраними за параметрами осередків. Однак невеликі відмінності в параметрах окремих осередків залишаються, згодом вони збільшуються.

У багатьох захисних та зарядних контролерах повний заряд АКБ визначається за сумарною напругою всієї батареї послідовно включених осередків. Тому напруга заряду окремих осередків може змінюватися в широких межах, проте вона не може перевищувати порогового значення напруги, при якому включається захист від перезаряду (зазвичай 4,25 В). Однак у якійсь слабкій ланці-осередку з малою ємністю чи великим внутрішнім опором – напруга може бути вищою, ніж інших повністю заряджених осередків.

Висока напруга такого осередку після завершення заряду говорить про її прискорену деградацію. При розряді на навантаження такий осередок швидше за інших втрачатиме напругу. Таким чином, при заряді на слабкому осередку може спрацювати захист від перенапруги, тоді як решта осередків батареї ще не буде заряджена повністю. Це призведе до недовикористання ресурсів АКБ. Тобто дисбаланс осередків зменшує час роботи пристроїв без підзарядки та термін служби батареї.

Існують два методи балансування батарей – пасивний та активний. Пасивний метод здійснюється за рахунок підключення в потрібні моменти часу розрядних резисторів, що шунтують осередки, а активний за рахунок перетікання енергії між осередками через реактивні елементи.

Відомі та інші технічні рішення.

Висновки

- Управління процесами заряду-розряду літєвих АКБ – досить складне та відповідальне завдання.
- На сьогодні вирішення зазначеного непростого технічного завдання багато в чому полегшується завдяки наявності на ринку великої кількості різноманітних пристроїв контролю та управління процесами заряду-розряду в АКБ побудованих, як правило, на базі мікроконтролерів та спеціалізованих модулів чи мікросхем.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Fedorets S.G., Fedorov S.I., Bozhok I.M., Mazan N.M. *Розвиток Electric Power Supply Sources для Electric Cars "Granite of science"/ Scientific and popular journal (від 03.04.2023.)*

2. Рогоза М.А., Бородай В.А., Нестерова Є.Ю., Кошеленко Є.В., Федоров С.І. *Швидкісне обслуговування тягових акумуляторів сучасних транспортних засобів. Проблеми використання інформаційних технологій в освіті, науці та промисловості: XVII міжнар.конф. (24 листопада 2022 р., Дніпро): зб. наук.*

*пр/ред.кол.: А.А.Азюковський та ін.: М-во освіти та науки України, Нац. Техн. Ун-т «Дніпровська півтехніка». Дніпро: НТУ «ДП», 2022, № 7.С.57-58.*

*3. Сліпченко М.І., Письменецький В.А., Гуртовий М.Ю. Дослідження режимів роботи АКБ та суперконденсатора у системі енергозабезпечення електромобіля. Східно-Європейський журнал передових технологій. 2012, 4/8 (5), с. 31-35.*

## **INNOVATIVE TECHNICAL SOLUTIONS FOR CONTROLLING THE PROCESSES OF LITHIUM BATTERIES CHARGE AND DISCHARGE**

*O. Dryuchko, Ph.D., Associate Professor,*

*O. Shefer, Doctor of Science, Professor,*

*B. Boriak, Ph.D.*

*R. Zakharchenko, Ph.D., Associate Professor,*

*O. Ivanov, student,*

*V. Titov, student*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

**УДК 519.1**

*В.В. Ярещенко, аспірант,*

*В.В. Косенко, д.т.н., професор*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **КОДУВАННЯ З НИЗЬКИМ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯМ**

Мережі на кристалах стали переважним комунікаційним рішенням для з'єднання різних компонентів на кристалі, включаючи ядра, прискорювачі, кеш-пам'ять та контролери пам'яті. Проте енергоспоживання цих мереж становить значну частину загальної потужності всієї системи і тому покращення їх має важливе значення [1].

У минулому було представлено декілька підходів до зниження енергоспоживання вводу-виводу. Ці підходи поділяються на дві категорії. Перша категорія складається з методів, які оптимізують ієрархію пам'яті та організацію даних, щоб у першу чергу усунути потребу у виводі. Друга категорія складається з методів, які знижують комутаційну активність на шиних за рахунок використання кореляцій, присутніх в потоках, що передаються цими шинами [2].

Комутаційна активність шин часто є причиною значної частки розсіювання загальної потужності. У міру ускладнення системи кількість шин даних та адресних шин збільшується. Об'ємні та довгі міжз'єднання розподіляються як динамічне розсіювання енергії для заряджання та розрядки внутрішніх ємностей вузлів та міжпровідних ємностей. Отже, для зв'язку між пристроями на кристалі потрібні методи кодування з низьким енергоспоживанням [3].

Для зменшення динамічних втрат енергії в адресній шині та мінімізації втрат зв'язку між близькими лініями застосовують код Грея, який має ряд недоліків. Визначено вид кодів, що мають ті ж властивості, що і коди Грея - коди

одиночної відстані. Розроблено метод побудови множини кодів одиночної відстані, який базується на моделі гіперкуба та алгоритму пошуку Гамільтонового шляху у графі [4]. В результаті використання запропонованого методу було згенеровано набір кодів та розраховано їх характеристики. Проведено аналіз розрахованих значень, що дозволило виділити коди з кращими характеристиками, ніж код Грея. Завдяки використанню всієї множини кодів у розробників є більше варіантів вибору, ніж при використанні тільки кодів Грея.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Singh B., Khosla A., Narang S. B. *Low power bus encoding techniques for memory testing // Microelectron Solid State Electron.* – 2013. – V. 2. – No. 3. – P. 45-51. DOI: 10.5923/j.msse.20130203.02
2. Lee D., O'Connor M., Chatterjee N. *Reducing Data Transfer Energy by Exploiting Similarity within a Data Transaction // IEEE International Symposium on High Performance Computer Architecture (HPCA).* – 2018. – P. 40-51.
3. Bittman D. et al. *Optimizing Systems for Byte-Addressable NVM by Reducing Bit Flipping // FAST.* – 2019. – P. 17-30.
4. Ярещенко В., Косенко В. Кодування для зменшення енергії руху даних / В. Ярещенко, В. Косенко // *Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць.* – Полтава: ПНТУ, 2023. – Т. 1 (71). – С. 159-162. – doi:<https://doi.org/10.26906/SUNZ.2023.1.159>.

## LOW POWER CONSUMPTION CODING

*V. Yareshchenko, PhD student,*

*V. Kosenko, Doctor of Engineering Sciences, Professor  
Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University*

**УДК 62.5**

*С.Г. Кислиця, к.т.н., доцент,*

*Я.О. Зоць, магістрант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## РОЗРОБЛЕННЯ І ДОСЛІДЖЕННЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПАКУВАННЯ ЧАЮ

На сьогоднішній день актуальним питанням на промислових підприємствах є встановлення нового чи модернізація старого обладнання з метою підвищення якості виробничих процесів та енергозбереження. Широке застосування набули регульовані електроприводи.

На фабриці по фасуванню чаю постало завдання підвищення кількості та якості своєї продукції. Для цього була встановлена машина формування фільтрпакетів. З метою економії бюджету, щоб не купувати також другу пакувальну машину, було запропоновано поєднати дві машини формування

фільтр-пакетів в один технологічний процес. У такому випадку два потоки коробок з чаєм з двох машин надходять в одну пакувальну, шляхом установки стрічкового конвеєра, що з'єднує їх. За рахунок цього збільшиться продуктивність пакувальної машини, яка стане номінально завантаженою і встигатиме обертати в целофан.

В даний час сполучний стрічковий конвеєр, встановлений для підвищення продуктивності упаковки чаю, оснащений нерегульованим електроприводом з асинхронним електродвигуном з короткозамкненим ротором, що ускладнює процес синхронізації роботи з основним конвеєром першої машини формування фільтр-пакетів.

Мета роботи – замінити встановлений електропривод сполучного стрічкового конвеєра на регульований. Установка в даному випадку електроприводу дозволить спростити процес налагодження та вибору оптимального технологічного режиму роботи механізмів за рахунок регулювання швидкості. Найбільш перспективним та доцільним тут є електропривод за системою ПЧ-АД. Така система має низку переваг до яких можна віднести: висока точність регулювання; економія електроенергії; підвищений ресурс електроустаткування; плавний запуск двигуна; стабілізація швидкості обертання двигуна за зміни навантаження.

Взявши за основу технічну літературу [1-2], проведемо аналіз різних систем електроприводу стрічкового конвеєра і виберемо найбільш підходящу.

Для того, щоб привести в рух виконавчі органи робочих машин і механізмів управління цим рухом, електропривод включає групу взаємопов'язаних і взаємодіючих один з одним електротехнічних, електромеханічних, механічних елементів і пристроїв.

Безперервний, односторонній характер роботи конвеєрних механізмів визначає тривалий (безперервний) режим роботи їх електроприводів, які виконуються в основному нереверсивними, за винятком технологічних процесів, де потрібна зміна напрямку руху. Багато конвеєрів строго транспортного призначення мають одну постійну швидкість руху і не вимагають електроприводу, що регулюється. Регульований електропривод застосовується в деяких конвеєрах, які обслуговують технологічні процеси, де при зміні виробу, що збирається або обробляється, потрібна зміна швидкісного режиму [2].

У сучасному виробництві робота кількох конвеєрів може поєднуватися загальним технологічним процесом, тобто синхронізацією. У цьому випадку рухи окремих конвеєрів строго узгоджуються між собою за швидкістю. Синхронізація руху (узгоджене обертання) конвеєрів має сенс, коли різні вироби після необхідних технологічних операцій на окремих конвеєрних лініях повинні з'єднатися на конвеєрі складальному в точному позиційному відповідності один з одним.

До найважливіших вимог, що висуваються до електроприводів механізмів безперервного транспорту, можна віднести: забезпечення плавності пуску та гальмування з надійним обмеженням прискорення та ривка, а також максимального моменту двигуна та його похідної.

Всі перелічені вище вимоги та умови визначають вибір системи електроприводу для цієї групи механізмів безперервної дії. Найбільш відомим типом електроприводу є нерегульований привод змінного струму з асинхронними двигунами.

Потужність асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором не перевищує кілька сотень кіловат. Якщо використовувати двигуни більшої потужності, це призводить до помітного зниження коефіцієнта потужності мережі живлення, а також до істотного падіння напруги в мережі при пуску конвеєра [2].

Таким чином, при здійсненні частотного регулювання швидкості двигуна повинен використовуватися перетворювач частоти, який дозволяє також регулювати напругу на статорі двигуна в певній пропорції. В даний час практично всі перетворювачі частоти мають таку можливість.

### ЛІТЕРАТУРА:

1. Бондарев В. С. *Підйомно-транспортні машини. Розрахунки підйимальних і транспортувальних машин: підручник для ВУЗів.* / В. С. Бондарев, О. І. Дубинець, М. П. Колісник та інші – Київ : Вища школа, 2009. – 322 с.

2. Харченко Є. В. *Розрахунок перехідних процесів у стрічковому конвеєрі з урахуванням рухомості меж транспортувального органу* / Є. В. Харченко, Л. К. Поліщук, С. Собковскі. – «Технічні вісті» (Українське інженерне товариство у Львові), – 2001. – №1(12), – №2 (13). – С. 102 – 106.

### DEVELOPMENT AND RESEARCH OF TEA PACKING PLANT

*S. Kyslytsia, Ph.D., Associate Professor,*

*Y. Zots, Master's Student*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

**УДК 681.532**

*М.І. Шкурін, студент*

*А.В. Трет'як, к.т.н*

*Національний університет «Полтавська політехніка Імені Юрія Кондратюка»*

### ВАЖЛИВІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ НОВІТНІХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНАМИ НА ПРИКЛАДІ ІРС PROTEO

Сучасні тенденції у впровадженні технологій керування насосами визначають ключовий напрямок розвитку у забезпеченні ефективності та безперебійності їхньої роботи. Важливість використання відцентрових насосів у нафтопереробній галузі визначається комплексом технічних та економічних аспектів.

Сучасні системи автоматизації, як, наприклад, ІРС Proteo (Рис.1), спроектовані на базі ідеї повної автоматизації насосів при мінімальній кількості

встановлених польових датчиків. Це досягається завдяки впровадженню моделей на основі продуктивності (PBM), що стало можливим завдяки зростанню обчислювальної потужності комерційних систем програмованої логіки (ПЛК).

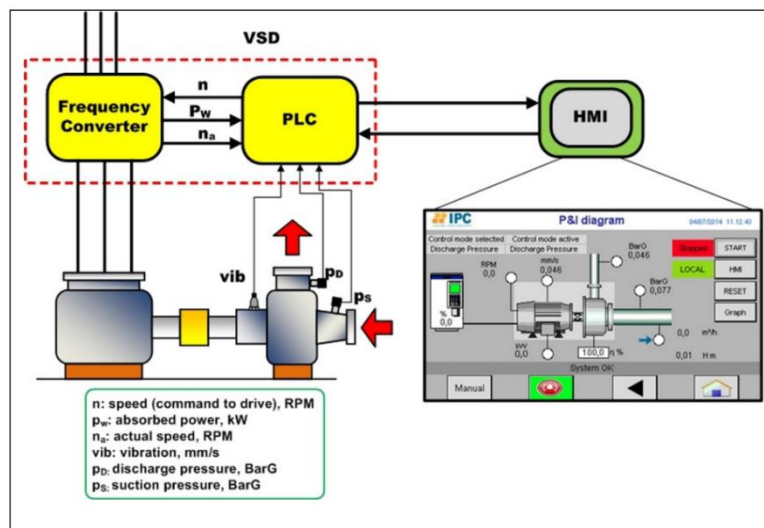


Рис. 1. Архітектура Proteo

Дані системи не лише виконують завдання керування, але й використовуються для захисту та автоматичної діагностики.

Основні переваги таких систем включають в себе багатозмінну можливість контролю, привід змінної частоти (VFD), що дозволяє значно знизити споживання енергії, та використання моделей на основі продуктивності для передбачення та діагностики аномалій.

Однією з перспектив розвитку є інтеграція обчислювальних технологій, таких як обчислювальна гідродинаміка (CFD) та комп'ютерно-автоматизоване проектування/виготовлення (CAD/CAM), що має потенціал оптимізації дизайну насосів для кожного конкретного випадку. Такий підхід сприятиме підвищенню ефективності та максимізації вигоди від усіх обговорюваних інновацій у сфері технологій нафтопереробки.

Узагальнюючи викладене, можна визначити, що використання відцентрових насосів у нафтопереробній галузі стає стратегічно важливим аспектом для підвищення ефективності та надійності виробничих процесів. Застосування сучасних систем керування, зокрема IPC Proteo, дозволяє досягти автоматизації насосів за допомогою мінімальної кількості датчиків, що є важливим етапом у розвитку технологій автоматизації.

Ключові переваги використання відцентрових насосів та сучасних систем керування включають максимальну ефективність та надійність у роботі, багатозмінні можливості контролю, використання приводу змінної частоти для зниження споживання енергії, а також впровадження моделей на основі продуктивності для передбачення та діагностики аномалій.

При розгляді перспектив розвитку важливим є поєднання обчислювальних технологій, таких як CFD та CAD/CAM, для оптимізації дизайну насосів. Це

дозволить досягти максимальної ефективності на кожному конкретному етапі виробничого процесу.

Загалом, інтеграція відцентрових насосів та сучасних систем керування є важливим елементом успішної експлуатації центрифугальних насосів нового покоління в сучасних умовах нафтопереробної галузі.

### ЛІТЕРАТУРА:

1. *Centrifugal pump technology in oil & gas refinement* [Електронний ресурс] // - 2015. – Режим доступу до ресурсу: [Centrifugal pump technology in oil & gas refinement - ScienceDirect](#)

2. *IPC-eng | PROTEO - Centrifugal Pumps Control System* [Електронний ресурс] // - 2021. – Режим доступу до ресурсу: [IPC-eng | PROTEO - Centrifugal Pumps Control System](#)

3. *Efficiency improvement in centrifugal pumps – Turbomachinery* [Електронний ресурс] // - 2016. – Режим доступу до ресурсу: [Efficiency improvement in centrifugal pumps \(turbomachinerymag.com\)](#)

### THE IMPORTANCE OF THE IMPLEMENTATION OF THE NEWEST ELECTRIC MOTOR CONTROL SYSTEMS AS AN EXAMPLE OF IPC PROTEO

*M. Shkurin, student,*

*A. Tretiak, Ph.D.*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

**УДК 004.89:004.7.056**

*О.В. Михайліченко, аспірант*

*Національний університет «Полтавська Політехніка імені Юрія Кондратюка»*

### МЕТОДИ АВТОМАТИЧНОГО ВИЯВЛЕННЯ МЕРЕЖЕВИХ ЗАГРОЗ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПОТОКУ ДАНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Основною проблемою поточної безпеки мережі є складність об'єднання існуючих систем від різних виробників і забезпечення їх постійної взаємодії, безпеки та контролю, що спонукає до створення все більшої кількості гібридних систем, з використанням нейронних мереж. Дослідження саме в цьому напрямку відкриє можливості для більш легкого та зручного слідкування за мережевими загрозами для оптимізації трафіку у мережах різного розміру у реальному часі з мінімальним втручанням людини.

Аналізуючи надану ресурсом MarketsandMarkets [3] діаграму динаміки вкладення коштів в ринок штучного інтелекту, прийдемо до висновку що динаміка вкладення грошей США, Європи та Азії буде наростати включно до



2026 року до бюджету, сягаючи 38.2 млрд доларів, що показує перспективність даного направлення.

Статистику потреби у використанні ШІ для забезпечення кібербезпеки у різних галузях визначимо за діаграмою ресурсу Capgemini [2], що не менш ніж 80% опитуваних в галузі Телекомунікацій не можуть без кіберзахисту в вигляді ШІ, що показує необхідність розвитку даного направлення.

Розглядаючи ринок найкрупніших створювачів ШІ платформ за даними IDC [4], виведемо що більшість ринку займають приватні підприємці, а не великі компанії, що показує доступність і розповсюдженість даної технології.

Хоча застосування штучних нейронних мереж є популярним засобом, в ньому було виявлено ряд недоліків: критична залежність від якості датасету, яка впливає і на якість навчання мережі, та від кількості даних [1].

Проаналізувавши аналогічні дослідження, висновком є розвиток напрямку зменшення використання мережевих ресурсів зберігаючи певний рівень захисту зі зниженням апаратно-технічного порогу введення в експлуатацію даних систем.

Для оптимізації потоку мережі, потрібен алгоритм, здатний до збору малої кількості інформації з мережі для забезпечення достатньою кількістю даних як для навчання так і для роботи нейромережі та з ймовірністю виявлення загроз не менше 80%. Тому виведено:

$X = \{x_1, x_2 \dots, x_n\}$ , де  $x_i$ , представляє набір вхідних даних.

$Y = \{y_1, y_2 \dots, y_n\}$ , де  $y_i$ , представляє набір прогнозованих вихідних даних.

Представимо множину вихідних даних:

$Y_p = \{y_1 \in Y | P(y_i p) \geq 0.8\}$ , де  $P(y_i p)$ , визначає ймовірність правильної класифікації  $y_i$ .

Отже, використання нейромереж для кібербезпеки телекомунікаційних систем з урахуванням оптимізації трафіку є одним із найважливіших і перспективніших задач, а виведена базова модель нейрону та алгоритм оптимізації є достатньою опорною точкою для початку роботи у цьому направленні.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. *Перспективні напрямки аналізу трафіку та виявлення вторгнень на основі нейромереж | Електронне фахове наукове видання «Кібербезпека: освіта, наука, техніка» [Електронний ресурс] // Електронне фахове наукове видання «Кібербезпека: освіта, наука, техніка». – Режим доступу: <https://csecurity.kubg.edu.ua/index.php/journal/article/view/382> (дата звернення: 18.10.2023).* – Назва з екрана.

2. *74% of executives believe the benefits of generative AI will outweigh the associated concerns [Electronic resource] // Capgemini. – Mode of access: <https://www.capgemini.com/news/press-releases/74-of-executives-believe-the-benefits-of-generative-ai-will-outweigh-the-associated-concerns/> (date of access: 18.10.2023).* – Title from screen.

3. *Artificial intelligence market size & trends, growth analysis, forecast [2030] [Electronic resource] // MarketsandMarkets. – Mode of access: [https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/artificial-intelligence-market-74851580.html?gclid=Cj0KCQjwpompBhDZARIsAFD\\_Fp-E9ToNTLWsvS5yGbCm7H7DOsIW6jCN9Vpy\\_RCodMjCPapgWZcCoBkaAus7EALw\\_wcB](https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/artificial-intelligence-market-74851580.html?gclid=Cj0KCQjwpompBhDZARIsAFD_Fp-E9ToNTLWsvS5yGbCm7H7DOsIW6jCN9Vpy_RCodMjCPapgWZcCoBkaAus7EALw_wcB) (date of access: 18.10.2023). – Title from screen.*

4. *IBM retains lead in artificial intelligence market with 9.2% share - InfotechLead [Electronic resource] // InfotechLead. – Mode of access: <https://infotechlead.com/artificial-intelligence/ibm-retains-lead-in-artificial-intelligence-market-with-9-2-share-59977> (date of access: 18.10.2023). – Title from screen.*

## **METHODS OF AUTOMATIC DETECTION OF NETWORK THREATS FOR OPTIMIZING THE DATA FLOW OF TELECOMMUNICATION SYSTEMS**

*O.V. Mykhailichenko, postgraduate*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

**УДК 621.327.534**

*Г.М. Кожушко, д.т.н., професор,*

*С.Г. Кислиця, к.т.н., доцент,*

*Д.В. Кислиця, аспірант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ СВІТЛА LED ЛАМП**

Згідно з даними Міжнародного енергетичного агентства (ІЕА), 19 % світового виробництва електричної енергії (ЕЕ) використовується на освітлення, тому надзвичайно актуальною проблемою є скорочення споживання ЕЕ освітлювальними установками. Економію ЕЕ на освітлення визначено як один із найбільш економічних шляхів зменшення енергоспоживання та викидів CO<sub>2</sub> в атмосферу [1]. Сьогодні значно вигідніше знижувати енергоспоживання на освітлення за рахунок сучасних технологій, таких як використання енергоефективних світлодіодних світильників (ламп), ніж створювати нові додаткові потужності для забезпечення зростаючих потреб у світловій енергії.

Основним показником енергоефективності джерел світла є світлова віддача (лм/Вт). Не менш важливою проблемою сьогодні є якість світла, що генерується сучасними джерелами [2, 3]. Для створення енергоефективних освітлювальних установок не можна підвищувати світлову віддачу за рахунок зниження параметрів якості світла.

Щодо недавніх медико-біологічних досліджень показано, що світло, крім зорових функцій, надає на організм людини також значний незоровий біологічний та психологічний вплив. Хороше освітлення позитивно впливає на здоров'я, добробут, настрій і навіть якість сну [4, 5]. Освітлювальні установки

повинні забезпечувати хороше візуальне сприйняття, сприятливий не візуальний вплив, при цьому уникати несприятливих факторів, що впливають на здоров'я людини, таких як модуляція (пульсація) світлового потоку, фотобіологічної небезпеки, порушення біоритмів.

До якісних параметрів світла відносяться: кольоровість (корельована колірна температура CCT), якість кольору (загальний індекс кольоропередачі  $R_a$ ), модуляція світлового потоку, фотобіологічна безпека, біологічна активність, вплив на циркадні ритми людини, блискість, що створює дискомфорт і сліпучу дію [6]. Сьогодні світлодіодні лампи та світильники стали основною технологією штучного освітлення практично у всіх сферах. Крім високої світлової віддачі та стабільності параметрів у процесі горіння, вони мають великий термін служби, стійкість до механічних впливів, не створюють відходів небезпечних токсичних речовин. Завдяки компактним розмірам світлодіодів, створюються нові можливості використання ефективної оптики для різних дизайнерських рішень.

Незважаючи на великі досягнення енергоефективності та надійності, освітлювальні системи з використанням світлодіодів не завжди відповідають сучасним вимогам до якості світла. У зв'язку з підвищенням цих вимог споживачеві необхідна інформація не тільки про корельовану колірну температуру (CCT) і загальний індекс кольоропередачі ( $R_a$ ), але і про відхилення колориметричних параметрів від нормованих значень, кутової нерівномірності кольоровості, оцінки якості кольору в новій системі, що включає в себе індекс точності ( $R_f$ ) та індекс кольорової гами ( $R_g$ ) відповідно до [7] та ін.

Враховуючи, що рівень параметрів світлодіодної продукції постійно підвищується, дослідження енергоефективності та якості світла нових виробів, що надходять на ринок, є актуальним завданням.

Енергоефективність та якість світла комерційних зразків світлодіодних світильників (ламп) досліджували у багатьох роботах. Найбільш масштабне дослідження світлодіодної продукції проводилось у рамках програми LED Lighting Facts Департаменту енергоефективності США та публікувалися у періодичних аналітичних звітах. У [8] представлені всі дані про випробувану продукцію. Частина цієї інформації з аналітичними висновками опубліковано у [9, 10]. Результати дослідження енергоефективності та якості світла комерційних зразків світлодіодної продукції публікувалися й у інших роботах, зокрема [4]. Показано, що світлова віддача світильників для внутрішнього освітлення досягла значень, що перевищують 100 лм/Вт, а для світильників зовнішнього освітлення – 140 лм/Вт.

CCT для світильників внутрішнього освітлення знаходиться переважно в діапазоні 3000 - 4000 К, а для зовнішнього освітлення перевищує 5000 К. Загальний індекс кольоропередачі світильників для внутрішнього освітлення відповідає, в основному, значенням 80 - 85, а для зовнішнього - 70 - 80. Віддача світлодіодних ламп з цоколем E27 знаходиться переважно в інтервалі значень 70 - 100 лм/Вт, CCT - в інтервалі 3000 - 4500 К,  $R_a$  - в інтервалі 78 - 92. В [4] наведено результати досліджень колориметричних параметрів, що стосуються

чотирьох відхилень від нормованих значень і порівняльні вимірювання якості кольору з використанням індексів  $R_a$  і  $R_f$ ,  $R_g$ .

У цій роботі досліджено світлову віддачу та визначено класи енергоефективності світлодіодних ламп з цоколем E27 (для заміни ламп розжарювання), двоцокольних світлодіодних ламп з цоколем G13 (для заміни люмінесцентних ламп), світильників для внутрішнього та зовнішнього освітлення. Крім того, досліджено колориметричні параметри цієї продукції, у тому числі кутової нерівномірності кольоровості, відхилення параметрів кольоровості (кількість кроків еліпсів Мак-Адама) від нормованих значень, показників якості передачі кольору в двовимірній системі за методом [7].

### ЛІТЕРАТУРА:

1. CIE158:2009. *Ocular Lighting Effects on Human Physiology and Behaviour.*- Vienna.- 2009.- 64 p.

2. IES-TM-30-18. *Illuminating Engineering of North America. Method for Evaluating Light Source Colour Rendition.*- 2018.- New York.- 34.

3. *LED Lighting Facts Products* //www.lightingfacts.com/products

4. Шпак С.В., Губа Л.М., Басова Ю.О., Багіров С.А., Кожушко Г.М. // Дослідження якості кольоропередавання світлодіодних ламп та світильників // Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі.- 2019.- 1(91).- с. 105 – 119.

5. EN 13032-4:2015 *Light and lighting - Measurement and presentation of photometric data of lamps and luminaires - Part 4: LED lamps, modules and luminaires.*- 2015

6. Технічний регламент енергетичного маркування електричних ламп та світильників (Затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 27 травня 2015 р. № 340).- 2015.- Київ

7. IEC 62612:2013 *Self-ballasted LED lamps for general lighting services with supply voltages > 50 V - Performance requirements.*- 2013.- 87 p.

8. IEC 62717:2014 *LED modules for general lighting - Performance requirements.*- 2014.- 96 p.

9. IEC 62722-2-1:2014 *Luminaire performance - Part 2-1: Particular requirements for LED luminaires.*- 2014.- 38 p.

10. CIE TN 001:2014 *Technical Note: Chromaticity difference specification for light sources.*- Vienna.- 2014.- 9 p.

11. CIE 013.3–1995 *Method of Measuring and Specifying Colour Rendering Properties of Light Sources.*- Vienna.- 1995.- 20 p.

### RESEARCH OF THE LEVEL OF ENERGY EFFICIENCY AND LIGHT QUALITY OF LED LAMPS

**H. Kozhushko**, ScD, Professor,

**S. Kyslytsia**, Ph.D., Associate Professor,

**D. Kyslytsia**, Postgraduate Student

National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»

УДК 621.593.2:681.51]-048.35

*О.І. Лактіонов, к.т.н.,*

*І.В. Марченко, магістр*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **МОДЕРНІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ РАДІАЛЬНО-СВЕРДЛИЛЬНОГО ВЕРСТАТА МОДЕЛІ 2М57-2 ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЙОГО ХАРАКТЕРИСТИК**

Енергетична незалежність країни потребує наявності відповідного промислового обладнання [1], зокрема металообробних верстатів, котрі дозволять виготовляти відповідну продукцію. Металообробні верстати, зокрема свердлильної групи [2], котрі використовуються на промислових підприємствах потребують термінової модернізації. Зважаючи на це, авторами запропоновано класичний підхід вирішення проблеми, котрий висвітлюється у магістерській роботі за темою «Модернізація електрообладнання радіально-свердлильного верстата моделі 2М57-2 та дослідження його характеристик».

Відповідно до календарного плану проєкту (11.10.23 – 13.12.23 р.) запропоновано наступні етапи вирішення проблеми. Етап 1. Аналіз існуючих досліджень щодо автоматизації верстатів. Етап 2. Опис технічних характеристик верстата. Етап 3. Розрахунок потужності двигунів. Етап 4. Розробка системи керування головного привода. Етап 5. Модернізація засобів автоматизації верстата. Етап 6. Аналіз отриманих результатів та прийняття рішень.

Таким чином, запропоновані ідеї дозволять частково вирішити проблематику енергетичної незалежності країни шляхом використання сучасного обладнання. Вказане обладнання споживатиме мінімум електроенергії, буде дешевшим за аналогічне обладнання та надійнішим.

### **ЛІТЕРАТУРА:**

1. *Honcharuk I. Energy independence as a socio-economic phenomenon. Ekonomika ta derzhava. 2020. № 8. С. 71. URL: <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2020.8.71> (дата звернення: 20.10.2023).*
2. *Machine tool Verification According to Machine Configuration [Електронний ресурс] / D. Acosta [та ін.] // Procedia Engineering. – 2013. – Т. 63. – С. 700–709. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.08.262> (дата звернення: 21.10.2023). – Назва з екрана.*

## **MODERNIZATION OF THE ELECTRICAL EQUIPMENT OF THE RADIAL DRILLING MACHINE MODEL 2M57-2 AND INVESTIGATION OF ITS CHARACTERISTICS**

*O. Laktionov, PhD (Engineering),*

*I. Marchenko, master*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

УДК 621.34

О. Шефер, д.т.н., професор,

М. Бібік, магістрант

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

## ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНО-ДОПУСТИМОГО РІВНЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ПОБЛИЗУ АНТЕН БАЗОВОЇ СТАНЦІЇ

Електромагнітну енергію випромінює не вся базова станція (БС), а лише приймально-передавальні та радіорелейні антени, які для забезпечення більшої зони покриття встановлюються на значній висоті щодо поверхні землі й розташовуються на спеціально побудованих антено-щоглових спорудах або на існуючих висотних будівлях, димових трубах, тощо.

Виходячи з технологічних вимог побудови системи мобільного стільникового зв'язку, антени завжди направлені таким чином, що основна енергія (понад 90%) зосереджена в доволі вузькому «промені» (подібно до світла від ліхтарика), що завжди спрямований у бік від споруди, на якій знаходяться антени БС.

Базові станції загалом обладнані антенами направленої дії, відповідно санітарно-захисні зони і зони обмеження забудови встановлюються у напрямі випромінювання електромагнітної енергії, з врахуванням бічних і задніх пелюсток діаграми спрямованості антен. Враховується, що антени випромінюють електромагнітну енергію під певним кутом до горизонту і рівень електромагнітного поля (ЕМП) міняється залежно від висоти, отже зона обмеження забудови встановлюється диференційовано по вертикалі в межах висоти житлової забудови.

Максимальний рівень ЕМП, створений всіма джерелами випромінювання на межі санітарно-захисної зони та на межі зони обмеження забудови, на різних висотах та по азимутам направленості наведені у графіках рисунок 1 (на прикладі для панельної антени T0005L6R011).

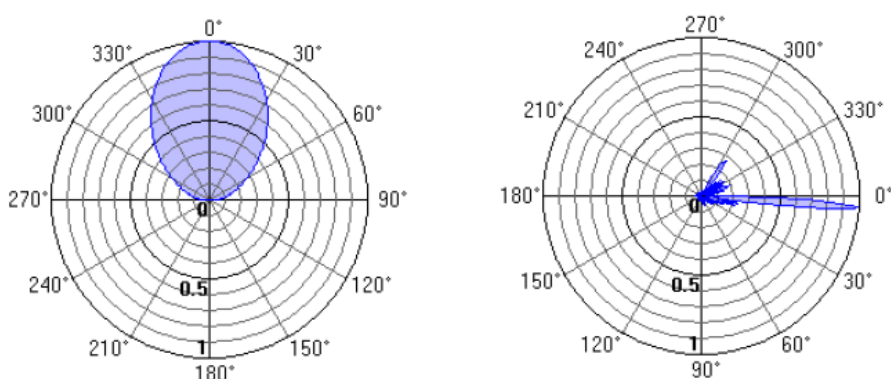


Рис. 1. Діаграми спрямованості антен у вертикальній та горизонтальній площині (для панельної антени T0005L6R011)

Враховуючи режим, частоту і випромінювання розраховується електрична складова ЕМП, що виражаються середньоквадратичним значенням, і рівень густини потоку енергії (ГПЕ), виражається середнім значенням.

Густина потоку енергії, що створює антена, визначається за формулою:

$$\text{ГПЕ} = E^2/3,77.$$

За наявності кількох джерел випромінювання, які працюють у однакових радіочастотних діапазонах і мають різні ГДР, відносний рівень ЕМП, що створюється всіма джерелами на межі санітарно-захисної зони, повинен

відповідати такій вимозі: 
$$S_{\text{відн}} = \sum_{i=1}^n \left( \left( \frac{E_i}{E_{\text{доп}i}} \right)^2 + \frac{\text{ГПЕ}_i}{\text{ГПЕ}_{\text{ГДР}i}} \right) = 1,$$

де  $E_i$  - напруженість електричного поля, створюваного  $i$ -антеною;

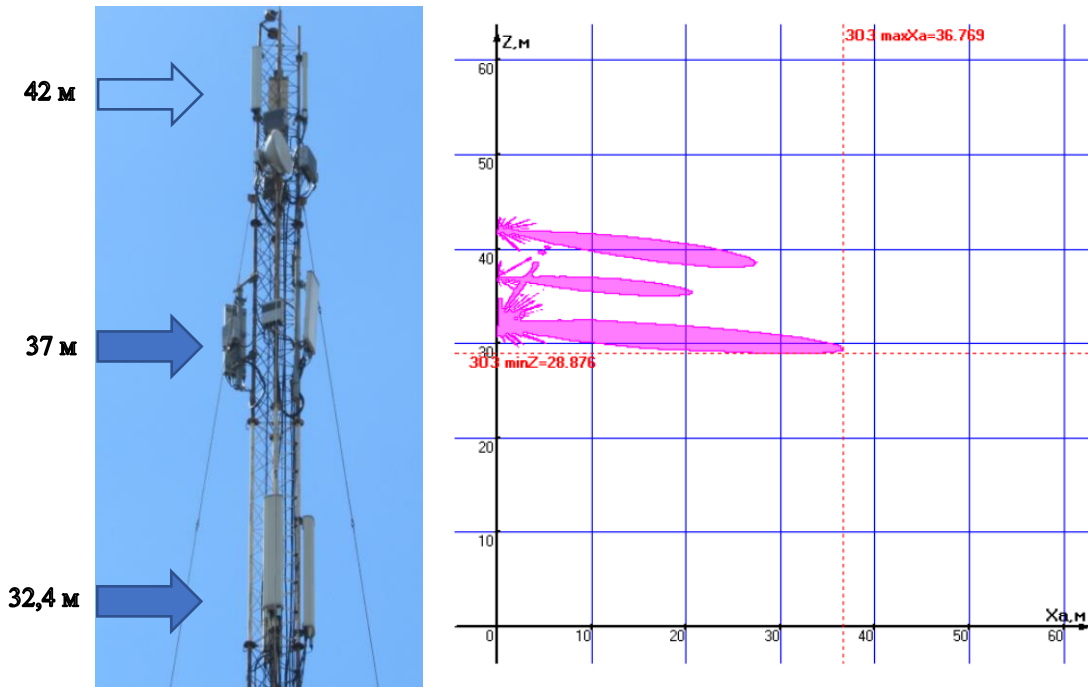


Рис. 2. Приклад перевищення ГДР у вертикальній площині на прикладі базової станції UR0885

### ЛІТЕРАТУРА:

1. Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань, затверджених наказом МОЗ України №239 [Чинне від 30.11.2020р.]

2. Методика розрахунку розподілу рівнів електромагнітного поля затверджених наказом МОЗ України №1040 [Чинне від 29.11.2013р.]

### DETERMINATION OF THE MAXIMUM PERMISSIBLE LEVEL OF THE ELECTROMAGNETIC FIELD NEAR THE ANTENNAS OF THE BASE STATION

*O. Shefer, Doctor of Science, Professor,*

*B. Bogatirov, Master*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

**УДК 681.518**

*М.А. Штомпель, к.т.н., професор,*

*С.Ю. Кальченко, магістрант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ WEB-ТЕХНОЛОГІЙ**

Розробка інформаційної системи підприємства на основі web-технологій - це процес створення програмного забезпечення, яке дозволяє підприємству ефективно управляти своєю діяльністю за допомогою інтернет-технологій. Така система може включати в себе різноманітні функції, такі як управління обліком, замовленнями, складом, фінансами, комунікацією з клієнтами і співробітниками, аналітику та звітність.

Основні кроки, які слід виконати для розробки інформаційної системи підприємства на основі web-технологій:

– Визначення вимог: Першим етапом є збір і аналіз вимог до системи. Важливо з'ясувати, які функції повинна виконувати система, які процеси повинна оптимізувати, і які потреби мають клієнти і співробітники підприємства.

– Проектування: На цьому етапі розробляється архітектура системи, визначаються технології, які будуть використовуватися, та структура бази даних.

– Розробка: Розробка включає в себе створення програмного коду, інтерфейсу користувача, бази даних та інших компонентів системи. Для web-технологій, таких як HTML, CSS, JavaScript, можуть використовуватися різні фреймворки і бібліотеки.

– Тестування: Після розробки систему слід протестувати на відповідність вимогам, а також на виявлення помилок і уразливостей.

– Розгортання: Після успішного тестування систему можна розгорнути на сервері, щоб користувачі могли отримувати доступ до неї через веб-браузери.

– Підтримка і поновлення: Після впровадження системи в експлуатацію важливо забезпечити її підтримку і регулярно вносити оновлення для покращення функціональності та безпеки.

Web-технології дозволяють забезпечити доступ до інформаційної системи з будь-якого пристрою, підключеного до Інтернету, що робить їх дуже зручними для підприємств з розподіленою структурою або багатьма філіями. Також вони спрощують можливість інтеграції з іншими системами та забезпечують можливість забезпечити безпеку даних та контроль доступу.

Розробка інформаційної системи підприємства на основі web-технологій - це складний і багатоступінний процес, і для його успішної реалізації зазвичай залучають професійних розробників, проектних менеджерів і тестувальників.

Загальна успішність розробки інформаційної системи на основі web-технологій залежить від того, наскільки добре вона відповідає потребам підприємства і користувачів. Добре спланований та реалізований проект може



значно полегшити роботу підприємства і покращити його конкурентоспроможність

## ЛІТЕРАТУРА:

1. *MDN Web Docs: Документація та приклади з HTML, CSS та JavaScript.* [Електронний ресурс]- Режим доступу:<https://developer.mozilla.org/ru/>
2. *Stack Overflow: Форум для розробників з відповідями на технічні питання.* [Електронний ресурс] - Режим доступу:<https://stackoverflow.com/>
3. *GitHub: Платформа для спільної розробки програмного забезпечення* [Електронний ресурс]- Режим доступу: <https://github.com/>

## DEVELOPMENT OF AN ENTERPRISE INFORMATION SYSTEM BASED ON WEB TECHNOLOGIES

*M. Shtompel, Doctor of Science, Professor,*

*S. Kalchenko, master's student*

*Yuriy Kondratyuk Poltava Polytechnic National University*

### УДК 004.8

*О.І. Безверхий, д.ф.-м.н., професор*

*Національний транспортний університет,*

*В.Є. Луц, аспірант*

*Національний транспортний університет*

## ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ДОПОМОГИ ЛЮДЯМ З ОБМЕЖЕНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ

У сучасну цифрову епоху технології мають силу змінювати життя, і ніде це не так очевидно, як у сфері штучного інтелекту (ШІ). Одне з найбільш новаторських застосувань штучного інтелекту – це нейронні мережі, які можуть кардинально змінити правила життя людей з обмеженими можливостями. Ці потужні обчислювальні моделі імітують роботу людського мозку та пропонують широкий спектр можливостей для покращення доступності, незалежності та загальної якості життя для людей, які стикаються з фізичними чи когнітивними проблемами. Штучний інтелект має потенціал для покращення кількох почуттів і аспектів життя людей з обмеженими можливостями. Ось деякі з ключових органів чуття та сфер, на які штучний інтелект може справити значний вплив: зір (розпізнавання об'єктів), слух(розпізнавання мовлення), дотик(тактильний зворотній зв'язок), мобільність(навігація, екзоскелети), мовлення(синтез мовлення), емоції(розпізнавання емоцій), персоналізована медична допомога(рання діагностика).

Розширений зв'язок. Один із найбільш значних внесків нейронних мереж для людей з обмеженими можливостями – це сфера спілкування. Для тих, хто

має такі захворювання, як церебральний параліч або серйозні розлади мови, вербальне спілкування може бути серйозною проблемою.

Нейронні мережі в поєднанні з технологією розпізнавання мовлення дозволяють людям передавати свої думки та емоції за допомогою синтезу мовлення. Це означає, що ті, хто раніше покладався на опікунів або допоміжні пристрої, можуть відновити свою незалежність і ефективніше виражати себе.

Крім того, нейронні мережі можна навчити інтерпретувати жести та міміку, забезпечуючи можливості невербальної комунікації для людей, які обмежено або зовсім не контролюють свої голосові зв'язки. Цей прорив не тільки покращує якість життя, але й підвищує здатність брати участь в освіті, працевлаштуванні та соціальних взаємодіях.

Персоналізована охорона здоров'я. Для людей із захворюваннями чи обмеженими можливостями персоналізована медична допомога має першочергове значення. Нейронні мережі можуть відігравати ключову роль у цій сфері, аналізуючи великі масиви даних і розпізнаючи закономірності, які можуть привести до більш точних діагнозів і рекомендацій щодо лікування. Це особливо важливо для таких захворювань, як аутизм, коли раннє втручання має вирішальне значення. Системи ШІ можуть допомогти медичним працівникам визначити симптоми та надати своєчасну підтримку. Також, нейронні мережі покращують якість життя людей з обмеженими руховими можливостями, вдосконалюючи протези. Використовуючи нейронні інтерфейси, люди з ампутованими кінцівками можуть контролювати свої протези кінцівок із точністю та природністю, які колись вважалися науковою фантастикою.

Допоміжні пристрої та доступність. Нейронні мережі започаткували нову еру доступності для людей з обмеженими можливостями. Пристрої, оснащені системами, керованими нейронними мережами, можуть допомогти людям контролювати своє середовище. Для тих, хто має обмежені рухові можливості, розумні будинки можна адаптувати відповідно до їхніх унікальних потреб, дозволяючи їм керувати світлом, приладами та системами безпеки за допомогою голосових команд або простих жестів. Крім того, нейронні мережі також розширюють можливості людей з вадами зору. Вони можуть полегшити розпізнавання об'єктів, перетворення тексту на мовлення та навігацію. Смартфони, оснащені цими функціями, дозволяють користувачам ідентифікувати об'єкти, читати письмовий вміст і навіть досліджувати незнайомі місця з більшою незалежністю.

Освіта та можливості працевлаштування. Нейронні мережі відкривають двері до освіти та працевлаштування для людей з обмеженими можливостями. Надаючи інструменти для адаптивного навчання, ці системи штучного інтелекту допомагають людям отримати доступ до освітнього контенту, адаптованого до їхніх унікальних потреб. Це не тільки покращує їхній освітній досвід, але й підвищує їхні шанси отримати роботу на конкурентному ринку праці. Завдяки правильній технології люди з обмеженими можливостями можуть ефективніше спілкуватися, орієнтуватися в цифровому середовищі та отримувати доступ до навчальних матеріалів, які необхідні для досягнення кар'єрних цілей.

Виклики та етичні міркування. Хоча потенціал нейронних мереж для людей з обмеженими можливостями величезний, існують також проблеми та етичні міркування. Необхідно ретельно керувати конфіденційністю даних, безпекою та упередженням у системах штучного інтелекту, щоб переконатися, що ці технології використовуються відповідально та не призводять до випадкової дискримінації людей з обмеженими можливостями.

Підсумовуючи, нейронні мережі здатні змінити життя людей з обмеженими можливостями, покращуючи комунікацію, покращуючи доступність та збільшуючи можливості для отримання освіти та працевлаштування. Використовуючи можливості штучного інтелекту, ми можемо створити більш інклюзивне та справедливе суспільство, де кожен має можливість повністю розкрити свій потенціал. Оскільки ми продовжуємо розвивати та інтегрувати нейронні мережі в наше повсякденне життя, надзвичайно важливо, щоб ми робили це з глибокою відданістю доступності, інклюзивності та етичним міркуванням.

## **USING NEURAL NETWORKS TO ASSIST PEOPLE WITH DISABILITIES**

*O.I. Bezverkhyi, Doctor of Sciences in Physics and Mathematics, Professor*

*National Transport University, Kiev*

*V.E. Luts, graduate student*

*National Transport University, Kiev*

**УДК 004.9**

*В.В. Гавриленко, д.ф.-м.н., професор,*

*І.І. Пекневич, асистент*

*Національний транспортний університет, Київ*

## **ХМАРНА ІНФРАСТРУКТУРА ЯК БАЗА ДЛЯ ПІДХОДІВ РІШЕНЬ СУЧАСНИХ ВИКЛИКІВ**

Хмарні обчислення радикально змінили підхід організацій до керування даними та цифровими послугами. Глобальна парадигма відходить від традиційних локальних інфраструктур і переходить до концепції, де послуги надаються безпосередньо через Інтернет. Цей прогрес забезпечує масштабованість ресурсів і підвищену гнучкість. Однак поряд із цими перевагами існують і значні виклики, зокрема конфіденційність даних, безпека і доступність систем, що постачаються.

Однією з головних переваг хмарних обчислень є їх вартісна ефективність. Компаніям більше не потрібно вкладати значні кошти в придбання та обслуговування обладнання. Скорочення капітальних витрат доповнюється масштабованістю, яку пропонують хмарні сервіси. Підприємства можуть регулювати використання послуг відповідно до поточних потреб, забезпечуючи ефективне управління ресурсами. Крім того, хмара забезпечує доступ незалежно від місця розташування. Маючи підключення до Інтернету, співробітники

можуть отримати доступ до робочих матеріалів з будь-якого місця, що підвищує продуктивність та сприяє сценаріям віддаленої роботи.

Незважаючи на ці переваги, безпека залишається серйозною проблемою. «Спільний» характер хмарних служб означає, що дані кількох клієнтів можуть зберігатися на одному фізичному обладнанні. Ця структура створює ризики втрати або витоку даних. Для зменшення цих ризиків компанії повинні якісно розуміти інструменти безпеки, які надають постачальники хмарних послуг. Надзвичайно важливим є впровадження надійних протоколів безпеки, включаючи шифрування даних, автентифікацію користувачів і регулярні аудити безпеки [1].

Інша проблема – конфіденційність даних. Оскільки дані зберігаються віддалено, часто в різних юрисдикціях, компаніям доводиться орієнтуватися в складному нормативному середовищі. У різних країнах діють різні правила щодо захисту даних, дотримання яких може бути непростою задачею для організацій. Ця складність посилюється у випадках міжнародної передачі даних, яка підлягає розширеним правовим обмеженням [2].

Додатковими викликами є надійність системи та простої. Хоча постачальники хмарних послуг часто пропонують угоди про рівень обслуговування та доступності, які гарантують певний час безперебійної роботи у відсотковому співвідношенні, природа хмари означає, що служби не захищені від збоїв. Ці збої можуть дорого коштувати підприємствам як у фінансовому плані, так і з точки зору втрати продуктивності або клієнтів [3].

Існує ряд стратегічних моделей і підходів, що є особливо ефективними у вирішенні зазначених викликів. По-перше, застосування багатохмарної стратегії може запобігти збоям у роботі служби та втраті даних. Розподіляючи ресурси між кількома хмарними провайдерами, організації можуть підвищити стійкість своїх систем і зробити їх менш сприйнятливими до збоїв. По-друге, інвестиції в сучасні інструменти та методи безпеки, такі як наскрізне шифрування, системи виявлення вторгнень і регулярні аудити безпеки, можуть значно зменшити ризики, пов'язані з порушенням конфіденційності даних та іншими безпековими компонентами.

Крім того, прийняття культури DevSecOps гарантує, що заходи безпеки інтегруються в життєвий цикл розробки програмного забезпечення, а не лише додаються на останньому етапі. Такий підхід пропагує концепцію «безпека як код», заохочуючи розробників і операційні команди до співпраці у питаннях безпеки. Крім того, щоб орієнтуватися в нормативному ландшафті, компанії все частіше звертаються до експертів з юридичної відповідності, які розуміються на тонкощах регіонального законодавства про захист даних. Вони гарантують, що використання хмари відповідає міжнародним стандартам і місцевим нормам.

Висновки. Хмарні обчислення пропонують численні переваги, які можуть значно покращити бізнес-операції. Однак ці переваги супроводжуються рядом унікальних викликів. Організації повинні цілісно підходити до впровадження хмари, розуміючи свої вимоги, можливості обраних ними постачальників і нормативне середовище, в якому вони працюють. Завдяки ретельному

плануванню та використанню спеціалізованих інструментів та підходів компанії можуть ефективно орієнтуватися в складностях хмарних рішень.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Ali M., Khan S. U., Vasilakos A. V. (2015). "Security in Cloud Computing: Opportunities and Challenges". *Information Sciences* 305, pp.357-383.
2. Pearson S., Charlesworth A. (2009). "Accountability as a Way Forward for Privacy Protection in the Cloud", *CloudCom, LNCS 5931*, pp.131-144. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
3. Armbrust M., Fox A., Griffith R., Joseph D. A., Katz R., Konwinski A., Lee G., Patterson D., Rabkin A., Stoica I., Zaharia M. (2010). "Above the Clouds: A View of Cloud Computing", *Communications of the ACM, Volume 53, Number 4*.

## CLOUD INFRASTRUCTURE AS A BASE FOR APPROACHES THE SOLUTION OF MODERN CHALLENGES

*V. Gavrilenko, Doctor of physical and mathematical sciences, Professor,  
I. Peknevych, Assistant Lecturer  
National Transport University, Kyiv*

**УДК 621.34**

*О. Шефер, д.т.н., професор,*

*А. Попенко, магістрант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОЦЕСУ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ РОЛИКОВИМ ЗВАРЮВАЛЬНИМ СТЕНДОМ

Комплекс вимог, що визначає поведінку системи автоматичного керування роликовим зварювальним стендом в усталеному і перехідному процесах, відпрацювання заданого впливу, об'єднується поняттям якості процесу керування [1, 2].

Стійка система при відпрацюванні різних впливів може бути недостатньо точною, перехідні процеси керування в ній можуть затухати занадто повільно, не буде забезпечена потрібна плавність вихідних сигналів, тобто система не зможе достатньо добре виконувати автоматичне керування.

Показниками, що відображають якість системи є: час регулювання, характер затухання перехідного процесу; пере регулювання, число коливань протягом всього часу перехідного процесу і ступінь затухання перехідного процесу.

Система автоматичного керування вважається стійкою, якщо вона повертається до усталеного стану після припинення дії збурення, що вивело її з цього стану.

За критерієм Михайлова для стійкості САК n-го порядку необхідно і достатньо, щоб характеристична крива Михайлова при зміні  $\omega$  від 0 до  $\infty$  починаючи з додатної дійсної осі обійшла послідовно в додатному напрямі (тобто проти руху годинника) n квадрантів, не попадаючи в початок координат, де n – максимальна ступінь характеристичного рівняння:

$$\bar{M}(j\omega) = a_0(j\omega)^n + a_1(j\omega)^{n-1} + \dots + a_n;$$

$$\bar{M}(j\omega) = U(\omega) + jV(\omega)$$

Криву, що описує кінець вектора Михайлова на комплексній площині при зміні  $\omega$  від 0 до  $\infty$  називають годографом Михайлова. Криву будуюмо на площині (U;jV).

Вирази мають вигляд:

$$U(\omega) = 4,46 - 2,91 \cdot 10^{-3} \omega^2;$$

$$jV(\omega) = j0,086\omega - j1,36 \cdot 10^{-5} \omega^3.$$

Крива Михайлова побудована у програмі Mathcad.

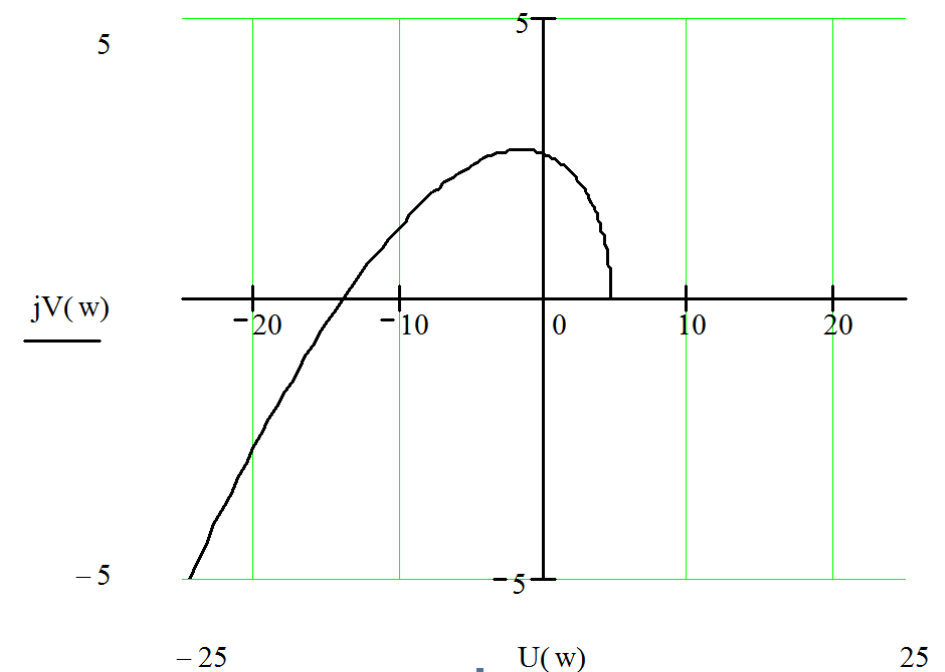


Рис. 1. Годограф Михайлова

Висновок: за критерієм Михайлова система стійка, так як починається на додатній півосі дійсних чисел і послідовно проходить три квадранти.

### ЛІТЕРАТУРА:

1. Сільвестров А.М. Сучасні системи автоматичного керування технологічними комплексами: навчальний посібник / А.М. Сільвестров, М.Я. Островерхов, О.В. Шефер, Н.А. Ладік, Д.К. Зіменков // – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2023. – 386 с.

2. Blodgett, O.W. Design of Welded Structures [Текст] / Omer W. Blodgett,

*Sc.D., P.E. - Cleveland, Ohio : The James f. Lincoln Arc Welding Foundation, 1996. – P: 832.*

## **DETERMINATION OF THE QUALITY OF THE AUTOMATIC CONTROL OF THE ROLLER WELDING STAND**

*O. Shefer, Doctor of Science, Professor,*

*A. Popenko, Master*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

**УДК 621.311**

*М.О. Педан, студент,*

*А.В. Трет'як, к.т.н.*

*Національний університет «Полтавська політехніка Імені Юрія Кондратюка»*

## **РОЗРОБЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СПОЖИВАЧІВ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

На сьогоднішній день одним з основних технічних рішень щодо питання підвищення надійності електропостачання, швидкості та безпомилковості дій персоналу, покращення контролю над технологічним процесом є впровадження автоматизованої системи управління технологічним процесом (АСУ ТП).

АСУ підстанції створюється з метою забезпечити комплексну автоматизацію технологічних процесів, що призводить до підвищення ефективності та надійності роботи обладнання.

Основним елементом впровадження під час реалізації АСУ ТП є автоматизована система комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ).

«Система АСКОЕ ПС призначається для здійснення автоматизації процесу комерційного обліку електроенергії та потужності, а також для контролю розподілу та споживання електроенергії та потужності, проходить через усі приєднання підстанції з метою отримання на всіх рівнях управління точної, достовірної та легітимної інформації».

Впровадження АСУ на підстанції дозволить модернізувати підстанцію та оснастити об'єкт управління мікропроцесорними пристроями захисту та автоматики, об'єднання різних засобів автоматизації в єдину інформаційну та керуючу систему.

Електрична підстанція є важливою частиною електричної системи. З появою регулювання в електроенергетиці важливість автоматизації підстанцій ще більше зросла і стала необхідністю сучасної електромережі наступного покоління. Автоматизація підстанції також представляє великий інтерес як нова проблема для дослідників та науковців у всьому світі через правильну експлуатацію, технічне обслуговування та аналіз потоку навантаження в сучасній енергетичній промисловості.

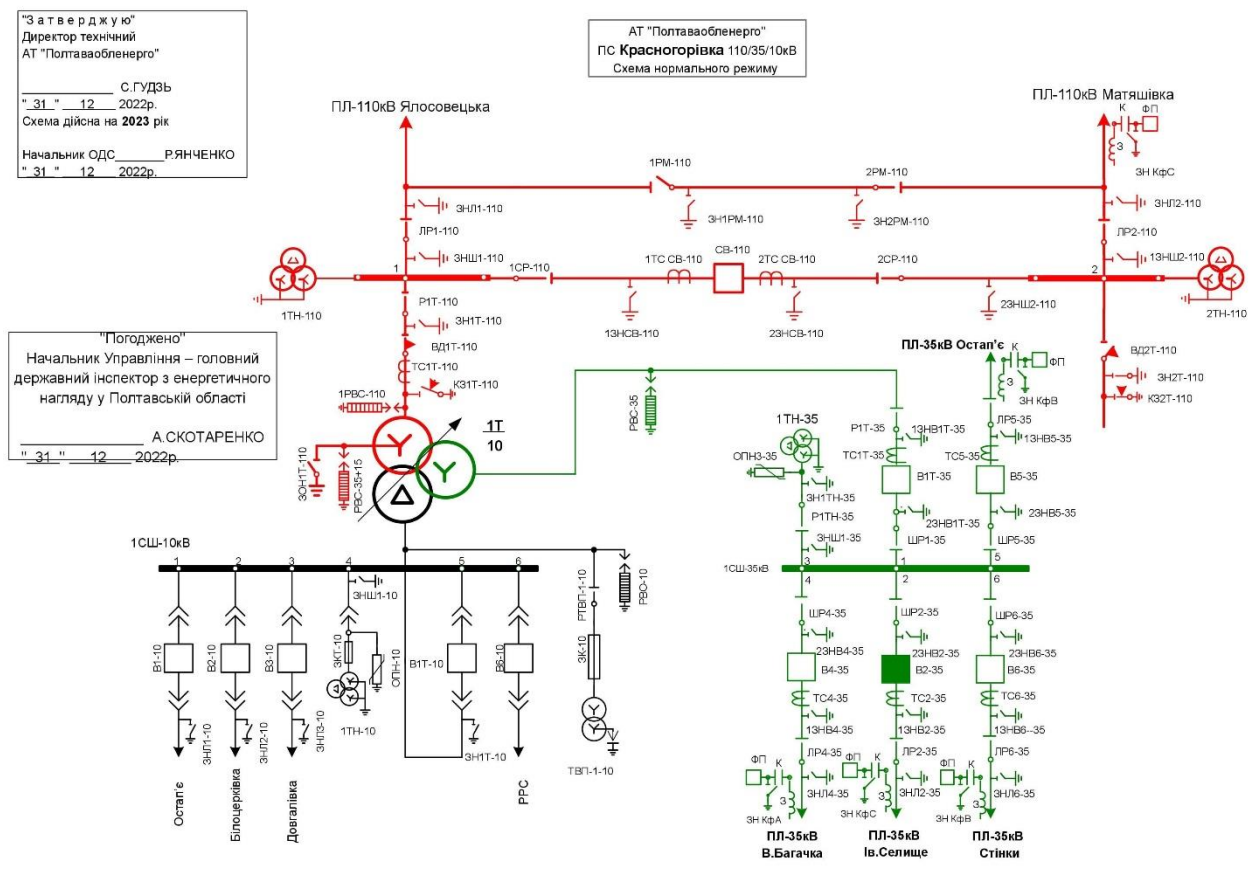


Рис. 1. схема нормального режиму ПС Красногорівка 110/35/10

**ЛІТЕРАТУРА:**

1. *Електропостачання - Університетська книга* – 2023. – 416 с. – Васи́лга П.О.
2. *Правила улаштування електроустановок – Офіц. вид. – М-во палива та енергетики України, 2007. – 617 с. - (Нормативний документ Мінпаливенерго України. Інструкція).*
3. *Автоматизація виробничих процесів – Ліра-К* – 2021. – 378 с. – Ельперін І.В.

**DEVELOPMENT OF THE AUTOMATED SYSTEM OF ELECTRICITY SUPPLY TO CONSUMERS OF THE POLTAVO REGION**

*M. Pedan, student,  
 A. Tretiak, Ph.D., Associate Professor  
 National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*



**УДК 004.9**

*В.В. Гавриленко, д.ф.-м.н., професор*

*Національний транспортний університет, Київ,*

*А.О. Блиндарук, аспірант*

*ХНЕУ ім. Семе́на Кузне́ця, м. Харків, Україна*

## **РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ІНТЕРАКТИВНОГО ВРАХУВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК NURBS КРИВИХ**

Проектування складних геометричних об'єктів вийшло на новий рівень математичної елегантності з використанням технологій NURBS (Non-uniform rational B-spline) кривих. У поєднанні з комп'ютерними реалізаціями, що мають графічну візуалізацію процесу розробки та апроксимації об'єктів, ця технологія дає потужний інструмент сучасним інженерам-розробникам.

Моделювання з використанням NURBS кривих дає суттєві переваги в точності перед полігональними методами. Ця технологія реалізована в таких потужних комп'ютерних програмах як 3DS Max, Maya, Rinoseros 3D та інших.

NURBS криві описуються математичними формулами, що дають змогу визначити будь-яку точку кривої, керувати її формою за допомогою вагових коефіцієнтів, виконувати локальні модифікації форми. За наявності визначеного числа керуючих вершин технологія NURBS дозволяє створювати складні криволінійні поверхні різних порядків гладкості [1]. Зміна кількості керуючих вершин надає можливість локальної модифікації області [2].

Здебільшого, під час проектування кривими NURBS, основна увага приділяється саме базисним точкам та ваговим коефіцієнтам, що використовуються у математичному апараті для досягнення бажаного рівня керованості кривими лініями об'єкта [3]. Проте, слід зазначити, що є й інші, не менш суттєві характеристики та складові, врахування яких може покращити керованість апроксимуючими кривими при практичному використанні NURBS технології.

Під час модифікацій кривих поверхонь та їх змінах поряд з NURBS завжди є її супутня складова характеристика, а саме кривина. Кривина NURBS є тією характеристикою, що собою відображає зміни при модифікаціях форми кривої, що належить поверхні [4]. Якщо графік кривини NURBS відображати графічно та відстежувати при модифікаціях кривої за допомогою інтерактивного корегування характеристик, то це надасть візуальний додатковий інструмент для контролю гладкості кривої [5].

Така інтерактивна модифікація характеристик та графічна інтерпретація кожного кроку розробки стане можливим за допомогою створення інформаційної системи для впливу на форму кривої NURBS через інтерфейс користувача для зміни кожної з наявних характеристик кривої у реальному часі під час модифікації.

В сучасному проектуванні здебільшого використовуються окремо певні порядки NURBS кривої до п'ятого включно. Хоча NURBS криві можуть

застосовуватись до шістнадцятого порядку. Перспективним виглядає моделювання кривих та поверхонь з використання поєднання NURBS кривих різних порядків, в залежності від локальної потреби та складності геометричного об'єкта. При цьому особливу увагу слід приділити області з'єднання кривих NURBS різних порядків з огляду на неперервність та гладкість графіка кривини.

Реалізація такого підходу та наглядна інтерпретація його результатів при моделюванні потребує створення нової сучасної інформаційної системи.

Висновки. Моделювання складних об'єктів NURBS кривими дає більш точні результати. Подальший розвиток та вдосконалення цієї технології може бути за рахунок нової інформаційної системи з інтерактивним інтерфейсом користувача для можливості використання в процесі розробки всіх характеристик NURBS у поєднанні з контролем графіка кривини. Подальші дослідження і використання NURBS кривих виглядають також перспективними за умови поєднання різних порядків NURBS кривих для моделювання складного об'єкта.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ю.І. Бадаєв, А.О. Блиндарук. *Можливості локальної модифікації гладкої NURBS кривої. Сучасні інформаційні та електронні технології, Труды XV міжнародної науково-практичної конференції, Одесса, 2014 р.*

2. Бадаєв Ю.І., Блиндарук А.О., Крайник С.А., «Проектування обводів машин, які працюють у рухомому середовищі, методом NURBS-кривих 5-го степеня», XV міжнародна науково-практична конференція "Сучасні проблеми геометричного моделювання", Мелітополь, 2013 р.

3. Ю.І. Бадаєв, А.О. Блиндарук. *Комп'ютерна реалізація проектування криволінійних обводів методом NURBS-технологій вищих порядків: зб. наук. праць. Сучасні проблеми моделювання. Мелітополь: МДПУ, 2014. – С.3-6*

4. Ю.І. Бадаєв, А.О. Блиндарук. *Керування кривою NURBS кривої 3-го порядку за допомогою ваги контрольних вектор-точок. Водний транспорт. 2014. Вип. 3. – С. 103-105.*

5. Ю. І. Бадаєв, А. О. Блиндарук. *Дослідження властивостей NURBS-технологій 3-го, 4-го і 5-го степенів, управління параметрами NURBS-кривих і поверхонь. Економіко-екологічні проблеми розвитку транспортної галузі в сучасних умовах. Міжнародна науково-практична конференція. КДАВТ, Київ, 2014 р.*

## USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES FOR INTERACTIVE CONSIDERATION OF NURBS CURVES CHARACTERISTICS

*V. Gavrilenko, Doctor of physical and mathematical sciences, Professor National Transport University, Kyiv,*

*A. Blindaruk, PhD student*

*Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Kharkiv*

UDC 621.34

*O. Shefer, Doctor of Science, Professor,*

*Ya. Mykhailenko, postgraduate,*

*E. Sidan, postgraduate*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

## METHOD FOR RADIO SIGNAL INTERFERENCE COMPENSATION BASED ON A RECURSIVE ALGORITHM WITH CORRELATION FEEDBACK

One of the representatives of recursive algorithms is an algorithm with correlation feedback, which uses the gradient method to solve the problem of adaptive adjustment of the weight coefficient vector [1, 2].

Let's consider the operation of a single-channel auto noise canceller with the formation of weighting coefficients using the gradient method for the case of exposure to stationary narrowband interference (Figure 1).

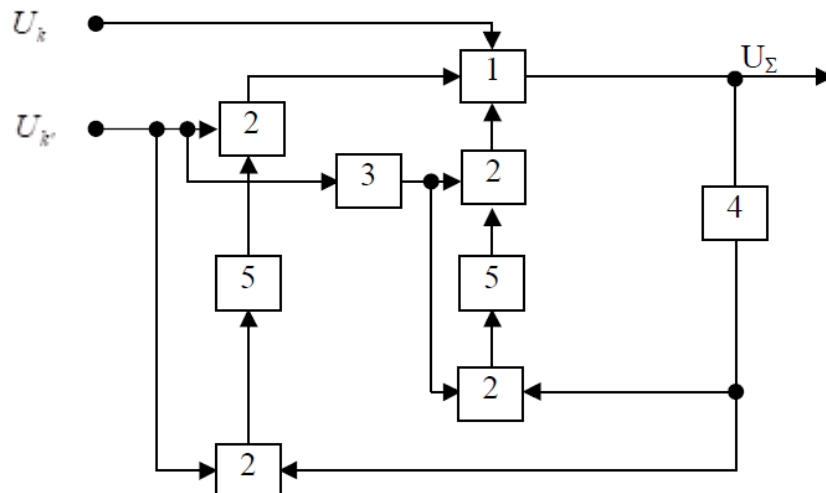


Fig. 1. One-channel interference compensation system

The system includes: 1 – adder; 2 – multipliers; 3 – phase shifter on  $\pi/2$ ; 4 – feedback amplifiers with coefficients  $\gamma_{c,s}$ ; 5 – low pass filters with time constants  $T_{c,s}$ .

The interference voltage at the output of the autocompensator is determined by the expression:

$$U_{\Sigma exit} = U_z - [w_c U_k + w_s U_{k'}], \quad (1)$$

where  $U_z$  - voltage of the main channel interference signal;

$U_k$  and  $U_{k'}$  - voltage of the interference signal in the main and additional channels.

The transmission coefficients of controlled amplifiers (weighting coefficients) are proportional to the voltages generated at the outputs of the correlators

$$w_s = \gamma_s (U_{nk} \cdot U_{\Sigma}), \quad (2)$$

$$w_c = \gamma_c (U_{nk'} \cdot U_{\Sigma}), \quad (3)$$

where  $\gamma$  a value that influences the stability and performance of the autocompensator.

Substituted the value in (2).  $U_{\Sigma_{exit}}$  from (1), we get

$$w_s = \gamma_s (U_{nk} \cdot U_k) - \gamma_s w_c (U_{nk}^2) - \gamma_s w_s (U_{nk} \cdot U_{nk'}) \quad (4)$$

Because the  $U_{nk'}$  and  $U_{nk}$  are uncorrelated at coinciding times, the last term on the right side of (4) is equal to zero. Then, given that  $U_{nk} \cdot U_k = p_{n1} \sigma_0 \sigma_k$ , and also those that  $\sigma_k^2 = U_{nk}^2$ , we will get

$$w_s = \gamma_s p_{n1} \sigma_0 \sigma_k / 1 + \gamma_s \sigma_k^2 \quad (5)$$

At a high level of interference, the units in the denominator can be neglected, and expression (5) takes the form

$$w_s = p_{n1} (\sigma_0 / \sigma_k). \quad (6)$$

Solving expression (1) for  $U_{\Sigma_{exit}}$  and conducting similar reasoning for the second subchannel, we get

$$w_c = p_{n'} (\sigma_0 / \sigma_k), \quad (7)$$

where  $p_{n1}$  and  $p_{n'}$  correlation coefficients of voltage interference values in the main channel and in additional (quadrature) subchannels.

The obtained values of the weight coefficients of the compensation subchannels (6) and (7) provide optimal compensation for each of the component noises.

## LITERATURE:

1. Alamouti S M 1998 Space-time block coding: A simple transmitter diversity technique for wireless communications *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*.

2. Samoylov A G, Samoylov S A, Samoylov V S and Galkin A P 2018 Adaptive encoding in remote digital telemetry and command systems *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*.

## МЕТОД КОМПЕНСАЦІЇ ЗАВАД РАДІОСИГНАЛІВ НА ОСНОВІ РЕКУРСИВНОГО АЛГОРИТМУ З КОРЕЛЯЦІЙНИМ ЗВОРОТНИМ ЗВ'ЯЗКОМ

**О.В. Шефер**, д.т.н., професор,

**Я.О. Михайленко**, аспірантка,

**Е.К. Сідан**, аспірантка

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

УДК 622.7

*О.Г. Дрючко, к. х. н., доцент,*

*В.В. Соловйов, д. х. н., професор,*

*Н.В. Бунякіна, к. х. н., доцент,*

*Д.Ю. Гончар, студентка,*

*Я.С. Пащенко, студент*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

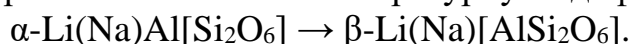
## **РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЙ ЗБАГАЧЕННЯ ЛІТІЄВОЇ РУДНОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА LI-ІОННИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАКОПИЧУВАЧІВ НА РОДОВИЩАХ УКРАЇНИ**

Запаси літію в Україні недостатньо вивчені і потребують дорозвідки. Для геологічного вивчення, видобутку сировини та подальшої переробки кінцевого матеріалу необхідні мільйони інвестиції та сучасні технології. Це обумовлено геологічною особливістю покладів. В Україні літій можна видобувати тільки шахтним способом. Для цього потрібно будувати шахти і збагачувати руду до товарної продукції (сподуменового або петалітового концентрату), враховуючи ще і її поліметалічний характер.

У зв'язку з низьким вмістом літію в мінералах сучасні методи переробки літїєвої сировини гідрометалургійні. У гідрометалургійній переробці існує два основні технологічні етапи:

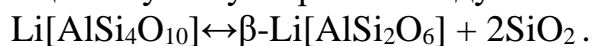
- 1) розкладання сировини, в результаті якого літій переводиться у водорозчинну або летючу форму;
- 2) концентрування літію хімічними методами та відокремлення від супутніх домішок.

Визначальною стадією технологічної схеми є розкладання концентрату. У кислотах природні мінерали не розчиняються. При нагріванні сподумен монотропно перетворюється на високотемпературну модифікацію:



Перехід супроводжується збільшенням питомого об'єму мінералу на 24% і зменшенням густини до 2,4 г/см<sup>3</sup>. Внаслідок виникнення термічних напружень мінерал розсипається в порошок. Залежно від складу перехід природного  $\alpha$ -сподумена у високотемпературну  $\beta$ -модифікацію відбувається при 950-1150 °С.

У високотемпературній модифікації – алюмосилікаті літію з тетрагональною кристалічною ґраткою в кожному третьому кремній-кисневому тетраедрі кремній заміщений атомами алюмінію. Виникають зв'язки Si - O - Al, які менш міцні, ніж зв'язки Si - O - Si та досить легко руйнується кислотами. Поліморфізм сподумена (так звана декрипітація) – одна з найважливіших властивостей мінералу, яка широко використовуються в практиці збагачення сподуменових руд. Процес розпаду петаліту на кварц і  $\beta$ -сподумен оборотній, при 600 – 700°С він зміщений у бік утворення сподумена:



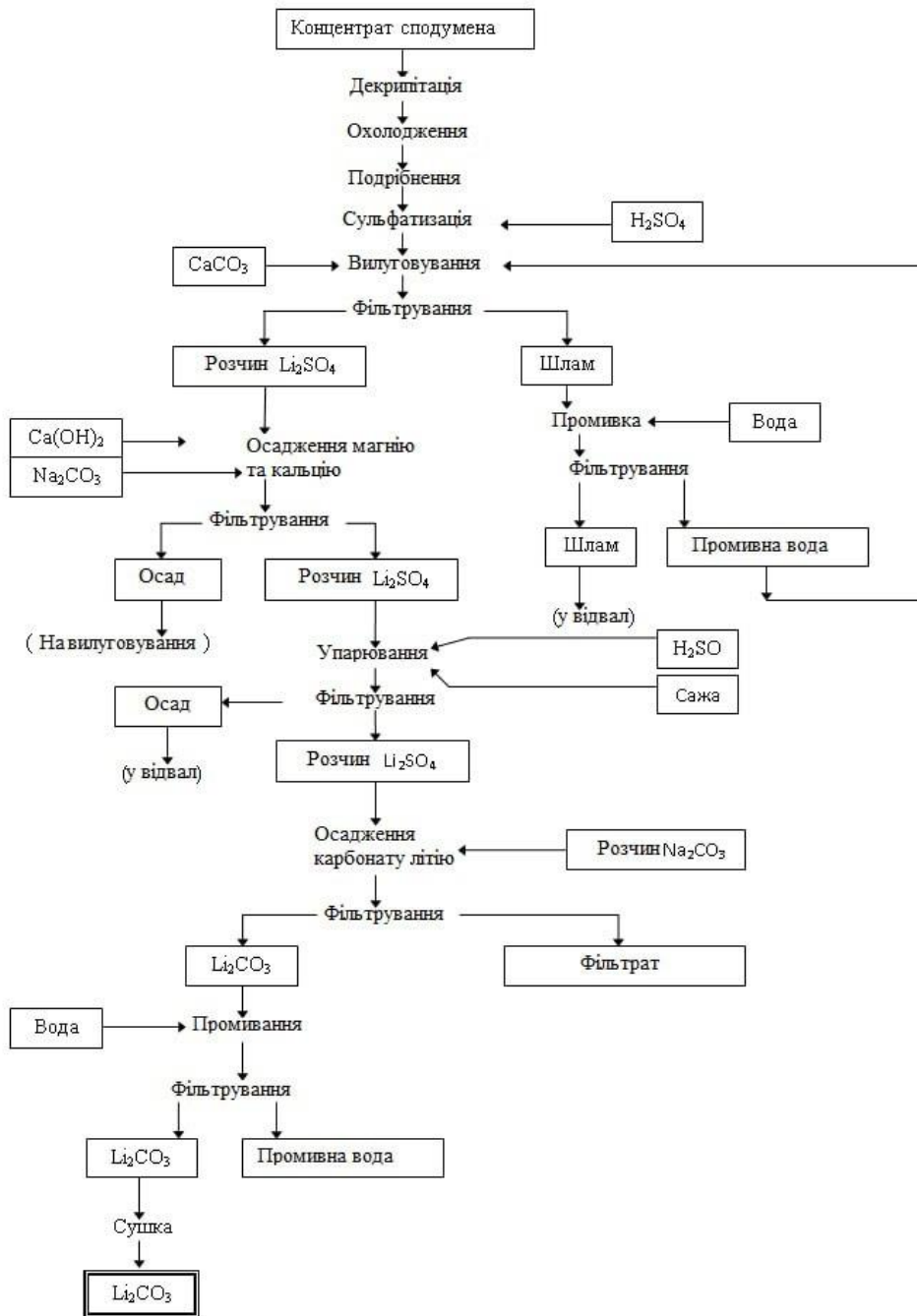


Рис. 1. Технологічна схема переробки сподумену сірчано-кислотним методом

Вихідною сировиною є концентрат сподумену, що містить 3-4 %  $\text{Li}_2\text{O}$ . Перед сульфатизацією концентрат випалюють у трубчастій печі. При  $1100\text{ }^\circ\text{C}$  за 10-20 хв. ступінь  $\alpha \rightarrow \beta$  переходу сподумену – 99-100 %. Після відпалу  $\beta$ -сподумен, що утворився, охолоджують до  $90\text{-}120\text{ }^\circ\text{C}$  і подрібнюють до  $0,074\text{ мм}$ . Подрібнений спек змішують з 93 % сірчаної кислотою, взятої з 35-40 % надлишком по відношенню до теоретичної кількості. Температура сульфатизації –  $250\text{ }^\circ\text{C}$ . Потім реакційну масу вилуговують водою в реакторі при безперервному перемішуванні, там же проводиться нейтралізація надлишку сірчаної кислоти карбонатом кальцію до рН 6-6,5. Нейтралізована маса

надходить на фільтр, на якому нерозчинний залишок промивають водою, а промивні води використовують для вилуговування нової порції спеку. Потім залишок виводять із процесу як відвальний продукт, втрати літію з ним не перевищують 1%.

Розчин після вилуговування містить близько 100 г/л сульфату літію та домішки Mg, Ca, Al, Fe, які до виділення літію мають бути видалені. Спочатку розчин очищають від магнію, який зазвичай супроводжує літію у руді. Для виділення магнію у вигляді гідроксиду розчин нейтралізують вапном до рН 12-14. Потім осаджують кальцій у вигляді  $\text{CaCO}_3$  при обробці розчину кальцинованою содою. Після видалення осадів  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  та  $\text{CaCO}_3$  фільтруванням розчин залишається забрудненим алюмінієм (із рудної сировини) та залізом (внаслідок корозії сталевих трубопроводів). У зв'язку з цим при подальшому випаровуванні у випарний апарат подається сірчана кислота до рН, необхідного для осадження гідроксидів заліза та алюмінію. Упарювання розчину проводять до вмісту сульфату літію 200 г/л.

Після упарювання у розчин додають газову сажу для знебарвлення розчину, яка видаляється разом з осадом гідроксидів. Розчин перекачують в реактор, в якому осаджується карбонат літію насиченим розчином кальцинованої соди при 90 °С.  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  осаджується у вигляді дрібних білих кристалів, що добре фільтруються. Після відділення маткового розчину кристали  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  промивають деіонізованою водою; два промивання дозволяють отримувати 96-97% карбонат літію. Для отримання сухого технічного продукту вологий карбонат піддається вакуумному сушінню (70 – 85 кПа).

#### ВИСНОВКИ

• Масове використання літію у виробництві літій-іонних акумуляторів [1], випуску сплавів, кольоровій та чорній металургії, ядерній промисловості зробило його стратегічним матеріалом у сучасному індустріальному суспільстві. Його споживання набуває вибухове зростання. Наявність власних родовищ літію та вітчизняних технологій його вилучення з руди та рідких середовищ є життєво необхідним для України та першочерговим завданням у процесі імпортозаміщення критично важливих матеріалів та технологій.

• Запропонована сірчаноокислотна схема переробки  $\beta$ -сподумену, має ряд переваг:

- скорочення енергоємних операцій (стадії декрипітації та сульфатизації завершуються за 10 – 20 хв.);
- використання у процесі нелетючої сірчаної кислоти;
- при переробці 3-4 %-них по  $\text{Li}_2\text{O}$  концентратів вилучення літію - 85-90 %;
- вихід літію в карбонат із руди – 50-55 %.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. *High-Energy Lithium-Ion Batteries: Recent Progress and a Promising Future in Applications / Jingjing Xu, Xingyun Cai, Songming Cai, Yaxin Shao, Chao Hu,*

## **DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES FOR THE ENRICHMENT OF LITHIUM ORE RAW MATERIALS FOR THE PRODUCTION OF LI-ION ELECTRIC ACCUMULATORS AT THE DEPOSITS OF UKRAINE**

*O. Dryuchko, Ph.D., Associate Professor,*

*V. Soloviev, Doctor of Chemical Sciences, Professor,*

*N. Bunyakina, Ph.D., Associate Professor,*

*D. Honchar, student,*

*Ya. Pashchenko, student*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

### **UDC 621.34**

*O. Shefer, Doctor of Science, professor,*

*O. Kushch, postgraduate,*

*Ya. Sheptun, postgraduate*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

## **ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF NONLINEARITIES ON THE DISTORTION OF THE USEFUL SIGNAL**

Distortions of a weak useful signal in its frequency band at the output of the amplifier under the action of a powerful interference at the input, which turns the amplifier into a non-linear mode, are due to the following non-linear effects [1]:

– amplitude-amplitude cross modulation (by transferring the amplitude modulation of interference to the signal envelope);

– amplitude-phase cross-modulation (by transferring the amplitude modulation of interference to the signal phase);

– by mutual modulation (falling of intermodulation components of the signal and interference, interference and noise, several interferences, etc. in the band of the field signal);

– inertia in relation to the envelope (changes in the envelope of a weak useful signal at the output of the amplifier will not be synchronous with rapid changes in the envelope of powerful interference at the input).

In addition, in a particular case, the useful signal can be strongly distorted or even practically suppressed by one of the interference harmonics when it enters the useful signal band. This will happen if the interference frequency is less than the frequency of the useful signal by an integer number of times [2].

If the useful signal is not suppressed by the interference harmonics, then the interference itself and its harmonics, as well as the harmonics of the useful signal and intermodulation components can be suppressed in the following high-frequency and low-frequency cascades of the receiver containing bandpass filters and low-pass filters following the low-noise amplifier (LSA).



At the same time, the LNA itself in a substantially non-linear mode is simultaneously a limiter of the interference power.

In order to estimate the degree of distortion of the useful signal caused by the nonlinear effects listed above, theoretical and experimental studies were conducted that allowed to determine the degree of manifestation of these nonlinear effects.

We consider the intermodulation components formed by a weak harmonic useful signal and a single powerful harmonic interference.

The order and amount of intermodulation components falling into the band of the useful signal will depend on the ratio of signal and interference frequencies.

As is known, the power of intermodulation components, as a rule, decreases with the growth of their order, therefore, the 3rd and 5th orders represent the greatest danger from the point of view of deterioration of the signal/interference ratio in the signal band.

To theoretically estimate the power of intermodulation components and the useful signal at the output of the amplifier, we use the inertialess model of the amplifier, the transient characteristic of which is given in the form of an error function/

In this expression,  $c = 0.5$  sets the symmetrical levels of the output voltage limitation  $u_{out} G = 10$  (20 dB) is the gain of the amplifier in the linear section of the pass characteristic.

The choice of the error function as the pass characteristic of the amplifier is due to its great similarity with the pass characteristics of real amplifiers, and it is often used for similar purposes.

The values of the parameters  $c$  and  $G$  are chosen based on the similarity with similar parameters of the passing characteristics of modern integrated low-noise amplifiers, which have approximately the same levels of voltage limitation on the load of 50 Ohms and a gain factor in the linear mode of 10-25 dB.

## LITERATURE:

1. Alamouti S M 1998 *Space-time block coding: A simple transmitter diversity technique for wireless communications IEEE Journal on Selected Areas in Communications*.

2. B. Widrow, M. Lehr, F. Beaufays, E. Wan, M. Bilello. *Adaptive signal processing. Standfor University Department of Electrical Engeneering, Standfor, CA 94305-4055. – 1989. P. 440.*

## ОЦІНКА ВПЛИВУ НЕЛІНІЙНОСТЕЙ НА СПОТВОРЕННЯ КОРИСНОГО СИГНАЛУ

*О.В. Шефер, д.т.н., професор,*

*О.О. Куш, аспірант,*

*Я.В. Шептун, аспірант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

**УДК 62.5**

*В.М. Галай, к.т.н., доцент,*

*І.О. Сілін, магістрант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МОДЕРНІЗАЦІЯ КРИВОШИПНОГО ВЕРСТАТУ ДЛЯ РУЙНІВНОГО ВИПРОБУВАННЯ ПРУЖИН**

Одним з етапів розвитку промисловості є оновленням матеріально технічної бази. На цьому шляху виникає два питання, придбати нове обладнання, або модернізувати існуюче. Модернізація є одним з головних аспектів розвитку підприємства, що дає можливість суттєво заощадити кошти та отримати унікальне обладнання якого не існую на ринку.

Руйнівне випробування пружин це тривалий та небезпечний процес. Який може тривати від декількох годин до однієї доби. Крім того необхідно порахувати кількість стискань та зафіксувати момент руйнування, що реалізувати технічно досить складно. Випробувальний стенд побудований на базі кривошипного верстату, що виконує поступальні рухи вгору та вниз, створює необхідне навантаження на пружину.

Враховуючи вище сказане, модернізація та автоматизація цього процесу є актуальною задачею.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити ряд завдань:

- аналіз стану основних вузлів агрегату;
- розрахунок та вибір додаткового силового обладнання;
- аналіз та вибір засобів автоматизації та периферійного обладнання;
- розроблення електрично-принципової схеми та схеми електричних з'єднань;
- розроблення алгоритму керування процесом;
- розроблення програми керування та проведення налагоджувальних робіт.

Для керування процесом дослідження буде використано ПЛК серії 210 виробництва AQTECK, логіка виконання програми буде описана в програмному забезпеченні – CodeSys 3.5. Для програмування буде використана графічна мова - SFC, Виконання контролю роботи буде за допомогою встановленої сенсорної панелі оператора, серії СП307. Оператор отримає змогу керувати процесом вибору навантаження, типу пружини та підрахування кількості стиснень

Вибір параметрів для запуску програми буде виконано або з вибірки, або вводиться в ручному режимі для не стандартизованих видів виробів.

Двигун буде обрано згідно розрахунків та згідно серії 4АМ, через їх високий рівень надійності та з економічної точки зору.

Для обробки інформації ПЛК та внесення змін в роботу частотного перетворювача встановлено інкрементний енкодер, на виході якого формується послідовність дискретних імпульсів, котрі впливають на роботу програми.

Алгоритм роботи програми буде циклічного типу та має вигляд рисунок 1.

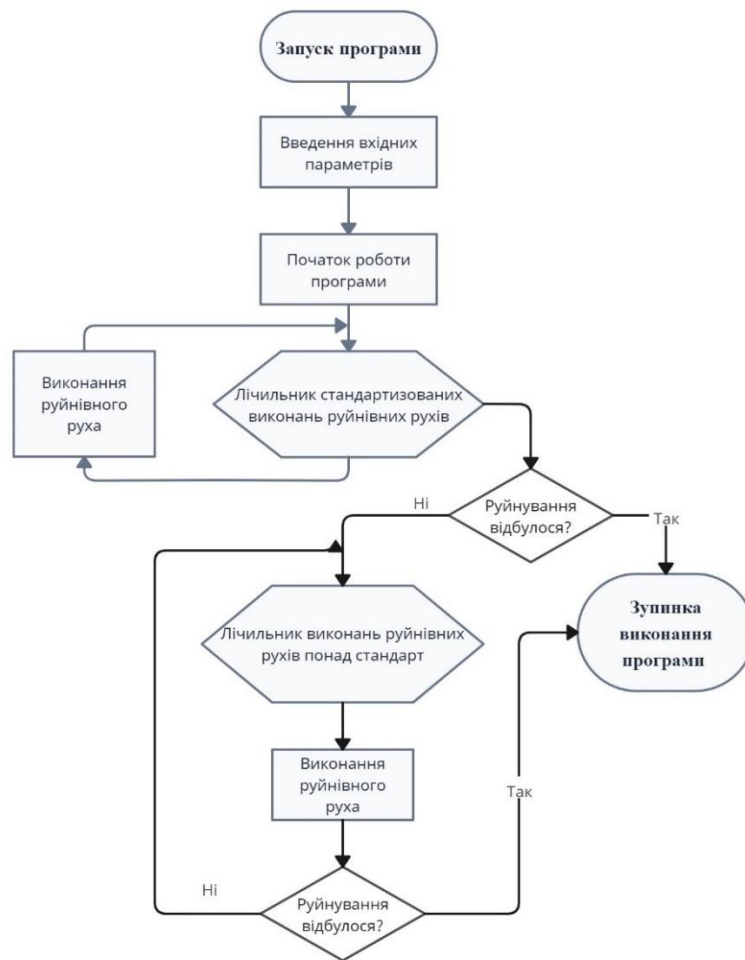


Рис. 1. Блок схема алгоритму виконання програми

В роботі розглянута модернізація кривошипного верстату для руйнівного випробування пружин. Проаналізовано недоліки в роботі конструктивних складових механізму та логіки виконання задач. Розраховано та запропоновано спосіб вирішення завдання з модернізації використовуючи обладнання новітнього зразка та програмне забезпечення.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Codesys softmotion. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.codesys.com/products/codesys-motion-cnc-botics/softmotion.html>
2. В.Л.Анхимюк. Теорія автоматичного регулювання / В.Л.Анхимюк. – М.: Мангуст, 2000. – 144с.
3. Онушко В.В. Шефер О.В. Електричні машини: навчальний посібник. – Полтава: ПолтНТУ, 2015. – 526 с.

#### RESEARCH AND MODERNIZATION OF A CRANK SPRING MACHINE FOR DESTRUCTIVE TESTING OF SPRINGS

V. Halai, Ph.D., Associate professor,

I. Silin, Master's Student

National University «Yuri Kondratuk Poltava Polytechnic»

УДК 62-83:621.313

*Р.Р. Кісельов, магістрант,*

*М.К. Бороздін, к.т.н., доцент*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюк»*

## НЕЛІНІЙНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

Нелінійними САК є системи, в яких рівняння динаміки нелінійні, тобто містять члени, яких функції та їх похідні знаходяться в степені, відмінній від одиниці, в яких є члени з добутками невідомих функцій або коефіцієнти рівнянь залежать від аргументу [1].

До суттєво нелінійних елементів відносяться елементи, характеристики яких мають різкі переломи, або розриви. Прикладами таких елементів є механічні з'єднання з люфтом, вузли механічних систем з сухим тертям, підсилувачі з насиченням, магнітні матеріали з петлею гістерезисну, релейні елементи та ін. Характеристики таких елементів спрощено можна бути подати у вигляді ламаних чи розривних ліній.

Проходячи через нелінійний елемент, будь-який сигнал змінює свою форму. Тому вивчення нелінійних систем є складним завданням. Детальніший аналіз є завданням наукових досліджень.

Під час вивчення динаміки нелінійних систем основну увагу приділяють вивченню автоколивань. Автоколивання – це характерна особливість нелінійних систем, яка не властива лінійним системам. У нелінійній системі, при незмінних значеннях вхідних величин можуть виникати і підтримуватися коливання певної форми. Це можуть бути прості, майже синусоїдальні коливання, або коливання досить складної форми. Оскільки вони виникають самостійно, їх називають автоколиваннями. Прикладами нелінійних систем з автоколиваннями може бути годинник, генератори різних типів, система кровообігу і серце людини та багато інших.

Під час математичного аналізу динаміки в нелінійній системі виділяють всі елементи з несуттєвими нелінійностями і їх лінеаризують, а суттєво нелінійні системи спрощують і зводять до типових нелінійних елементів. Таким чином структуру нелінійної системи приводять до схеми. В якій основною частиною є лінійна частина і один нелінійний елемент.

Метод гармонічного балансу полягає в тому, що виділяють основна гармоніка сигналу і розглядають проходження її через систему.

Сигнал, перетворений нелінійним елементом, проходить через лінійну частину системи. Лінійна частина. Яка ми вже знаємо, має амплітудно-частотну характеристику, що пропускає, як правило, низькі частоти і значно ослабляє високі частоти. Для аналізу динаміки систем методом гармонічного балансу вихідний сигнал нелінійної частини розкладають у ряд Фур'є і виділяють у ньому основну гармоніку.

Іншим методом аналізу динаміки нелінійних систем є методи побудова фазової площини чи фазового простору і вивчення фазового портрету нелінійної системи.

Для аналізу динаміки нелінійних САК фазові траєкторії будують згідно з рівнянням динаміки системи. Фазова площина відповідає системі, порядок якої рівний двом, тобто системі, в якій в рівняння динаміки входять тільки похідні другого порядку. Рівняння такої системи можна подати у вигляді

$$a_1 x'' + a_2 x' + F(x) = 0$$

Тут  $F(x)$  – нелінійна функція від  $x$ . позначимо  $y = x'$ .

Тоді рівняння можна записати так

$$a_1 y' + a_2 y + F(x) = 0$$

Звідси

$$y' = -\{a_2 y + F(x)\}/a_1 = 0$$

Виключивши з рівняння параметр  $t$ , одержимо

$$\frac{dy}{dx} = -\{a_2 y + F(x)\}/a_1 y$$

Підводячи підсумок зауважимо, що нелінійні системи, як правило, не можна характеризувати як стійкі чи нестійкі системи. Система може бути стійкою при одних значеннях параметрів і нестійкою при інших. При цьому в системі можуть виникати автоколивання. При деяких початкових значеннях діючих величин ці автоколивання можуть виникати, а при інших ні. Динаміка нелінійних систем досить складна і кінцеві значення величини керування можуть залежати не тільки від параметрів системи, а і від початкових умов.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування. – К.: Либідь, 1997. - 544 с.

## NONLINEAR AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS

*R. Kiselov, master's student,*

*M. Borozdin, PhD, Assistant Professor*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

УДК 004.42

*Л.І. Леві, д.т.н., професор,*

*М.Р. Янченко, магістрант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЛІМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ В ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ**

В роботі розглянуто синтез системи автоматизованого управління на базі мікропроцесорного пристрою для кліматичного контролю в виробничих приміщеннях. При цьому основною вимогою при проектуванні було забезпечення мінімізації витрат на елементну базу шляхом впровадження релейного режиму роботи завіси за допомогою датчиків температури та руху, а також контролера, і водночас підвищення енергоефективності всієї системи загалом.

В результаті аналізу існуючих рішень були сформульовані їх основні проблеми, зокрема пов'язані з безперервною роботою цієї моделі, що призводить до неефективного споживання електроенергії. Також було запропоновано такі дії підвищення енергоефективності: запуск двигуна завіси залежно від сигналів, отриманих від датчика руху; здійснення нагріву повітряної завіси залежно від різниці температур зовні та всередині приміщення; формування сигналу тривоги для сповіщення про помилку в системі.

Була розроблена система автоматизації роботи теплової завіси залежно від присутності людини на вході та контролю нагріву залежно від різниці температур усередині приміщення та зовнішнього середовища на базі мікропроцесорного логічного пристрою. Проведено дослідження динамічних характеристик системи керування нагріванням методом цифрового моделювання. Вибрано та запропоновано до використання елементи системи автоматизації, наведено їх основні характеристики. Також було розроблено комплекс питань щодо безпечного використання теплової завіси із синтезованою системою управління.

Виконання роботи алгоритму починається зі спрацювання датчика руху та передачі сигналу на контролер, який в свою чергу запускає двигун теплової завіси. Далі здійснюється опитування датчиків температури, і якщо різниця температур ззовні та всередині більша за 10 градусів по Цельсію вмикається керування нагрівальним елементом. За цим йде очікування сигналу з кінцевого вимикача і після його отримання вмикається нагрівальний елемент, далі йде зупинка двигуна і закінчення алгоритму. Якщо ж умова різниці температур не виконується, в такому разі просто очікується сигнал з кінцевого вимикача, після чого зупиняється двигун чим закінчується алгоритм.

Для дослідження роботи системи автоматизації керування теплової завіси методом цифрового моделювання використовується програмне забезпечення MATLAB з його прикладним додатком SIMULINK. Вибір алгоритму керування є основним завданням проектування системи автоматичного регулювання.

Синтез регуляторів, які дають найкращі показники якості керування, як правило, являє собою непросту задачу. З іншого боку, через складність, реалізація таких регуляторів часто виявляється економічно невиправданою. У багатьох випадках для автоматизації виробничих процесів використовуються найпростіші і найбільш поширені типи лінійних регуляторів.

Проте так як в даному проекті використовується лише релейний режим керування, достатньо буде спроектувати модель системи автоматизації на логічних елементах, завдяки чому схема виходить доволі проста в проектуванні та дешева в реалізації.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Босак А.В. Цифрові системи керування електротехнічними комплексами: комп'ютерний практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Інжиніринг автоматизованих електротехнічних комплексів», «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів» / А.В. Босак, Л.Я. Кулаковський; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,29 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 52 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41530>

2. Кулаковський Л.Я. Теорія автоматичного керування: Лінійні системи: Розрахунково-графічна робота [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Інжиніринг автоматизованих електротехнічних комплексів» / Л.Я. Кулаковський, А.В. Босак; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,08 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 23 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/26330>

## AUTOMATED SYSTEM OF CLIMATE CONTROL IN PRODUCTION PREMISES

*L. Lievi, ScD, Professor,*

*M. Yanchenko, Master's student,*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

**УДК 62.5**

*С.Г. Кислиця, к.т.н., доцент,*

*Д.В. Рибак, магістрант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМИ ХРОМУВАННЯ ВИРОБІВ

На сьогодні для відновлення зношених деталей машин та апаратів, а також для зміцнення та нанесення шарів на поверхню деталей з особливими властивостями у промисловості застосовують різні способи. Хромування –

нанесення хрому або його сплаву на металевий виріб для надання поверхні комплексу фізико-хімічних властивостей: корозійної стійкості, зносостійкості, жаростійкості, високих механічних та електромагнітних властивостей. Раціональне управління та вдосконалення процесів та проведення їх в режимах, близьких до оптимального, неможливо здійснити без автоматизації цих процесів.

Дотримання режиму електролізу та своєчасне коригування електроліту є запорукою отримання доброякісного хромового покриття. Низька якість підготовки поверхні перед покриттям та відступу від встановленої технології є основними причинами виникнення дефектів. З урахуванням вимог до системи автоматизації та враховуючі технологічні необхідності точності та регульованості процесів на рис. 1 представлено систему автоматизації хромування виробів [1].

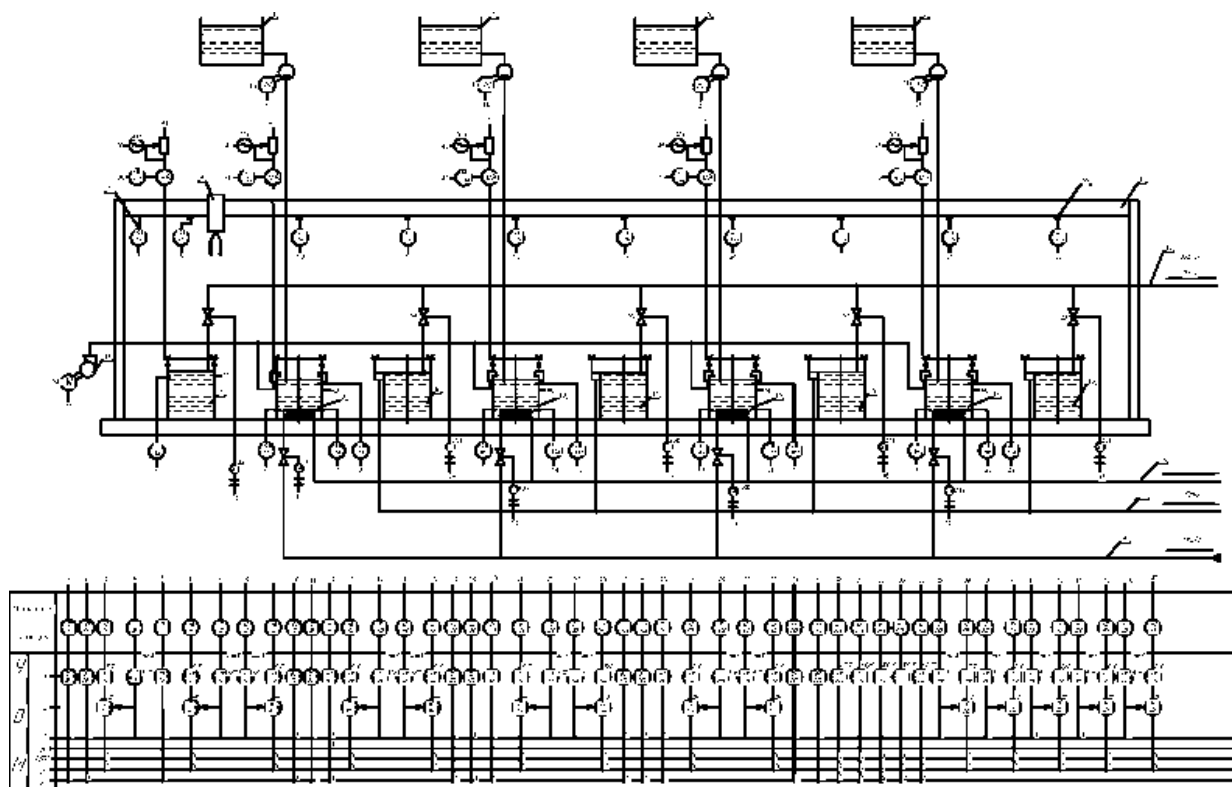


Рис. 1. Запропонована система автоматизації хромування виробів

1 – бак із розчином для знежирення виробів; 2 – бак із стандартним електролітом; 3 – бак із електролітом метакром; 4 – бак із електролітом для декоративного хромування; 5 – автооператор (робот); 6 – рейси; 7 – ванна з водою визначення поверхні деталі; 8 – ванна для знежирення деталі; 9 – ванна для промивання після знежирення; 10 – ванна зі стандартним електролітом для отримання блискучого та молочного хрому; 11 – ванна для промивання виробів після ванни №10; 12 – ванна з електролітом метакром для чорного хромування деталей машинобудування; 13 – ванна для промивання виробу після ванни №12; 14 – ванна для декоративного хромування; 15 – ванна для промивання виробу після ванни №14; 16 – вентилятор для відведення шкідливих випарів із поверхні електроліту; 17 – лінія подачі води у ванні 7, 9, 11, 13, 15; 18, 19 – лінії стоку води; 20 – подача води; 21, 22 – кінцеві вимикачі



Запропонована система автоматизації хромування виробів містить:

- систему контролю та регулювання щільності струму;
- систему вимірювання та регулювання рівня електроліту;
- систему контролю та регулювання температури електроліту;
- систему контролю та регулювання кислотності електроліту.

Підсистема автоматичного регулювання щільності струму є однією з найважливіших. Від її параметрів та характеристик багато в чому залежить якість технологічного процесу.

При побудові підсистеми використовують перетворювачі щільності струму, потужні джерела струму, що регулюються, і узгоджувальні пристрої, що забезпечують узгодження цих перетворювачів і джерел струму. Підсистема складається з автономних регуляторів, число яких дорівнює числу ванн. Сигнал уставки залежно від особливостей виробництва та технологічного процесу задається або за допомогою керуючої ЕОМ за заданою програмою, або залишається постійним.

Ця система побудована на наступних елементах:

- датчики по струму (29а, 30а, 31а, 32а, 33а);
- регулятори (29г, 30г, 31г, 32г, 33г), що відпрацьовують пропорційно-інтегральний закон управління;
- регулюючі елементи (29ж, 30ж, 31ж, 32ж, 33ж), що управляються за сигналами регулятора.

При експлуатації гальванічних ліній рівень електроліту змінюється внаслідок випаровування води та винесення його під час вивантаження виробів. Зміна рівня електроліту при автоматизованому завантаженні може призвести до того, що над частиною їхньої поверхні буде шар електроліту малої товщини або деякі ділянки виявляться в повітрі. Якщо частина деталі виявиться поблизу поверхні електроліту, то нерівномірність розподілу щільності струму цьому ділянці істотно збільшиться. Це обумовлено зміною однорідності електроопору оточуючого середовища. Тому для отримання рівномірної товщини покриття над верхньою частиною деталі повинен знаходитися значний шар електроліту, так щоб оточуюче середовище мало можливість вважатися квазіоднорідним. Для забезпечення цього в автоматизованій системі керування технологічного процесу гальванічної лінії необхідно мати підсистему автоматичної підтримки рівня електроліту. Вона має забезпечувати підтримку рівня не більше від заданого нижнього до заданого верхнього значень [2-3].

Ця система побудована на наступних елементах:

- датчики рівня електроліту (6а, 11а, 16а, 21а);
- регулятори (6г, 11г, 16г, 21г), що відпрацьовують пропорційно-інтегральний закон управління;
- регулюючі елементи (6ж, 11ж, 16ж, 21ж), що керуються за сигналами регулятора.

Систему контролю та регулювання температури електроліту побудована на наступних елементах:

- датчики температури електроліту (5а, 10а, 15а, 20а);

- регулятори (5г, 10г, 15г, 20г), що відпрацьовують пропорційно-інтегральний закон управління;
- регулюючі елементи (5ж, 10ж, 15ж, 20ж), що керуються за сигналами регулятора.

Висока твердість, низький коефіцієнт тертя, жаростійкість і висока хімічна стійкість забезпечує деталям, вкритим хромом, високу зносостійкість навіть у важких умовах експлуатації. Аномально висока твердість блискучого хрому пов'язана з наявністю водню в кристалічній структурі, високим ступенем дисперсності та особливостями кристалічної ґратки. Для проведення якісного процесу електролізу, зокрема регулювання його температури, щільності на рівня та густини струму, необхідна сучасна автоматизована система керування, що мінімізує кількість дефектів та покращить структуру утвореного покриття та його захисно-декоративні властивості [4].

### ЛІТЕРАТУРА:

1. *Автоматизація виробничих процесів : підручник / О.І. Черевко, Л.В. Кінтєла, В.М. Михайлов, О.Є. Загорюлько ; Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. — Харків, 2014. — 186 с.*
2. *Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник /Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 557 с.*
3. *Основи проектування хімічних виробництв. Будова обладнання та конструкції підвісних пристроїв для нанесення гальванічних покриттів: навч. посіб. / Л.А. Яцюк, О.І. Букет, Г.С. Васильєв – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 85с.*
4. *Слюсар М.А., Крюкова О.А. Сучасні електроліти та методи хромування /М.А.Слюсар, О.А.Крюкова//Технології та дизайн. – 2019. - №3 (32). – С. 1-8.*

### **AUTOMATION OF THE CHROME-PLATING SYSTEM OF PRODUCTS**

*S. Kyslytsia, Ph.D., Associate Professor,*

*D. Rybak, Master's Student*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

**УДК 621.34**

*Н.М. Слепченко, аспірант*

*О.В. Шефер, д.т.н., професор,*

*С.Г. Кислиця, к.т.н., доцент*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

### **МОЖЛИВОСТІ ПОДОЛАННЯ ВПЛИВУ ПЕРЕШКОД НА ПРИЙМАЛЬНИЙ ТРАКТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

В умовах все більш щільної насиченості радіоефіру, особливе місце займають проблеми, викликані впливом на радіоприймальний тракт перешкод,

що перевищують динамічний діапазон телекомунікаційних систем, і що переводять вхідні активні ланцюги приймача (як правило, малошумливий підсилювач) в нелінійний режим роботи.

Найбільш гостро ця проблема стоїть у радіоелектронних комплексах, системах супутникової навігації та радіозв'язку, системах зв'язку малого радіусу дії. В доповіді було розглянуто негативний вплив нелінійності трактів приймального пристрою та ефективність компенсації перешкод.

При досить щільному розміщенні пристроїв різних систем зв'язку взаємні потужні перешкоди можуть проникати на вхід активних ланцюгів приймачів, недостатньо послаблюючись селекторними фільтрами.

У багатоканальних та ширококугових системах зв'язку, що працюють у неліцензійних діапазонах частот, перешкода може виявитися внутрішньосмуговою та безперешкодно проникнути через селекторний фільтр на вхід активних кіл [1].

Наприклад, можна навести ситуацію, коли приймачі стандартів Wi-Fi і Bluetooth знаходяться на відстані до одного-двох метрів один від одного. При цьому, якщо не вжити спеціальних заходів щодо розв'язування їх антен, вони створюватимуть взаємні перешкоди такої потужності, що вхідні підсилювачі приймальних трактів працюватимуть у суттєво нелінійному режимі. Ця обставина призведе або до повної непрацездатності обох систем, або різкого зниження швидкості передачі.

Боротьба з потужними перешкодами ведеться двома шляхами.

Перший шлях включає різні способи по недопущенню проникнення потужної перешкоди на вхід активних ланцюгів приймального пристрою.

Другий шлях полягає в обробці суміші спотвореного сигналу, перешкоди і шуму в самому приймачі з метою якнайповнішого вилучення з неї інформації, що передається.

У першому випадку набір технічних засобів досить широкий, але часто вимагає значного ускладнення радіоприймальних засобів і малоперспективний через постійно зростаючу насиченість радіоефіру. У цьому випадку використовуються різноманітні селектори, компенсаційні схеми та схеми швидкої перебудови частоти. Використання спеціальних селекторів неперспективне насамперед з економічних міркувань: розмір, вага, вартість; використання компенсаційних схем обмежено їх недостатньою швидкодією або малим динамічним діапазоном.

Другий шлях включає застосування різних способів розширення динамічного діапазону, нелінійних методів лінеаризації. Застосування нелінійних методів лінеаризації вимагає явно вираженого ускладнення схеми радіоприймальних пристроїв, що стає ще помітніше у разі синтезу елементів, що лінеаризуються, на основі теорії нелінійної фільтрації [2].

В представлені доповіді описана можливість компенсації нелінійних спотворень, що вносяться в слабкий корисний сигнал при його взаємодії з потужною перешкодою на нелінійності підсилювача вхідного приймача.

Вплив позасмугової перешкоди великого рівня на радіоприймальний пристрій може призвести до блокування (зменшення коефіцієнта підсилення) вхідного підсилювального каскаду приймача. Перевантажений потужною перешкодою підсилювач працює у режимі обмеження вхідного сигналу; при цьому, як відомо, має місце ефект придушення слабкого сигналу (корисний сигнал плюс шум) сильнішим (перешкода). Ступінь придушення залежить від співвідношення амплітуд сильного і слабкого сигналів, отже, може виявитися різною для сигналу та шуму. В доповіді на конференції, також описується метод, що дозволяє обчислювати відношення сигнал/шум і сигнал/перешкода на виході нелінійного безінерційного елемента в заданій частотній смузі у разі на його вході рознесених по частоті вузькосмугових сигналу та перешкоди в суміші з вузькосмуговими гауссівськими шумами.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Багатоканальний комплекс впливу електромагнітного випромінювання на наземні і супутникові широкосмугові лінії радіозв'язку /Наритник Т.М., Сайко В.Г., Мікрюков С.А., Саранулов С.В. Патент України на корисну модель №140198, дата публікації 10.02.2020 р. Бюл.№3 з пріоритетом від 08.07.2019

2. Химич Г.П., Дунець В.Л. Супутникові системи телекомунікацій на основі технологій 4G-5G. Матеріали міжнародної наукової конференції «Іван Пулюй: життя в ім'я науки та України» (до 175-ліття від дня народження), 2020, 106-107.

## POSSIBILITIES OF OVERCOMING THE INFLUENCE OF OBSTACLES ON THE RECEIVING TRACT OF TELECOMMUNICATION SYSTEMS

*N. Slepchenko, postgraduate student*

*O. Shefer, Doctor of Science, professor,*

*S. Kyslytsia, Ph.D., Associate Professor*

*National University «Yuriy Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

**УДК 62.5**

*В.М. Галай, к.т.н., доцент,*

*В.І. Романенко, магістрант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРАВИЛЬНО-ВІДРІЗНОГО ВЕРСТАТА З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ПРОГРАМУВАННЯ ЛОГІЧНИХ КОНТРОЛЕРІВ

Із запровадженням сучасних технологій, в галузі будівництва збільшився попит на матеріали виготовлені із металу. Одним з шляхів збільшити обсяги обробки заліза - це модернізації обладнання. Металорізальні верстати являються невід'ємною частиною підприємств, які спеціалізуються на металообробці.

Дане дослідження було спрямоване на автоматизацію правильно-відрізного верстата, для арматурної сталі застарілого зразка - I-6122, який знаходиться на підприємстві ТОВ «ЕКСПРЕС ПРУЖИНИ», Полтавська область, село Залізничне. Беручи до уваги співвідношення ціни та якості нового обладнання, було вирішено провести модернізацію верстата.

Аналіз основних складових частин верстату показав, що частина елементів є зношеною і підлягає заміні, крім того для здійснення автоматизації необхідно застосувати додаткове обладнання, що також підвищить точність відрізання заготовки. Модернізації підлягають такі вузли: розмотувач, протяжний пристрій, правильний механізм, відрізний пристрій, привід подачі, ланцюговий привід, що з'єднує ролики подачі, а також привід правильної рамки та механізму відрізання.

Після проведеного детального аналізу верстату поставлені такі задачі:

- Розрахунок, вибір двигуна та редуктора;
- Розрахунок та вибір ПЧ;
- Підбір додаткового обладнання: давачів, ПЛК, панель оператора, технічні засоби сполучення устаткування САК, а також частотний перетворювач для керування двигуном;
- Вибір програмного пакета, для створення програми та проведення дослідження;
- Розроблення програмного забезпечення керуванням процесом відрізання;
- Розроблення електричної схеми підключення;
- Встановлення обраного додаткового обладнання, для керування роботою верстата та налагодження роботи САК;
- Проведення науково-дослідних експериментів в реальних умовах;
- Проведення аналізу продуктивності системи автоматичного керування;
- Дослідження збурюючих впливів, що впливають на якісні показники роботи верстату та способів їх усунення.

У якості керуючого пристрою використано ПЛК серії 210 виробництва AQTECK, програмне забезпечення – CodeSys 3.5. Запрограмовано контролер за допомогою графічної мови SFC, для зручності роботи встановлено сенсорну панель оператора, серії СП307. Оператор має змогу керувати процесом правління та різання сталі у двох режимах – автоматичному та за потреби ручному.

Після проведеного розрахунку електродвигуна для привода роликів подачі, які з'єднані ланцюговою передачею, обрано асинхронний двигун з короткозамкненим ротором, тип двигуна - 4AM112M4, потужність - 5,5 кВт, частота обертання - 1500 об/хв, ККД - 85,5 %, ковзання - 5 %, коефіцієнт потужності - 0,86. Керування роликами передньої та задньої подачі після модернізації, виконується поєднанням енкодера та частотного перетворювача. Встановлено інкриментний енкодер, на виході якого формується послідовність дискретних імпульсів, для подальшої обробки інформації ПЛК, та зміни

відповідних параметрів частотного перетворювача, що враховано в реалізованій програмі.

Попередні досліди показали такий результат: відрізання арматурної сталі діаметром 14 мм: десяти готових одиниць, три мали незначні відхилення (від 3 мм до 4 мм) від заданої довжини. Для арматури діаметром - 7 мм: з десяти заготовок лише дві мали відхилення 4 мм від бажаної довжини.

В роботі розглянута автоматизації правильно-відрізного верстата I-6122. Проаналізовано недоліки в роботі конструктивних складових механізму. Запропоновано спосіб вирішення поставленого завдання з використанням сучасного обладнання та програмного забезпечення.

### ЛІТЕРАТУРА:

1. *Metal Machining: Theory and Applications* by Thomas Childs, Katsuhiro Maekawa, Toshiyuki Obikawa, Yasuo Yamane//Great Britain//2000// Arnold, a member of the Hodder Headline Group, 338 Euston Road, London NW1 3BH. – С.416

2. *Металорізальні верстати та автоматичні лінії: Конспект лекцій, Машинобудівний коледж ДДМА; Краматорськ, 2015.- 96 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://surl.li/mjwuo>*

3. *Codesys softmotion. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.codesys.com/products/codesys-motion-cnc-botics/softmotion.html>*

### RESEARCH AND MODERNISATION OF A RIGHT-CUTTING MACHINE USING MODERN APPROACHES TO PROGRAMMING LOGIC CONTROLLERS

*V. Halai, Ph.D., Associate professor,*

*V. Romanenko, Master's Student*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

**УДК 621.34**

*С.І. Демус, аспірант,*

*О.В. Шефер д.т.н., проф.,*

*С.Г. Кислиця, к.т.н., доцент*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

### ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЯКОСТІ ПРИЙМАЛЬНОГО ТРАКТУ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Прийом корисного сигналу і перешкод завжди проводиться на фоні шуму, основними складовими якого є власний шум (флюктуаційний) і шум середовища поширення (фоновий). У більшості завдань радіолокації фоновий шум виявляється значно слабшим, ніж власний, тому, як правило, його можна не враховувати.

В інших випадках, наприклад у гідроакустиці, фоновий шум порівняний із власним шумом або навіть перевищує його, тому ним знехтувати не можна. Крім того, шум середовища часто не є ізотропним (тобто інтенсивність прийнятого шуму залежить від напрямку прийнятого прийому), і внаслідок взаємного перекриття діаграм спрямованості напруги шумів у приймальних каналах виявляються корельованими.

Розглядається спрощена ситуація, коли фонового шуму можна знехтувати, або коли він некорельований у каналах. У розглянутому випадку він еквівалентний власному шуму.

Джерелом шуму у приймальній пристрої може бути приймальна антена, на виході якої виникає випадкова напруга під впливом хаотичних флюктуацій електромагнітного поля.

Шуми приймального пристрою погіршують подальшу обробку сигналу та компенсацію активних перешкод. Внаслідок суперпозиції прямої і відбитої від землі хвилі перешкодового поля рівень напруг перешкод може значно знижуватися, що потребує збільшення регульованих коефіцієнтів і зростання впливу власних шумів [1].

Нелінійності, що виникають у ланцюгах адаптивних алгоритмів компенсації перешкод, доцільно ділити на два роди: нелінійність в основному каналі проходження перешкоди та нелінійності в ланцюгах управління.

За наявності у приймальних трактах елементів з нелінійними неідентичними амплітудними характеристиками знижується ступінь корельованості перешкод на входах адаптивних пристроїв, тим самим не забезпечується їх ефективне придушення перешкод. Слід зазначити, що суворий аналітичний розгляд впливу нелінійностей (при випадковому впливі) наштовхується на дуже великі проблеми. Ці проблеми викликані тим, що у реальних схемах нелінійності є інерційними та охоплені зворотним зв'язком.

Отже, обмеження у компенсаційному каналі (основному каналі) мають значний вплив на коефіцієнт придушення. У зв'язку з цим доцільно включати адаптивний алгоритм якомога ближче до входу приймального тракту [2].

Вимоги до ступеня лінійності нині посилюються, тому доводиться проектувати та створювати радіоприймальні та підсилювальні пристрої, що забезпечують все менші спотворення переданих (підсилюваних і перетворюваних) сигналів. Зокрема, величина допустимих нелінійних спотворень у ряді систем зв'язку та радіовимірювань у перерахунку на еквівалентний коефіцієнт гармонік вже зараз має становити тисячні частки відсотка, що, як відомо, зустрічає значні труднощі.

## ЛІТЕРАТУРА:

*1. Довгий С.О., Савченко О.Я., Воробієнко П.П. та ін. Сучасні телекомунікації: мережі, технології, економіка, управління, регулювання / За ред. С.О. Довгого. – К.: Український Видатничий Центр, 2002. – 520 с.*

2. Телекомунікаційні та інформаційні мережі : Підручник [для вищих навчальних закладів] / П.П. Воробієнко, Л.А. Нікітюк, П.І. Резніченко. – К.: САММІТ-Книга, 2010. – 708 с.: іл.

## WAYS OF IMPROVING THE QUALITY CHARACTERISTICS OF THE RECEIVING TRACT OF THE TELECOMMUNICATION SYSTEM

*S. Demus, postgraduate student,*

*O. Shefer, Doctor of Science, professor,*

*S. Kyslytsia, Ph.D., Associate Professor*

*National University «Yuriy Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

**УДК 621.396**

**О.С. Жученко, д.т.н., доцент,**

**Я.Д. Васєв, магістрант**

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

### ОСНОВИ ПОБУДОВИ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ DNS

Для отримання відповідності між іменами вузлів та їх IP-адресами використовується протокол DNS (Domain Name Service). Система доменних імен являє собою розподілену базу даних, що використовується застосуванням TCP/IP для встановлення даної відповідальності. Також DNS використовується для маршрутизації електронної пошти. На верхньому рівні знаходяться кореневі DNS-сервери, нижче - DNS сервери географічних зон, ще на нижчий рівень - локальні DNS-сервери.

Взаємодією між DNS-клієнтом та DNS-сервером керує протокол DNS. DNS-клієнт відправляє запит, а DNS-сервер повертає відповідь, що містить необхідну для клієнта інформацію. DNS-запит може бути рекурсивним або ітеративним. На рис.1 показано, що на етапі 1 перетворювач активізується через системний виклик. Далі перетворювач надсилає DNS-запит локальному серверу (етап 2) і чекає відповіді (етап 9).

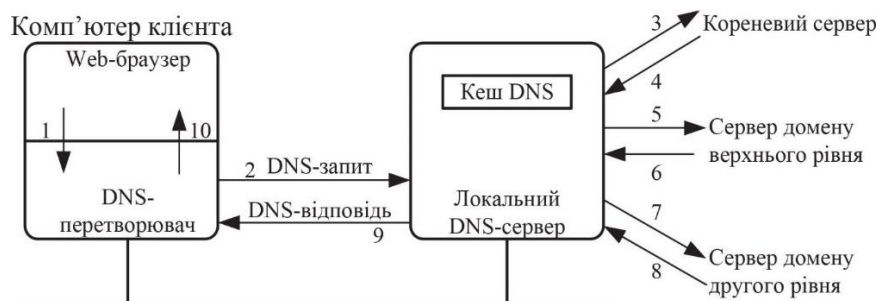


Рис. 1. Опрацювання DNS-запиту

Відповідність між доменними іменами (FQDN) і IP-адресами може встановлюватися як засобами локального вузла, так і засобами централізованої служби. Існують поняття основної зони, додаткової зони і зони – заглушки (рис. 2).



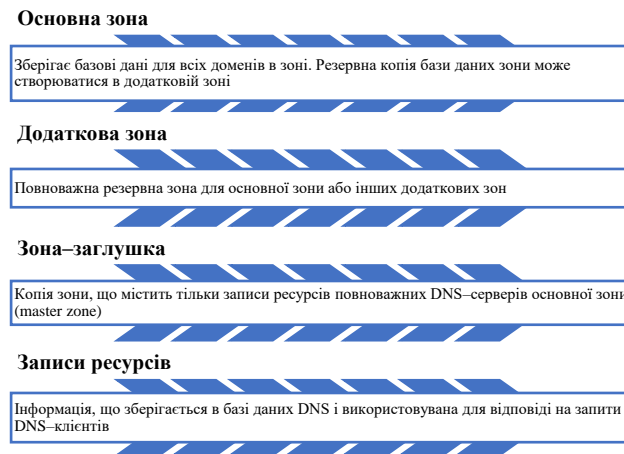


Рис. 2. Зони DNS

Кожен DNS – сервер містить записи ресурсів, необхідні йому для відповіді на запити, що відносяться до його частини простору імен DNS. Записи ресурсів розрізняються за типами: наприклад, адресний запис (A), канонічне ім'я (CNAME), сервер імен (NS), поштовий обмінник (MX).

Найбільш важливі типи DNS-записів (рис. 3).

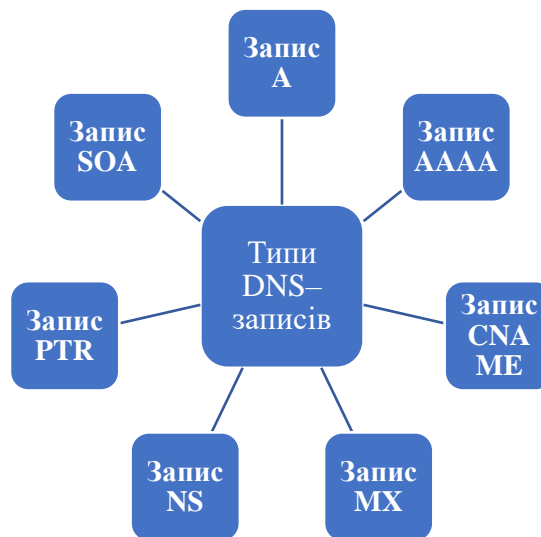


Рис. 3. Типи DNS-записів

Найбільш популярна програма підтримки доменної адресації є named. Вона реалізує BIND. В системі Windows NT 4.0 є свій сервер доменних імен, який підтримує специфікацію BIND. Це сервер доменних імен який був запропонований в університеті Берклі. Він забезпечує пошук IP адрес та доменних імен для довільного вузла мережі.

Можна виділити основні причини неправильного функціонування DNS-служби: віддалені атаки на DNS-сервер, перехоплення запиту DNS, помилкові дії адміністратора DNS-сервера.

### ЛІТЕРАТУРА:

1. *Комп'ютерні мережі: підручник / [Азаров О. Д., Захарченко С. М., Кадук О. В. та ін.]. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 378 с.*

2. Кучернюк П. В. *Основи теорії телекомунікацій: текст лекцій з дисципліни «Основи теорії телекомунікацій і радіотехніки»*. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 290 с.

3. Кучернюк П.В. *Комп'ютерні мережі: навчальний посібник з дисципліни «Комп'ютерні мережі та засоби телекомунікацій» для студентів спеціальності 7.05090201, 8.05090201 «Радіоелектронні апарати та засоби»*. Київ: НТУУ «КПІ», 2015 р. 238 с.

## **BASICS OF BUILDING AND FUNCTIONING OF DNS**

*O.S. Zhuchenko, Doctor of Science. Associate Professor,*

*Y. Vasiev, Postgraduate Student*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

**УДК 004.42**

*Л.І. Леві, д.т.н., професор,*

*О.С. Шкицький, магістрант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ГОЛОВНОГО РУХУ ТОКАРНОГО ВЕРСТАТА З ЧПК**

Станом на сьогоднішній день у навчальних закладах та на промислових підприємствах знаходиться велика кількість верстатів з числовим програмним управлінням, непрацездатних через несправність або моральне старіння систем ЧПК.

Введення даного обладнання у навчальний чи виробничий процес можливе за умови заміни систем ЧПК. Однак оснащення промисловими системами типу Fanuc, Sinumeric і т.і. потребує значних фінансових вкладень. Вартість нового верстата з ЧПУ складає близько 800 тис. гривень. Заміна системи ЧПК – від 200 тис. гривень. Враховуючи вік та залишковий ресурс механічної частини обладнання, такі вкладення мають певний ризик.

У зв'язку з цим модернізація верстатів з ЧПУ 70-х – 90-х років випуску доцільна із застосуванням комп'ютерного керування.

Для керування верстатами від персонального комп'ютера застосовується спеціалізоване програмне забезпечення Linux CNC, Mach тощо. У цих системах використовуються мови програмування сумісних із промисловими системами ЧПУ.

Для сполучення персонального комп'ютера з приводами верстата використовуються CNC-контролери, призначені для керування синхронними кроковими та серводвигунами, а також допоміжними пристроями верстатів – револьверними головками, маніпуляторами тощо.

CNC-контролер – контролер, який дозволяє забезпечити керування електроприводами подачі (кроковими та сервоприводами) від персонального

комп'ютера з програмним забезпеченням, яке читає інструкції G-коду та керує верстатом (MACH3, Linux CNC).

Для модернізації було обрано верстат токарний патронний високої точності моделі ТПК125ВН2 з ЧПК, призначений для патронної обробки деталей за програмою управління.

Базовий верстат оснащений двигуном подач ШД-5Д1МУ3. Даний двигун є 12-полюсним з пасивним ротором, у якого напруга живлення становить 48 вольт. Однак сучасні контролери розраховані на керування дво-, чотири- та шестиполісними двигунами, тому застосування базових двигунів виявилось неможливим.

Замість базового двигуна був обраний двигун GB23H282-30-4В, що має приблизно такий самий крутний момент. При цьому його габарити суттєво менші.

Для керування була обрана плата марки НУ-ТВ3DV-N 3 Axis, яка призначена для керування двигунами та підключення до ПК із встановленим програмним забезпеченням Mach3 або Linux CNC.

На рисунку 1 представлено схематичне зображення системи керування верстату на базі CNC-контролера і персонального комп'ютера.

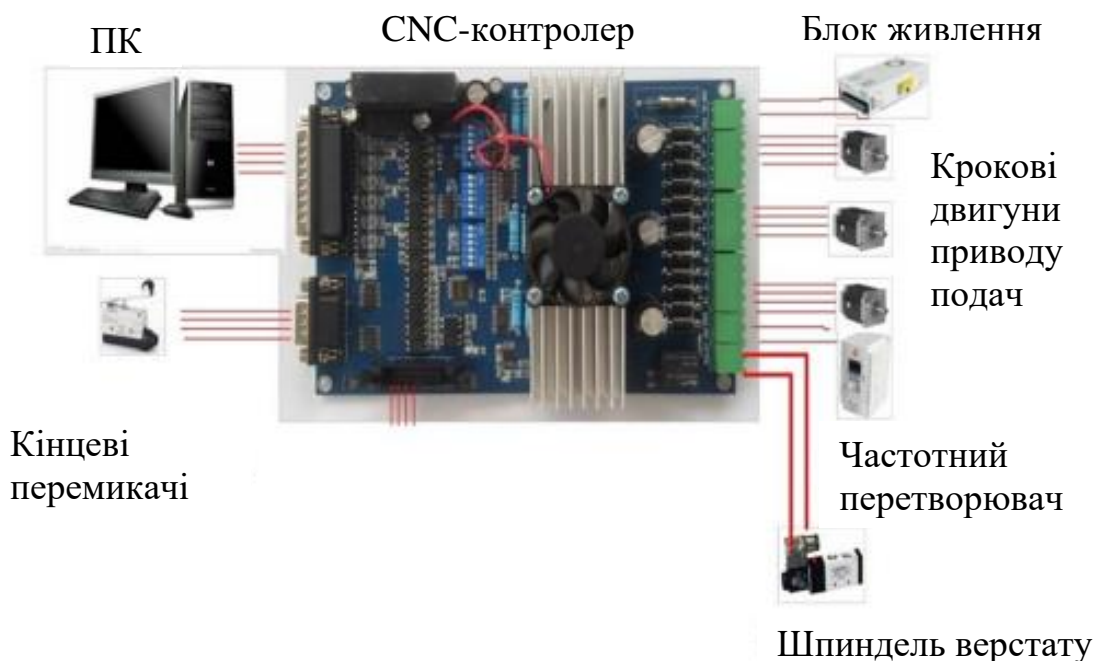


Рис. 1. Схематичне зображення системи керування верстату на базі CNC-контролера і персонального комп'ютера

## ЛІТЕРАТУРА

1. Інструкція по використанню Mach3 «Mach3 CNC Controller: Встановлення і Конфігурація – 95 с.
2. Керівництво по експлуатації частотних перетворювачів VFD-F, 2009 – 123 с.

3. Станок патронний високої точності з ЧПК. Модель ТПК125ВН2. Посібник з експлуатації 72003.020.00.000 РЕ. – К.: 1985. – 162 с.

## **MODERNIZATION OF THE CONTROL SYSTEM OF THE ELECTRIC DRIVE OF THE MAIN MOVEMENT OF THE LATHE WITH CNC**

*L. Lievi, ScD, Professor,*

*O. Shkytskyy, Master's student,*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

### **UDC 621.34**

*O. Shefer, Doctor of Science, professor,*

*S. Babych, postgraduate,*

*V. Demianchuk, postgraduate*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

## **ANALYSIS OF THE STABILITY OF TELECOMMUNICATION EQUIPMENT TO THE INFLUENCE OF POWER WIDEBAND IMPULSE INTERFERENCE**

Means of broadband (ultra-broadband) influence generate single or sequences of ultra-short electromagnetic pulses, which generate ultra-broadband interference in space with a range from hundreds of MHz to units of GHz. The generation of such a spectrum occurs on the basis of an ultra-broadband transient process, which is an ultra-short electromagnetic pulse with a front duration of about hundreds of picoseconds [1-3]. The energy of such radiation is not concentrated at one frequency, but is distributed over the entire spectrum. The energy efficiency of such radiation, based on the concept of spectral energy density, is lower than that of narrow-band radiation, but taking into account the simultaneous generation in a wide spectrum band, we can talk about high efficiency of influence due to the possibility of penetration of the obstacle and, therefore, the introduction of voltages and currents through the vulnerability of filters and shielding.

The width of the generated spectrum depends on the transition process, the shorter the duration of the front, the wider the spectrum. Thus, when using an ultrashort pulse with a front duration of 150 ps, the spectrum width will be from units of MHz to units of GHz. It should be noted that under the influence of a narrow-band signal and a sequence of ultra-short electromagnetic pulses, it is possible to form signals of different duration and repeatability.

Currently, a large number of ultrashort pulse emitters have been created in various countries, the amplitude-time characteristics of which vary in a wide range. When solving a number of tasks regarding the assessment of the resistance of telecommunications equipment to their influence, it turned out to be convenient to use the typical form shown in fig. 1.

With narrow-band, broadband (ultra-broadband) power influence, it should also be noted the nature of failures in radio-electronic equipment and data processing equipment.

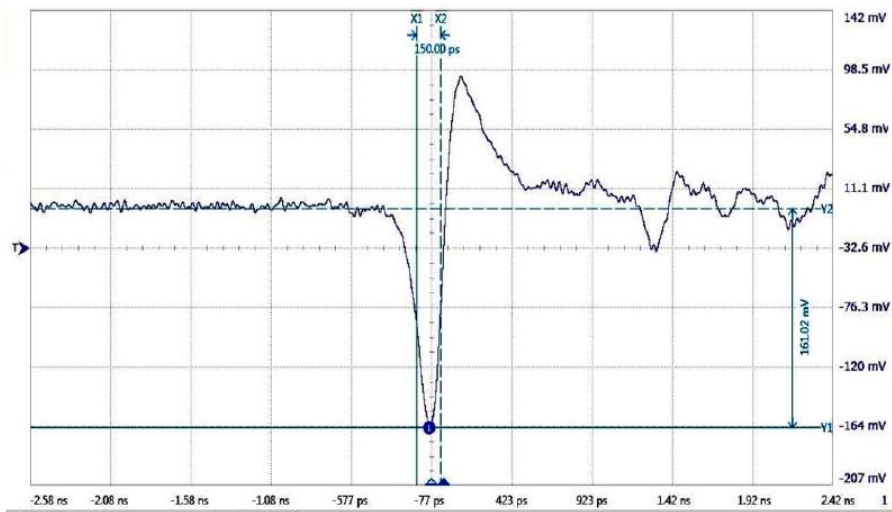


Fig. 1. A typical form of a super short electromagnetic pulse

At relatively low field strengths, which are not enough to damage the elemental base, but are sufficient to induce currents and voltages in the control and information processing circuits, comparable to the regulatory levels of the devices, false alarms may occur. For such an impact without damaging the hardware, the frequency of the narrowband electromagnetic field should be chosen based on the analysis of the information processing speed of the attacked devices. When the frequency of the field and the frequency of information processing of the attacked device are equal, the probability of failures increases.

#### LITERATURE:

3. Brauer F. *Susceptibility of IT network systems to interferences by HPEM, Electromagnetic Compatibility / F. Brauer, F.Sabath, J.Haseborg and at all. – EMC. – IEEE International Symposium. – 2009. – P. 237–242.*
4. Зіньковський Ю.Ф., Клименко В.Г. *Електромагнітна, інформаційна захищеність та сумісність електронних апаратів. – Житомир: ЖІТІ, 1999. – 376 с.*
5. Ott Henry W. *Electromagnetic Compatibility Engineering. – Wiley, 2009. – 880 p.*

#### АНАЛІЗ СТІЙКОСТІ ЗАСОБІВ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ ДО ВПЛИВУ СИЛОВОГО ШИРОКОПОЛОСНОГО ІМПУЛЬСУ ЗАВАДИ

**О.В. Шефер**, д.т.н., професор,

**С.І. Бабич**, аспірант,

**В.П. Демянчук**, аспірант

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

УДК 004.7(075.8)

*А.М. Сільвестров, д.т.н., професор,*

*Т.Ю. Мірошніченко, магістрант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОТОКОЛУ «ETHERNET» ТА ЙОГО МОЖЛИВОСТЕЙ ПРИ ПОБУДОВІ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ**

Комп'ютерна мережа – невід'ємна частина сучасної інформаційної інфраструктури. Це комунікаційна система, яка дозволяє користувачам комп'ютерів (в даному випадку - мережних робочих станцій) обмінюватися інформацією, спільно використовувати прикладні програми, передавати файли між комп'ютерами, розділяти доступ і спільно використовувати ресурси комп'ютерів, а також таких пристроїв, підключених до мережі, як принтери, плотери, диски, модеми, ін.

Постійне зростання можливостей і продуктивності комп'ютерів обумовило зростання вимог до ефективності функціонування мереж.

Ethernet – найпопулярніший протокол кабельний комп'ютерних мереж, працює на фізичному та каналному рівні мережевої моделі OSI. Станом на 2016 рік близько 85 % усіх комп'ютерів у світі були підключені до комп'ютерних мереж по протоколу Ethernet. Цей протокол відноситься до сімейства протоколів стандарту IEEE 802.3, характеристиками якого є:

- топологія - шина;
- середовище передачі - коаксіальний кабель;
- швидкість передачі — 10 Мбіт/с;
- максимальна довжина мережі - 5 км;
- максимальна кількість абонентів - до 1024;
- довжина сегмента мережі - до 500 м;
- кількість абонентів на одному сегменті - до 100.

Ethernet було спроектовано згідно з технологією CSMA/CD (множинний доступ з контролем несучої та виявленням колізій). Хоча з широким застосуванням мережевих комутаторів та способу передачі «повний дуплекс» проблема виникнення колізій в мережах Ethernet майже не зустрічається.

Як середовище передачі даних – використовується вита пара. Існує також стандарт для застосування в мережі оптоволоконного кабелю. Для обліку цього у стандарті IEEE 802.3 були зроблені відповідні зміни.

В 1995 році був введений додатковий стандарт для Ethernet, що працює на швидкості 100 Мбіт/с (так званий Fast Ethernet, стандарт IEEE 802.3u), що використовує як середовище передачі кручену пару або оптоволоконний кабель. В 1997 році з'явилася й версія на швидкості 1000 Мбіт/с (Gigabit Ethernet, стандарт IEEE 802.3z).

Існують основні топології Ethernet: шина (послідовне з'єднання комп'ютерів за допомогою T-подібних роз'ємів (T-конекторів)), зірка та

розширена зірка (з'єднання комп'ютерів за допомогою комутуючого обладнання).

Модифікації Ethernet:

1. 10 Мбіт/с Ethernet підтримує стандарти: 10BASE5 (товстий коаксіальний кабель); 10BASE2 (тонкий коаксіальний кабель); 10BASE-T (кручена пара); 10BASE-FL (оптоволоконний кабель).

2. Fast Ethernet (100 Мбіт/с) підтримує стандарти: 100BASE-T4 (зчетверена кручена пара); 100BASE-TX (здвоєна кручена пари); 100BASE-FX (оптоволоконний кабель).

3. Gigabit Ethernet (1 Гбіт/с).

4. 10 Gigabit Ethernet (10 Гбіт/с).

5. 40/100 Gigabit Ethernet (40/100 Гбіт/с).

Мережа Ethernet не відрізняється ні рекордними характеристиками, ні оптимальними алгоритмами, вона поступається за рядом параметрів іншим стандартним мережам. Але завдяки потужній підтримці, найвищому рівню стандартизації, значним обсягам випуску технічних засобів мережі Ethernet набули величезної популярності, вистіснивши такі застарілі технології, як Arcnet, FDDI і Token ring.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Батаєв О.П. Теорія електричного зв'язку: навчальний посібник / О.П. Батаєв, І.В. Ковтун, Н.А. Корольова. - Харків: Українська державний університет залізничного транспорту, 2010. - 650с.

2. Жураковський Б.Ю. Комп'ютерні мережі: навчальний посібник / Б.Ю. Жураковський, І.О. Зенів. - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. - 328с.

3. Борисова Л.В. Основи побудови телекомунікаційних систем та мереж: конспект лекцій / Л.В. Борисова. - Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2017 - 205с.

#### STUDY OF THE «ETHERNET» PROTOCOL AND ITS POSSIBILITIES IN BUILDING COMPUTER NETWORKS

*A. Silvestrov, Doctor of Science, Professor,*

*T. Miroshnychenko, Master's student*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

**UDC 621.34**

*O. Shefer, Doctor of Science, professor,*

*D. Piddubnyi, postgraduate*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

## **ANALYSIS OF MODERN MEANS OF ELECTROMAGNETIC INFLUENCE**

Electromagnetic means are used to deliberate deterioration of the characteristics of radio-electronic devices, up to their complete failure, by exposure to on the elements of these devices by an electromagnetic field. Facilities electromagnetic influence can be divided into force (high power electromagnetic influences) and intellectual.

High power electromagnetics, HPEM - a general term characterizing an area of activity or technology associated with the creation of intense electromagnetic fields or conducted voltages and currents that could damage electronic systems or disrupt their functioning.

All in all in case of high power levels of electromagnetic influences exceed the levels of electromagnetic interference acting on systems under normal operating conditions (for example, exceed 100 V/m or 100 V).

With this effect, the main effect there are significant interferences in the circuits of devices leading to their physical failure due to elemental damage bases.

In some cases, the electromagnetic field strength may not be enough to destroy the element base, but the attacked the device during the period of exposure may significantly deteriorate its performance characteristics up to blocking of work, but after removing the influencing field completely restores operation, possible using the operator [1, 2]. Force means electromagnetic influence can be divided into means narrowband exposure and broadband means (ultra-wideband) exposure.

### **LITERATURE:**

1. Kelly-Detwiler, P. (July 31, 2014) *Failure to Protect U.S. Against Electromagnetic Pulse Threat Could Make 9/11 Look Trivial Someday.*

2. *Research Focused On Improving the Electrical Grid, The Virginia Engineer, vol. LXI, no. 4 (April 2012), pp. 4-6.*

## **АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВПЛИВУ**

*О.В. Шефер, д.т.н., професор,*

*Д.С. Піддубний, аспірант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*



УДК 621.391

*Р.М. Царьков, аспірант,*

*Н.В. Єрмілова, доцент*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ АЛГОРИТМІВ ФАЗОВОГО АВТОПІДСТРОЮВАННЯ ЗА ОЗНАКОВИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ СИГНАЛІВ В ОПТИЧНИХ СИСТЕМАХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ**

Оптичні телекомунікаційні системи здатні забезпечити високу швидкість і пропускну спроможність при передачі даних на великі відстані. Ефективність та точність фазового автопідстроювання в оптичних системах мають вирішальне значення для забезпечення надійності передачі інформації. Метою поведеного дослідження є аналіз різноманітних алгоритмів, які використовуються в оптичних телекомунікаційних системах для фазового автопідстроювання, що дозволяє оцінювати їх застосування та ефективність у різних сценаріях передачі, а також виявляти сильні і слабкі сторони [1].

Для аналізу алгоритмів була розроблена методологія, що враховує ознакові характеристики сигналів. Вона включає визначення метрик і критеріїв оцінки ефективності, а також методику збору і обробки даних для порівняння. Для досягнення цілей дослідження використовувалися реальні дані, отримані з оптичних телекомунікаційних систем; ці дані представляють різноманітні умови передачі сигналів, що дозволяє оцінювати продуктивність різних алгоритмів у реальних сценаріях [2].

Передача інформації проводилася на різних швидкостях, з різною модуляцією, різною довжиною хвилі і різних відстанях, при цьому була здійснена обробка та попередня фільтрація даних для видалення шуму.

Для аналізу використовувалися відомі популярні алгоритми фазового автопідстроювання:

- Costas-променівський метод;
- метод максимальної правдоподібності (ML);
- алгоритми на основі фазового замикання (PLL).

Параметри кожного алгоритму були налаштовані відповідно до характеристик зібраних даних. Були визначені такі ознакові характеристики сигналів: модуляція, частота, фаза, амплітуда та їх часові зміни.

Запуск алгоритмів фазового автопідстроювання здійснювався з моніторингом процесу підстроювання та записом результатів, включаючи можливу фазову помилку.

Одночасно оцінювався час збіжності, який був потрібний кожному алгоритму для правильного фазового налаштування, а також продуктивність алгоритмів у різних умовах передачі оптичного сигналу. Для оцінки продуктивності використовувалися такі метрики, як коефіцієнт помилок бітів (BER) та коефіцієнт якості сигналу (SNR) [3].

Після цього проводилося обчислення статистичних характеристик, таких як середнє значення, стандартне відхилення для кожної ознаки, при цьому застосовувалися методи аналізу дисперсії та кореляції для визначення зв'язків між ознаками та продуктивністю різних алгоритмів.

В результаті проведеного дослідження були отримані детальні дані про продуктивність різних алгоритмів фазового автопідстроювання при використанні ознак сигналів, котрі дозволяють встановити, який алгоритм найкраще підходить для конкретних сценаріїв передачі даних, наприклад при високих швидкостях передачі або на великих відстанях. Також були виявлені оптимальні параметри оптичних систем зв'язку, такі як швидкість передачі, довжина хвилі та тип модуляції залежно від конкретних умов передачі даних.

Оцінка ефективності алгоритмів фазового автопідстроювання з урахуванням ознакових характеристик сигналів в оптичних телекомунікаційних системах є важливим кроком в оптимізації та вдосконаленні оптичних мереж зв'язку, це може призвести до більш ефективної та надійної передачі даних в оптичних системах, що сприятиме розвитку сучасних телекомунікаційних технологій.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Smith J. Comparative analysis of phase-locked loop algorithms for optical communication systems. // *Optical Communications Journal*, v 45, № 3, 2022. – P. 345-362.

2. Johnson S. Phase estimation in optical communication systems. // *Journal of Optical Engineering*, v 28, № 5, 2021. – P. 567-580.

3. Williams D. Feature-based phase synchronization in optical transmission. // *Proceedings of the IEEE Conference on Optical Communications*, 2022. – P. 112-125.

4. Brown M. Performance evaluation of phase recovery algorithms in coherent optical systems. // *Journal of Optical Networking*, v.14, № 2, 2020.– P. 145-158.

#### **ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF PHASE AUTO-TUNING ALGORITHMS BASED ON SIGNAL FEATURE CHARACTERISTICS IN OPTICAL TELECOMMUNICATION SYSTEMS**

*R. Tsarkov, postgraduate student,*

*N. Yermilova, Ph.D., Associate professor*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

УДК 621.313.26

*О.С. Жученко, к.т.н., доцент,  
Р.М. Сталинський, магістрант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **РОЗРОБКА ПРОЄКТУ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ ПІДПРИЄМСТВА З СИСТЕМОЮ ЗАХИСТУ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ**

Комунікація є смисловим аспектом соціальної взаємодії, однією із найбільших загальних характеристик будь-якої діяльності. Комунікацію можна визначити як форму зв'язку, як один із проявів обміну інформацією між живими істотами, у процесі їх безпосереднього спілкування або за допомогою технічних засобів. Дослідження показують, що працівники, зайняті в проектній діяльності, 50-80% усього часу витрачають на комунікації. Це здається дуже багато, але стає зрозумілим, якщо врахувати, що працівник займається цим постійно, щоб реалізувати свої ролі у міжособистих відносинах, інформаційному обміні та процесах прийняття рішень. Саме тому, важливо правильно організувати обмін інформації на підприємстві, найпростішим і надійнішим способом реалізації цього завдання є організація комп'ютерної мережі на підприємстві.

Найбільш значною перевагою яка забезпечило комп'ютерним мережам їх поширеність є можливість віртуальної роботи з інформацією. При цьому сама інформація може зберігатися в одній або різних точках мережі, а доступ до неї може здійснюватися з будь-якого робочого місця співробітника. Також, позитивними аспектами використання комп'ютерної мережі на підприємстві є можливість спільного використання апаратних та програмних ресурсів, що суттєво зменшує витрати на забезпечення процесу виробництва.

Важливим аспектом взаємодії всередині комп'ютерної мережі є забезпечення інформаційної безпеки. Основні проблеми захисту інформації при роботі в комп'ютерних мережах можна умовно поділити на три типи: перехоплення, модифікація інформації та підміна авторства. Рішення проблем захисту електронної інформації базується на використанні наступних методів захисту інформації, таких як: технічний, інженерний, організаційний та криптографічний методи.

Розглядаючи питання створення та експлуатації комп'ютерних мереж слід мати на увазі наступні визначення та поняття:

- реальна система (real system) – сукупність одної або кількох ЕОМ, програмного забезпечення, периферійного обладнання, терміналів та персоналу, яка повністю автономна й отримує та передає дані;
- реальна остаточна система (real end system) – реальна система, яка виконує в мережі функції станції даних, тобто є джерелом або приймачем даних;
- відкрита система (open system) – система, яка побудована і функціонує з дотриманням вимог міжнародних стандартів;

- комунікаційна система (communication system) – реальна відкрита система, яка забезпечує обмін даними між абонентськими системами у відкритій інформаційній системі;
- абонентська система (user system) – реальна відкрита система, яка є постачальником або споживачем ресурсів мережі, забезпечує доступ до них користувачів і керує взаємозв'язком відкритих систем;
- прикладний процес (application process) – процес у реальній остаточній системі, який обробляє дані для визначених потреб користувачів;
- середовище передавання даних (transmission medium) – сукупність ліній передавання даних та, можливо, іншого обладнання, яке забезпечує передавання даних між абонентськими системами;
- середовище зв'язку відкритих систем (open system interchange environment) – сукупність функцій, які дають можливість реальним відкритим системам обмінюватись даними відповідно до міжнародних стандартів.

### ЛІТЕРАТУРА:

1. *Комп'ютерні мережі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [MirZnaniy.com/a/120994/kompyutern-merezh](http://MirZnaniy.com/a/120994/kompyutern-merezh)*
2. *Основні характеристики сучасних комп'ютерних мереж [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [informatika.udpu.edu.ua/?page\\_id=2797](http://informatika.udpu.edu.ua/?page_id=2797)*
3. *Організація локальної обчислювальної мережі агентства нерухомості [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [MirZnaniy.com/a/120889/organzatsya-lokalno-obchisl...gentstva-nerukhomost](http://MirZnaniy.com/a/120889/organzatsya-lokalno-obchisl...gentstva-nerukhomost)*

### **DESING OF A CORPORATE COMPUTER NETWORK WITH INFORMATION PROTECTION SYSTEM**

*O. Zhuchenko, Ph.D., Associate professor,*

*R. Stalynskyi, Master's Student*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

**УДК 621.313.26**

*Н.В. Єрмілова, доцент,*

*Ю.С. Ярошенко, магістрант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

### **МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ ОБЛАДНАННЯ БУРОВИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ЕЛЕКТРОБУРІННЯ**

В наш час в Україні близько третини бурових установок мають електричний привод основних механізмів, причому ці установки забезпечують виконання близько 70% усього об'єму бурових робіт [1]. Широко відомі три види оберտального буріння нафтогазових свердловин: роторне, турбінне і буріння електробурами. Хоча електробурами зараз бурять близько 1,5% свердловин, цей

вид буріння вважається доволі перспективним в майбутньому завдяки можливості широкої автоматизації процесу [2].

При бурінні електробуром долото обертається за допомогою маслонаповненого забійного електродвигуна, який має малий діаметр і значну довжину. Сам електробур опускається в свердловину на бурильних трубах, через які прокачується промивна рідина. Електроенергія до нього підводиться по кабелю, котрий вмонтовано всередину бурильних труб, що дозволяє обертати ведучу трубу при нарощуванні.

До переваг можна віднести те, що характеристики електробура майже не змінюються під час всього його строку експлуатації за рахунок герметичного виконання, а зміна моменту опору на долоті в процесі буріння впливає на величині струму й потужності двигуна електробура, що дає можливість керувати процесом буріння в автоматичному режимі.

Режим роботи електробура практично не залежить від кількості бурового розчину, що прокачується для вимивання вибуреної породи на поверхню. Однак через те, що буріння нових та розгалуження діючих свердловин проводиться на глибині від 2 км до 5 км, відчутними стають втрати напруги в струмопідводі. Внаслідок цього зменшується напруга на затискачах електродвигуна електробура, що призводить до таких негативних явищ як зменшення пускового та номінального крутного моменту. Різні опори жил кабелю і колони бурильних труб призводять до виникнення несиметрії струмів у обмотці статора занурювального електродвигуна. Знижена напруга живлення і несиметрія струмів призводять до перегріву електродвигуна, швидкого старіння ізоляції обмотки статора, пробоїв струмопровідного кабелю та відмови електробура. Також до недоліків можна віднести невеликий міжремонтний період електробура [3].

Відомі два види приводів, які використовуються для управління електробурами – це ТП-Д (тиристорний електропривод постійного струму) і ТПЧ-АД (тиристорний перетворювач частоти – асинхронний двигун).

В системі ТП-Д двигун постійного струму отримує живлення від тиристорного перетворювача (ТП), що перетворює змінний струм у постійний. Це дозволяє плавно регулювати кутову швидкість двигуна, обертовий момент та інші параметри. У загальному випадку тиристорний перетворювач включає в себе керований випрямляч, систему імпульсно-фазового управління, зрівняльний й згладжуючий реактори і підключається до силового трансформатору. Широке використання цього електроприводу для електробуріння забезпечує ряд переваг: висока швидкодія, компактність, високий ККД і діапазон регулювання швидкості обертання (10:1). Але разом з цим існує також ряд недоліків: висока вартість двигуна, погіршення комутації, низький коефіцієнт потужності, значне спотворення форми споживаного струму з мережі.

В системі ТПЧ-АД здійснюється перетворення трифазної змінної напруги частотою 50 Гц у змінну напругу підвищеної частоти для плавного регулювання в широких межах частоти обертання асинхронного двигуна. При цьому для

збереження струму та інших параметрів двигуна такими ж, як і при номінальній частоті, необхідно одночасно зі зміною частоти змінювати і напругу джерела живлення двигуна. Такий спосіб управління частотою обертання асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором дозволяє зберегти високий ККД. До переваг даного електроприводу можна віднести: економічне (без великих втрат потужності) плавне регулювання швидкості асинхронного двигуна в широкому діапазоні (60:1), високий ККД, висока жорсткість механічних характеристик. Недоліками є досить складна система управління, великі габарити і відносно висока вартість вихідної енергії.

Можна зробити висновок, що для керування приводом електробура краще використовувати систему ТПЧ-АД, бо в даному випадку її переваги значно перевищують недоліки у порівнянні з системою ТП-Д. Найбільш вагомими перевагами являються широкій діапазон регулювання швидкості та стійкість до перевантажень, що є дуже важливим у такому складному технологічному процесі, як буріння.

### **ЛІТЕРАТУРА:**

1. Федорів М.Й. Шляхи підвищення надійності та енергоефективності електроенергетичного обладнання бурових установок /М.Й. Федорів, І.Д. Галушак, М.М. Рибій. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2015. – С.196-199.

2. Діхтяренко К.В. Перспектива відродження електробуріння / К.В.Діхтяренко, В.П.Червінський // Нафта і газ України: матеріали 9-ої міжнар. наук.-практич. конф. «Нафта і газ України – 2013», м. Яремча, 4-6 вересня 2013 р. – Л.: «Центр Європи», 2013. – С.59-60.

3. Гутак О.В. Аналіз зв'язків показників ефективності процесу буріння на засадах системного підходу / О.В. Гутак, Г.Н. Семенцов // Нафтогазова енергетика. – 2009. – № 2(11). – С.94-99.

### **METHODS OF INCREASING ENERGY EFFICIENCY AND RELIABILITY OF DRILLING RIG EQUIPMENT FOR ELECTRIC DRILLING**

*N. Yermilova, Ph.D., Associate professor,*

*Y. Yaroshenko, Master's Student*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

**УДК 621.396**

*М.А. Штомпель, д.т.н., професор,*

*В.Ю. Швидкий, магістрант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

### **АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ПАСИВНИХ ОПТИЧНИХ МЕРЕЖ**

Сучасний світ неможливо уявити без інформаційних технологій. Вони проникли в усі сфери життя людини, від освіти і науки до бізнесу і розваг.

Інформаційні технології змінили спосіб, яким ми спілкуємося, працюємо, навчаємося і навіть проводимо вільний час. Одним з ключових елементів інформаційних систем є мережі передачі даних.

Мережі передачі даних - це системи, які забезпечують обмін інформацією між різними пристроями. Вони можуть бути дротовими або бездротовими, локальними або глобальними. Особливе місце серед них посідають пасивні оптичні мережі (Passive Optical Network, PON).

Гігабітний доступ GPON (Gigabit Passive Optical Network) є типом точка-багатоточкової оптичної мережі, де пасивні розгалужувачі в оптичному волоконному розподільному каналі відіграють ключову роль. Ця технологія дозволяє ефективно використовувати одне оптичне волокно, що походить від центрального офісу постачальника, для обслуговування кількох будинків і невеликих підприємств.

Основна особливість GPON полягає у використанні пасивних розгалужувачів (Splitter) в оптоволоконній розподільній мережі (ODN). Пасивні розгалужувачі не вимагають живлення, тому GPON є економічним і надійним рішенням для побудови великих мереж доступу.

З іншого боку, WDM-PON, що означає пасивну оптичну мережу з мультиплексуванням з поділом по довжині хвилі, є технологією мережі доступу з потенціалом для трансформаційних змін в інфраструктурі операторів зв'язку. WDM-PON представляє логічну архітектуру "точка-точка", засновану на принципах, що базуються на довжині хвилі, яка накладається на фізичну топологію "точка-багатоточка". Цей інноваційний підхід використовує технології мультиплексування і демультимплексування WDM для розділення сигналів даних на окремі вихідні сигнали, які можуть бути пов'язані з різними будівлями або домогосподарствами. Таке апаратне розділення трафіку надає клієнтам переваги, притаманні безпечним і масштабованим з'єднанням "точка-точка", дозволяючи при цьому операторам підтримувати надзвичайно низьку кількість волокон. Як наслідок, це призводить до значного зниження експлуатаційних витрат. У сучасному мережевому ландшафті WDM-PON стає ключовою технологією, особливо в контексті розвитку магістральної інфраструктури 5G [1].

XG-PON, яку також називають 10G-PON, являє собою вдосконалення технології GPON, пропонуючи основу для переходу на швидкість прийому сигналу 10 Гбіт/с для низхідних користувачів і 2,5 Гбіт/с для висхідних користувачів. У контексті XG-PON низхідний сигнал для кінцевих користувачів працює в спектральному діапазоні від 1575 нм до 1580 нм, тоді як висхідний сигнал для користувачів знаходиться в діапазоні від 1260 нм до 1280 нм. Ця технологія, 10G-PON, повністю повторює архітектуру "точка-багатоточка" (P2MP), характерну для GPON, і демонструє універсальність у застосуванні різних сценаріїв доступу, включаючи, але не обмежуючись ними: fiber to the home (FTTH), fiber to the building (FTTCell), fiber to the building (FTTB), fiber to the curb (FTTCurb), і fiber to cabinet (FTTCabinet) [2].

Таблиця 1 – Порівняння технічних характеристик GPON, XG-PON та WDM-PON

	GPON	XG-PON	WDM-PON
Висхідний потік (nm)	1260-1360	1260-1280	Множина
Низхідний потік (nm)	1480-1500	1575-1580	Множина
Швидкість висхідної лінії	1.2Gbps	2.5/10Gbps	1Gbps
Швидкість низхідної лінії	2.5Gbps	10Gbps	1Gbps
Співіснування GPON	Ні	Так	Так

Отже, вибір технології PON залежить від конкретних потреб оператора телекомунікацій. Якщо оператору потрібна максимальна пропускна здатність, то він повинен вибрати WDM-PON. Якщо оператору потрібна недорога технологія з хорошим співвідношенням ціни та якості, то він повинен вибрати GPON. Якщо ж потрібна технологія з пропускною здатністю, яка вище, ніж у GPON, але нижче, ніж у WDM-PON, то він повинен вибрати XG-PON.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Розорінов Г.М. *Високошвидкісні волоконно-оптичні лінії зв'язку. Навчальний посібник / Г.М. Розорінов, Д.О. Соловійов. – [Б. м.] : Ліра К, 2014. – 196 с.*
2. *WDM-PON vs GPON vs XG-PON | FS Community [Електронний ресурс] // Knowledge. – Режим доступу: <https://community.fs.com/article/wdm-pon-versus-gpon-and-xg-pon.html> (дата звернення: 26.9.2023).*

#### ANALYSIS OF PASSIVE OPTICAL NETWORK TECHNOLOGIES

*M. Shtompel, Doctor of Technical Sciences, Professor,*

*V. Shvydkiy, master student*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

**УДК 621.9+004.8**

*В.Д. Рубан, аспірант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

#### ІНТЕГРАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ. КЛЮЧОВІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ТА ВИКЛИКИ

Сектор телекомунікацій більше не обмежується наданням базових телефонних та Інтернет-послуг, а є центром широкого впровадження передових технологій, на чолі з мобільними та широкосмуговими послугами 5G в епоху



Інтернету речей (IP). Очікується, що це зростання продовжиться завдяки швидкому впровадженню штучного інтелекту в телекомунікації для підтримки великих мереж і клієнтів. Штучний інтелект показав, що відіграє ключову роль у стратегіях цифрової трансформації телекомунікаційних операторів, оскільки він вирішує ключові виклики, з якими сьогодні стикаються телекомунікації.

Поточні виклики, які ШІ може вирішити:

#### 1. Ускладнення керування мережею:

Згідно даних платформи Statista, обсяг даних глобального споживчого IP-трафіку щороку невпинно зростає. Так, з 2017 по 2022 другий рік трафік збільшився із 100 до 333 екзабайт на місяць і продовжуватиме зростати і надалі [1], що провокує більш складне і дороге управління мережею. Багато функцій, пов'язаних з ефективним функціонуванням мережі, можна автоматизувати, значно покращуючи продуктивність мережі, усунення несправностей і безпеку.

#### 2. Відсутність аналізу даних:

Телекомунікаційним компаніям важко використовувати величезні обсяги даних, зібраних роками з їхніх величезних баз клієнтів. Дані можуть бути фрагментованими або зберігатися в різних системах, неструктурованими та без категорій або просто неповними та не дуже корисними.

#### 3. Переповнений ринок:

Клієнти телекомунікацій вимагають вищої якості послуг і кращого клієнтського досвіду, і, як відомо, вони особливо чутливі до відтоку, коли їхні потреби не задовольняються.

Можливості розвитку та інтеграції ШІ в телекомунікаційні системи:

1. Автоматизація процесів за допомогою роботизації (RPA) у системах телекомунікацій:

RPA-боти запрограмовані так на відтворення взаємодії людини з елементами графічного інтерфейсу, що робить їх ідеальними кандидатами для автоматизації обробки даних у телекомунікаційній галузі. Наприклад: перетворення неструктурованих даних у структуровані та зчитувані машиною дані, виконання процесів вилучення, трансформації та завантаження (ETL) і підтримка аудиторського сліду передачі даних, перехресна перевірка даних з різних джерел і очищення їх від дублікатів і помилок. Також, згідно даних Deloitte, телекомунікаційні компанії є великою мішенню для кібератак, оскільки вони контролюють критичну національну та міжнародну інфраструктуру та зберігають значну кількість особистих даних клієнтів [3]. Боти RPA можуть допомогти постачальникам телекомунікаційних послуг уникнути кіберзагроз за допомогою: автоматизації управління привілейованими даними, автоматизації оновлень програмного забезпечення та завантаження виправлень виявлення несанкціонованого доступу та повідомлення про нього спеціалізованих співробітників, проведення пошуків кіберзагроз і тестів на проникнення, виявлення зловмисних програм і вірусних атак за допомогою NLP для виявлення зловмисних слів в отриманих електронних листах і посиланнях.

#### 2. Прогнозне технічне обслуговування:

Прогнозне технічне обслуговування постійно аналізує стан підключених активів і обладнання. ШІ може збирати кілька типів даних для створення детальних моделей, які відображають стан обладнання та те, як це обладнання використовується. Таким чином, телекомунікаційні фірми можуть постійно контролювати саме те обладнання, яке може вийти з ладу згідно закономірностей у попередньо зібраних даних. Впровадження штучного інтелекту в телекомунікаційних компаніях також дозволяє операторам зв'язку завчасно вирішувати проблеми з комунікаційним обладнанням, таким як вежі стільникового зв'язку, лінії електропередач, серверами центрів обробки даних і навіть тунерами вдома у клієнтів.

### ЛІТЕРАТУРА:

1. *Global data volume of consumer IP traffic 2022* | Statista [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.statista.com/statistics/267202/global-data-volume-of-consumer-ip-traffic/>

2. *2023 Telecom Industry Outlook* | Deloitte US [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/technology-media-and-telecommunications/articles/telecommunications-industry-outlook.html>

3. *Telecommunications - Cyber Executive Briefing* | Deloitte | Analysis [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.deloitte.com/global/en/services/risk-advisory/research/Telecommunications.html>

4. *Predictive Analytics in Telecom: How Deep Learning Is Bringing a New Competitive Edge* [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://nexocode.com/blog/posts/predictive-analytics-in-telecom-how-deep-learning-is-bringing-a-new-competitive-edge/>

5. *AI's role in network management* | D-Link UK [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://eu.dlink.com/uk/en/resource-centre/blog/ai-s-role-in-network-management>

### **INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN TELECOMMUNICATION SYSTEMS AND NETWORKS. KEY DIRECTIONS OF DEVELOPMENT AND CHALLENGES**

**V. Ruban**, *postgraduate*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

## ОГЛЯД СУЧАСНИХ МЕТАЛООБРОБНИХ ВЕРСТАТІВ

Сучасні багатофункціональні машини та промислові роботи оснащені багатомоторними електроприводами, які переміщують напрямні елементи по множині координатних осей. Управління роботою верстата здійснюється через загальну систему, яка формує команди за заданою програмою в цифровому вигляді. Завдяки створенню потужних мікроконтролерів, які складають програмне ядро програмного числового керування, з їх допомогою можуть виконуватися багато геометричні та технічні операції в автоматичному режимі, а також безпосередньо в системах електроприводу та електроавтоматики.

В даний час існує багато різних типів електроприводів для верстатів. Процес обробки металу різанням здійснюється за допомогою взаємного руху обробленої заготовки і різця.

При обробці прийнято розрізняти основні та допоміжні дії.

До основних належать головний рух різання з максимальною швидкістю та потужністю для забезпечення необхідної сили різання та рух подачі, необхідний для переміщення заготовки з постійною швидкістю по просторовій траєкторії. Щоб надати поверхні виробу певної форми, робочий орган верстата із заданою швидкістю і зусиллям проводить потрібну траєкторію. Електроприводи формують робочим органам обертальний і поступальний рух, поєднання яких забезпечує необхідне взаємне переміщення.

Необхідний діапазон регулювання швидкості обертання залежить від діаметрів оброблюваних виробів, їх матеріалів і багатьох інших факторів. В сучасних автоматизованих верстатах з числовим програмним керуванням привід головного руху виконує ускладнені функції, пов'язані з нарізуванням різьби, обробкою деталей різного діаметра і багато інших.

У приводах подач також потрібні досить великі діапазони зміни швидкості. Часто швидке переміщення робочих органів в зону обробки також здійснюється за допомогою приводу подач, що значно збільшує діапазон зміни швидкості і ускладнює системи управління приводами.

Механічна частина приводу може являти собою складні кінематичні структури. Зазвичай виділяють такі елементи [1]:

1. Ротор електродвигуна, який створює крутний момент (момент або гальмо).

2. Механічна передача, тобто система, що визначає тип руху (обертання, поступальний рух) і швидкість руху (редуктор).

3. Робоче тіло, яке перетворює кінетичну енергію в корисну роботу.

Верстат оснащений наступною системою електроприводу:

1. Транзисторний або тиристорний перетворювач - двигун постійного струму (ДПС).

## 2. Перетворювач частоти – асинхронний двигун.

Електроприводи як постійного, так і змінного струму підходять для приводу основних рухів машини. Враховуючи такі фактори, як приблизно однакова вартість перетворювачів постійного і змінного струму та наявність щіткових колекторних вузлів у двигунах постійного струму, в якості основного приводу верстатів краще використовувати приводи змінного струму без редукторів, що є доцільним. Для виготовлення безредукторних електроприводів найбільше підходять синхронні двигуни постійного струму, форма яких варіюється від дископодібної (для електроколес) до штифтової (для верстатів).

### ЛІТЕРАТУРА:

1. *Механічна частина приводу. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.energyland.info/files/library/c70a04472193bf16f0cafefbed4978ae.pdf>*

### OVERVIEW OF MODERN METALWORKING MACHINES

*V. Yanckovskij, master*

*National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic"*

**УДК 004.05**

*П.Є. Пустовойтов,*

*В.С. Бреславець,*

*Д.В. Удалов,*

*Г.Ю. Мартиненко*

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»*

### КОНЦЕПЦІЯ ДЕНОРМАЛІЗАЦІЇ БАЗИ ДАНИХ У РОЗРОБЦІ ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ

Швидкість роботи інформаційної системи є одним з найважливіших факторів, що характеризують якість програмного забезпечення. Нормалізація даних зазвичай, дуже корисна для проектування баз даних. Однак вона не є універсальним або вичерпним засобом підвищення якості проектування баз даних для великих корпоративних проєктів та інформаційних систем. Це пов'язано із тим, що у структурах баз даних існує безліч похибок і дефектів, які неможливо усунути за допомогою нормалізації. При цьому нормалізація суттєво знижує швидкість вибірки даних. Тому **метою доповіді** є підвищення швидкості роботи інформаційної системи з підтримкою цілісності даних.

У нормалізованих базах даних для отримання інформації виконання декількох операцій об'єднання робить запити більш складними та менш ефективними, особливо під час роботи з великим обсягом даних [1]. Нормалізація може привести до створення великої кількості таблиць, що ускладнює розуміння структури бази даних та ускладнює обслуговування [2]. Крім того, у випадку нормалізованих баз даних слід зберігати додаткові ключи

та індекси, що призводить до збільшення обсягу даних, що зберігаються та зниженню продуктивності [3, 4]. При роботі з великим обсягом даних потрібно більше часу і ресурсів [5], особливо коли базу оптимізовано неправильно [6, 7].

Денормалізація є упереджене руйнування нормальних форм з метою підвищення продуктивності. Вона створює надлишковість даних та вимагає додаткових дій для підтримки цілісності бази даних. Таким чином застосування денормалізації може бути виправданим для оптимізації роботи з даними. Однак денормалізацію бази даних слід здійснювати вибірково та тільки у випадку, коли без неї обійтися неможна.

### ЛІТЕРАТУРА:

1. Michael J. Donahoo, Gregory D. Speegle (2010) *SQL Practical Guide for Developers*. Morgan Kaufmann
2. Kleppmann, M. (2017). *Designing Data-Intensive Applications*. O'Reilly Media.
3. Winand, M. (2012). *SQL Performance Explained*. Markus Winand
4. Kyte, T. A. (2003). *SQL Performance Tuning*. O'Reilly Media
5. Jon Heller (2022) *Pro Oracle SQL Development Best Practices for Writing Advanced Queries*. Apres
6. Bill Karwin (2022) *SQL Antipatterns, Volume 1: Avoiding the Pitfalls of Database Programming*. Pragmatic Bookshelf
7. Frank Solomon, Prashanth Jayaram, Awni Al Saqqa. (2019) *The SQL Workshop A New, Interactive Approach to Learning SQL*. Packt Publishing

### THE CONCEPT OF DATABASE DENORMALIZATION IN THE DEVELOPMENT OF SOFTWARE COMPLEXES

*P. Pustovoitov,*

*V. Breslavets,*

*D. Udalov,*

*H. Martynenko*

*National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»*

**УДК 621.311**

*А.В. Трет'як, к.т.н., доцент,*

*Д.А. Здоровченко, магістрант*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

### ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ

З 1 жовтня 2014 року в Україні введено в дію ДСТУ EN 50160:2014, який є ідентичним європейському стандарту EN 50160:2010. Але, при цьому міждержавний стандарт ГОСТ13109-97 не втратив чинності, тобто, в Україні

існують два стандарти, в яких є деякі норми щодо якості напруги електропостачання, що суперечать один одному.

Таблиця 1

Показник	Допустиме значення показника	
	ДСТУ EN 50160:2014	ГОСТ13109-97
Відхилення напруги	визначає відхилення напруги у межах $\pm 10\%$ від $U_n$ . До особливо віддалених користувачів зміни напруги не мають перевищувати значення від $-15\%$ до $+10\%$ від $U_n$ . Не передбачає використання термінів «допустимого» та «граничного» значення відхилення напруги	визначає допустиме та гранично допустиме відхилення напруги, які становлять відповідно $\pm 5\%$ від $U_n$ та $\pm 10\%$ від $U_n$
Відхилення Частоти	- для систем, які синхронно підключено до ОЕС – $50 \text{ Гц} \pm 1\%$ протягом $99,5\%$ часу за рік; $50 \text{ Гц} +4\%/-6\%$ протягом $100\%$ часу вимірювання; - для систем, які функціонують без синхронного підключення до ОЕС: $50 \text{ Гц} \pm 2\%$ протягом $95\%$ часу за тиждень; $50 \text{ Гц} \pm 15\%$ протягом $100\%$ часу вимірювання	допустиме відхилення частоти становить $\pm 0,2 \text{ Гц}$ , а гранично допустиме $\pm 0,4 \text{ Гц}$
Несиметрія напруги	небаланс напруги визначається лише за зворотною послідовністю. В стандарті прописано, що $95\%$ середньоквадратичних значень напруги зворотної послідовності мають бути в межах від $0\%$ до $2\%$ від напруги прямої послідовності, за нормальних робочих умов, усереднених на 10-хвилинному проміжку	визначає нормально допустиме та гранично допустиме значення коефіцієнта несиметрії напруги як за зворотною, так і за нульовою послідовностями в точках загального приєднання до чотирипровідних електричних мереж з номінальною напругою $0,38 \text{ кВ}$ , що дорівнює $2\%$ і $4\%$ відповідно (усереднено за 3 с)
Доза флікера	за нормальних робочих умов у будь-якому тижневому періоді показник довгочасного флікера, спричинений коливанням напруги, має буди не більшим 1 для $95\%$ часу споживання	для короткочасної дози флікера за коливання напруги з формою, що відрізняється від меандра, рівною $1,38$ , та для довгочасної – $1,0$ . В точках загального підключення споживачів електричної енергії, які мають лампи накаливання в приміщеннях, де потребується значна зорова напруга, рівно 1 для короткочасної дози флікера та $0,74$ для довгочасної
Коефіцієнт викривлення синусоїдальності кривої напруги	сумарний коефіцієнт гармонічних спотворень СКГС напруги електропостачання має бути не більшим $8\%$ від діючого значення напруги основної частоти	визначено нормально та гранично допустимі значення коефіцієнту викривлення для різних класів номінальної напруги

Питання невідповідності зазначених стандартів номінальних значень низької напруги також заслуговує окремого розгляду. Незважаючи на те, що європейські стандарти вимагають значення  $230/400 \text{ В}$ , багато національних стандартів вимагають значення  $220/380 \text{ В}$ .

На світовому ринку є багато компаній, які випускають інструменти для вимірювання параметрів електроенергії, які можна класифікувати як показники якості електроенергії (ПЯЕ). Сюди входять вимірювальні системи, реєстратори, спектроаналізатори та спеціалізовані мультиметри.

Деякі прилади можуть бути незручними та функціонально складними. Через те, що кожен прилад контролю ПЯЕ має свої конструктивні або програмні недоліки, дуже важко знайти ідеальний прилад, який задовольнив би всі потреби.



а) «Парма РК3.02»; б) АКЕ-824; в) PQM-703

Використання того чи іншого приладу вимірювання ПЯЕ повинно бути економічно обгрунтованим та логічним з точки зору функціональних особливостей.

Розрізняють основні та додаткові критерії якості електроенергії. Основні показники якості електроенергії представлені на рисунку 2.



Рис. 2. Основні показники якості електричної енергії

Додаткові показники якості електроенергії, що представляють собою форми записи основних показників якості електроенергії та використовувані в інших нормативно-технічних документах (рис.3).

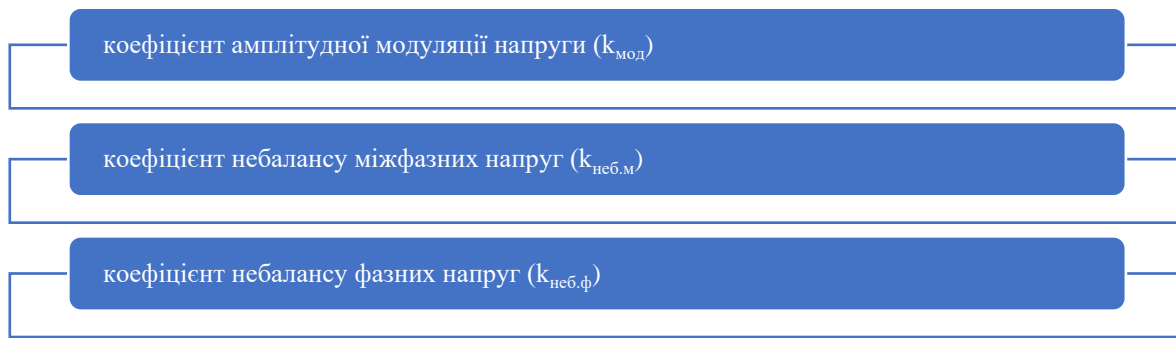


Рис. 3. Додаткові показники якості електричної енергії

Як відомо, існує дві основні групи спотворень якості електричної енергії: стаціонарні (або квазістаціонарні) і спотворення, що змінюються у часі.

Для поліпшення енергоефективності електричних мереж потрібно виробляти шляхом зниження втрат електроенергії, які зумовлені низькою якістю. Заходи щодо підвищення якості електроенергії поділяють на технічні та організаційно-технічні.

Якість електроенергії складається з багатьох характеристик. Напруга, синусоїдальність напруги, частота та симетрія трифазної системи напруги є одними з основних властивостей. Показники якості електроенергії зазвичай описують кожну властивість, і нормативні значення показників якості електроенергії регулюють необхідну якість. Щоб вирішити проблему підвищення якості електроенергії, необхідно впровадити організаційно-технічні заходи, зокрема АСКОЕ, оскільки це найефективніший спосіб зменшення втрат електроенергії. А також з метою уникнення розбіжностей визначення ПЯЕ в Україні має бути здійснених комплекс додаткових заходів щодо приведення національної нормативної бази до вимог стандартів Європейського Союзу.

### ЛІТЕРАТУРА:

1. ГОСТ 13109-97 Электрическая энергия. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения: [Введ.01.01.2000]. – К.: Изд-во стандартов, 1998; Госстандарт Украины, с доп. и попр., 1999. – 31 с.
2. ДСТУ EN 50160:2014 (EN 50160:2010, IDT) Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності. [Чинний з 1.10.2014]. – К.: Держстандарт України, 2014. – 27 с.
3. Бунько В.Я. Питання якості електричної енергії в розподільних пристроях систем електропостачання. Молодий вчений. 2016. № 1 (28). Ч. 3. С. 99-103.
4. Казанський С.В. Надійність електроенергетичних систем: навчальний посібник [Текст] / С.В. Казанський, Ю.П. Матесенко, Б.М. Сердюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 216 с. – ISBN 978-966-622-453-1.
5. Охріменко В. М. Споживачі електричної енергії : підручник / В. М. Охріменко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків :



## **FEATURES OF ELECTRICAL QUALITY RESEARCH ENERGY IN UKRAINE**

*A. Tretiak, Ph.D., Associate Professor,*

*B. Zdorovchenko, student*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

**УДК 004.4'242**

*В.В. Гавриленко, д.ф.-м.н., професор,*

*А.В. Огарков, старший викладач*

*Національний транспортний університет, Київ*

## **ІНСТРУМЕНТАРІЙ РОЗРОБКИ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ**

Основою прогресу в розробці програмного забезпечення є впровадження нових підходів та інструментів. Таке впровадження має певну вартість та ризики, тож воно має бути обґрунтованим. З появою та поширенням інструментів, що працюють на основі штучного інтелекту, постає питання про можливість та доцільність їх використання у розробці прикладних інформаційних систем. Відповідно, перспективи впровадження таких та подібних інструментів будуть залежати від їх ефективності у вирішенні типових робочих завдань розробників програмного забезпечення.

Важливо враховувати, що інструменти, що базуються на штучному інтелекті, відрізняються від традиційних програмних засобів тим, що вони не завжди гарантують 100% правильність результату своєї роботи. Ця особливість виникає з того, що штучний інтелект оперує моделями, які були натреновані на великих наборах даних за допомогою статистичних методів. Внаслідок цього, користувач, який використовує такі інструменти, повинен бути готовий до того, що результати їхньої роботи буде ймовірнісним та може містити помилки.

Відповідно, ця несхожість інструментів на основі штучного інтелекту відносно традиційних засобів робить процес розробки більш відповідальним що вимагає постійної уваги користувача. Користувач повинен систематично перевіряти та аналізувати результати роботи інструментів, щоб вчасно виявляти можливі помилки та недоліки. Це призводить до додаткових зусиль і витрат часу, які виникають у процесі використання інструментів на основі штучного інтелекту, що зменшують позитивний ефект таких інструментів.

Яскравими представниками інструментів на основі штучного інтелекту є ChatGPT та GitHub Copilot, що працюють на основі великих мовних моделей GPT. ChatGPT, яким створено компанією OpenAI, є одним з найбільш загально визнаних інструментів на основі штучного інтелекту. Він спроможний генерувати текст на будь-якій темі та відповідати на питання, розуміючи

людську мову в контексті [1]. GitHub Copilot, натомість, спеціалізується на генерації програмного коду. Цей інструмент, розроблений спільно GitHub та OpenAI, пропонує на основі вже написаного коду варіанти продовження, що може пришвидшити вирішення типових робочих завдань. В опитуванні, яке проводила компанія GitHub серед своїх користувачів цього інструменту, 88% опитуваних зазначили збільшення власної продуктивності завдяки цьому інструменту [2]. Однак, треба зазначити, що ці результати є суб'єктивними, так як базуються на уявленнях користувачів про власну продуктивність, що піддаються впливу індивідуальних переконань та очікувань.

Відповідно, виникає потреба у проведенні експериментальних досліджень для отримання більш об'єктивної оцінки впливу інструментів, що працюють на основі штучного інтелекту, на продуктивність розробки прикладних інформаційних систем. Один з прикладів такого дослідження [3]: 95 професійних розробників, що найняли через фріланс платформу Upwork, поділили на дві групи (досліджувану та контрольну) та дали завдання написати HTTP сервер на мові JavaScript. Продуктивність вимірювалася двома метриками для кожної з груп: успіх у виконанні завдань та час їх виконання. Результати дослідження показали зростання швидкості виконання завдань на 55.8%.

Цікавою знахідкою цього дослідження було те, що менш досвідчені розробники програмного забезпечення мали більше відносне зростання продуктивності під час використання GitHub Copilot. Однак, треба зазначити, що в цьому дослідженні не відбувався контроль щодо якості коду, на що більш досвідчені розробники могли більше приділяти часу. Відповідно, виникає потреба у подальших дослідженнях з урахуванням інших важливих факторів, що впливають на обсяг технічного боргу та супроводжуваність коду.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. OpenAI, "Introducing ChatGPT" [Електронний ресурс] // OpenAI Blog – Режим доступу: <https://openai.com/blog/chatgpt>
2. Research: quantifying GitHub Copilot's impact on developer productivity and happiness. [Електронний ресурс] // The GitHub Blog — Режим доступу: <https://github.blog/2022-09-07-research-quantifying-github-copilots-impact-on-developer-productivity-and-happiness/>
3. Peng, Sida. The Impact of AI on Developer Productivity: Evidence from GitHub Copilot / Sida Peng, Eirini Kalliamvakou, Peter Cihon, Mert Demirer // arXiv - 2023.

## TOOLS FOR DEVELOPING APPLIED INFORMATION SYSTEMS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES

*V. Gavrilenko, doctor of physical and mathematical sciences, Professor,*

*A. Oharkov, Senior Lecturer*

*National Transport University, Kyiv*

**УДК 004.9**

*О.В. Іващенко, асистент,*

*С.С. Федін, д.т.н., професор*

*Національний транспортний університет, Київ*

## **ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ**

Однією з ключових переваг інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень (ІСППР) є властивість адаптації до різномірних даних, які характеризують процеси управління, що дозволяє підприємствам швидко та гнучко реагувати на змінні умови ринку.

У сучасному цифровому світі важливим інструментом підтримки прийняття рішень при управлінні процесами підприємств і організацій стають інтелектуальні інформаційні системи кластерного аналізу даних.

Застосування ІСППР на основі кластерного аналізу є важливим інструментом для організацій, оскільки дозволяє ефективно виявляти внутрішні залежності та закономірності в великих обсягах даних. Для успішного впровадження таких систем необхідно враховувати якість вхідних даних та правильно обирати методи кластеризації, а також забезпечувати постійний моніторинг та адаптацію аналітичних методів до потреб організації. Це дозволить організаціям підвищити ефективність управлінських рішень та покращити конкурентоспроможність.

Однак, разом з перевагами, існують і обмеження, які виникають під час застосування таких систем. До цих обмежень зокрема відноситься умова вірного вибору параметрів при вирішенні завдання кластеризації, неналежне виконання якої може призвести до спотворення результатів аналізу і, відповідно, прийняття невірних рішень. Крім цього існує потреба у значних обчислювальних ресурсах для обробки великих обсягів різномірних багатомірних даних, що характеризують різні управлінські процеси підприємств.

При таких обмеженнях для ефективного використання ІСППР важливим завданням є аналіз даних із використанням сукупності різних алгоритмів кластеризації у режимі реального часу, що дозволить підвищити достовірність сегментації схожих за ознаками даних для виявлення внутрішніх залежностей та закономірностей, які можуть бути використані для підвищення обґрунтованості управлінських рішень.

## **INTELLIGENT DECISION SUPPORT SYSTEM BASED ON CLUSTER ANALYSIS OF BUSINESS DATA**

*O. Ivashchenko, Assistant Lecturer,*

*S. Fedin, Doctor of Technical Sciences, Professor*

*National Transport University, Kyiv*

## АЛФАВІТНИЙ ВКАЗІВНИК

Автор	Сторінки	Автор	Сторінки
Бабич С.І.	116	Мигаль С.В.	25
Бедько І.О.	33	Митрофанов П.Б.	58
Безверхий О.І.	81	Михайленко Я.О.	91
Береславець В.С.	132	Михайліченко О.В.	72
Бібік М.	78	Мірошніченко Т.Ю.	118
Блиндарук А.О.	89	Мовін М.А.	20
Богатирьов Б.	31	Мурат М.О.	21
Боровик А.С.	37	Немирич Я.І.	42
Бороздін М.К.	100	Отарков А.В.	137
Борщов Д.С.	29	Олефіренко В.С.	53
Боряк Б.Р.	9, 64	Ошкодьоров Є.О.	34
Бунякіна Н.В.	93	Пащенко Я.С.	93
Бурда А.Ю.	34	Педан М.О.	87
Васєв Я.Д.	112	Пекневич І.І.	83
Васильєва В.В.	18	Піддубний Д.С.	120
Гавриленко В.В.	33, 83, 89, 137	Плюйко І.П.	51
Галай В.М.	34, 98, 108	Попенко А.	85
Гончар Д.Ю.	93	Пророк М.Ю.	9
Демус С.І.	110	Пустовойтов П.Є.	132
Демянчук В.П.	116	Рибак Д.В.	103
Дрючко О.Г.	34, 64, 93	Романенко В.І.	108
Євдоченко О.І.	12	Рубан В.Д.	128
Єрмілов Р.О.	39	Руденко О.С.	14
Єрмілова Н.В.	18, 29, 39, 45, 121, 124	Сідан Е.К.	91
Жученко О.С.	112, 123	Сілін І.О.	98
Зайцев Є.О.	62	Сільвестров А.М.	53, 118
Закусило С.А.	62	Слепченко Н.М.	106
Захарченко Р.В.	27, 58, 64	Соловійов В.В.	93
Здоровченко Д.А.	133	Стадніченко А.С.	16
Зливко В.В.	55	Сталинський Р.М.	123
Зоураб Ю.Р.	39	Стьопкін В.В.	23
Зоць Я.О.	68	Тітов В.О.	64
Зубарецька Н.А.	49	Трет'як А.В.	34, 42, 70, 87, 133
Іванов О.А.	64	Удалов Д.В.	132
Іващенко О.В.	139	Уманець А.В.	45
Кальченко С.Ю.	80	Федін С.С.	139
Карманов Р.В.	49	Царьков Р.М.	121
Кислиця Д.В.	74	Швидкий В.Ю.	126
Кислиця С.Г.	37, 55, 68, 74, 103, 106, 110	Шеїна Г.О.	16
Кісельов Р.Р.	100	Шептун Я.В.	96
Кожушко Г.М.	74	Шефер О.В.	12, 25, 31, 47, 51, 60, 64, 78, 85, 91, 96, 106, 110, 116, 120
Колесник О.В.	23	Шкицький О.С.	114
Косенко В.В.	67	Шкурін М.І.	70
Кривенко К.	60	Штепа О.А.	16
Курбала В.Ю.	27	Штомпель М.А.	80, 126
Кушнір В.Ю.	58	Янковський В.О.	131
Кущ О.О.	96	Янченко М.Р.	102
Лактіонов О.І.	20, 77	Ярещенко В.В.	67
Лактіонова І.С.	20	Ярошенко Ю.С.	124
Леві Л.І.	102, 114	Ястреба В.С.	47
Луц В.С.	81	Ястреба О.С.	47
Мартиненко Г.Ю.	132		
Марченко І.В.	77		

Наукове видання

Збірник наукових праць за матеріалами ІХ Всеукраїнської науково-  
практичної конференції  
«ЕЛЕКТРОННІ ТА МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ: ТЕОРІЯ, ІННОВАЦІЇ,  
ПРАКТИКА»

---

Дизайн і комп'ютерна верстка  
Відповідальний за випуск

*Боряк Б.Р.*  
*Шефер О.В.*

Оригінал-макет виготовлено на кафедрі автоматики, електроніки та  
телекомунікацій  
Національного університету  
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»