

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Центральноукраїнський національний технічний**  
**університет**



***Матеріали***

ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ

**АВТОМАТИКА**  
**ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ**  
**У ПРОМИСЛОВОСТІ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ,**  
**ЕНЕРГЕТИЦІ ТА ТРАНСПОРТІ**

*16-17 листопада*



Кропивницький - 2017

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Центральноукраїнський національний технічний**  
**університет**

***Матеріали***

ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ

**АВТОМАТИКА**  
**ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ**  
**У ПРОМИСЛОВОСТІ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ,**  
**ЕНЕРГЕТИЦІ ТА ТРАНСПОРТІ**

*(16-17 листопада)*

***Proceedings***

ALL-UKRAINIAN SCIENTIFIC AND PRACTICAL  
INTERNET CONFERENCE

**Automation and Computer-Integrated Technologies in**  
**Industry, Telecommunication, Power Engineering and**  
**Transports**

*(16-17 november)*

Кропивницький – 2017

**УДК 004+621+681**  
**ББК 34.751+32.965=31**

Автоматика та комп'ютерно-інтегровані технології у промисловості, телекомунікаціях, енергетиці та транспорті: Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. – Кропивницький: ЦНТУ, 2017. – 228 с.

В матеріалах конференції представлені дослідження вчених і науковців з проблем автоматизації керування складними багатовимірними об'єктами та процесами, інформаційні технології в задачах керування, розглянуті проблеми енергоефективності в електро- та теплотехнологічних системах, енергетичний менеджмент. Наведені результати досліджень, що пов'язані з кібербезпекою та програмним забезпеченням.

Даний збірник матеріалів конференції є виданням, в якому публікуються основні результати наукових досліджень вчених, аспірантів, здобувачів – учасників Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції “Автоматика та комп'ютерно-інтегровані технології у промисловості, телекомунікаціях, енергетиці та транспорті”, 16-17 листопада 2017 року.

Збірник розрахований на наукових працівників, викладачів, аспірантів, студентів ВНЗ, наукових і інженерно-технічних працівників науково-дослідних інститутів, конструкторських організацій і промислових підприємств.

Відповідальний редактор: Левченко О.М., д.е.н., проф., проректор з наукової роботи.

Редакційна колегія: Осадчий С.І., д.т.н., проф., Кондратець В.О,  
д.т.н., проф., Смірнов О.А., д.т.н., проф.,  
Віхрова Л.Г., к.т.н., проф., Плешков П.Г., к.т.н.,  
проф., Клименко В.В. д.т.н., проф.

Відповідальний секретар: Трушаков Д.В., к.т.н., доц.

*Електронні матеріали конференції затверджено Науково-технічною радою Центральноукраїнського національного технічного університету, протокол № 10 від 26 жовтня 2017 року.*

Адреса редакційної колегії: 25030, м. Кропивницький, пр.  
Університетський, 8, Центральноукраїнський  
національний технічний університет, тел.:  
(0522) 390-420.

Автори опублікованих матеріалів несуть відповідальність за підбір і точність наведених фактів, цитат, економіко-статистичних даних, власних імен та інших відомостей, а також за те, що матеріали не містять даних, які не підлягають відкритій публікації.

**ISBN 978-617-7079-60-5**

© Центральноукраїнський національний технічний університет, 2017

## ЗМІСТ

### *Секція «АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ»*

<b>Oleksiy Lobok<sup>1</sup>, Boris Goncharenko, Larisa Vihrova</b> AUTOMATIC CONTROL OF LINEAR DYNAMIC DISTRIBUTED SYSTEMS .....	14
<b>Andrii Kyrychenko, Olha Shelepko, Methaq Alibraheemi</b> PENTAPOD KINEMATICS MODULE FOR LINUXCNC.....	15
<b>О.І. Тимошук, Н.А. Заєць</b> МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ОЧИЩЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ СТИЧНИХ ВОД ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО АНАЛІЗУ .....	17
<b>Б.О. Пустовар, Н.А. Заєць</b> МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ МІКРОКЛІМАТУ В КОМПЛЕКСАХ ВИРОЩУВАННЯ ГРИБІВ .....	19
<b>А.М. Мацуї, В.О. Кондратець</b> АВТОМАТИЧНЕ ФОРМУВАННЯ ЗАДАВАЛЬНИХ ДІЯНЬ ПРИ ЗМІНІ КРУПНОСТІ РУДИ, ЩО ПЕРЕРОБЛЯЄТЬСЯ КУЛЬОВИМИ МЛИНАМИ.....	21
<b>В.М. Каліч, М.С. Мірошніченко, Т.О.Прокопенко</b> АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ПОТОКОМ ХЛІБНОЇ МАСИ НА ВХОДІ МОЛОТАРКИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНУ .....	24
<b>М.О. Федотова, С.І. Осадчий, І.О. Скриннік</b> ОПТИМАЛЬНИЙ СПОСТЕРІГАЧ В УМОВАХ ДІЇ ЗБУРЕНЬ ТА ЗАВАД.....	26
<b>В.Ф. Гамалій, Д. В. Трушаков, М.В. Якорєва</b> ЗАСТОСУВАННЯ ЛАЗЕРНОГО АНАЛІЗАТОРА РІДКИХ ДОМШОК ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ.....	28

<b>Р. В. Жесан, О. П. Голик</b> ОСНОВНІ ФАКТОРИ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ВИХІДНУ ПОТУЖНІСТЬ АВТОМАТИЗОВАНОЇ АВТОНОМНОЇ ВІТРОЕЛЕКТРИЧНОЇ УСТАНОВКИ.....	30
<b>Д.В. Трушаков, В.В. Нужний</b> ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВИХ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ В СУЧАСНІЙ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ .....	32
<b>В.О. Версаль</b> ПІДСИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРО ФІЗІОЛОГІЧНИЙ СТАН ТВАРИН .....	34
<b>В.В. Смірнов, Н.В. Смірнова</b> АДАПТИВНИЙ РЕГУЛЯТОР ОПТИМАЛЬНИЙ ЗА ШВИДКОДІСІЮ ТА СТІЙКИЙ ДО КОРОТКОЧАСНИХ ВПЛИВІВ, ЩО ЗБУРЮЮТЬ .....	36
<b>О.П. Голик, Д.В. Бречко</b> ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЛЯ РОЗРОБКИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРИСТРОЮ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ .....	38
<b>І.І. Березюк, І.О. Великий</b> ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕМПЕРАТУРОЮ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕЧЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ЦИФРОВИХ РЕГУЛЯТОРІВ .....	40
<b>О.В. Коломісць, В.В. Буличов</b> ЗНАХОДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ЧАСУ ПЕРЕБУВАННЯ ЗНОШЕНИХ ШИН В ПІРОЛІЗНОМУ АПАРАТІ .....	42
<b>Н.В. Смірнова, В.В. Смірнов</b> РЕГУЛЯТОР ЗІ СТАБІЛІЗАЦІЄЮ ТОЧКИ ГАЛЬМУВАННЯ В ПЕРЕХІДНОМУ РЕЖИМІ .....	44
<b>О.П. Голик, М.С. Погорілий</b> ДІАГНОСТИКА СОНЯЧНОЇ АТМОСФЕРИ .....	46

<b>А.В. Мацуй, І.І Єніна</b> ВИКОРИСТАННЯ ПЛАТФОРМИ ARDUINO ПРИ РОЗРОБЦІ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ.....	48
<b>Ю.М. Пархоменко, А.Р. Бокій</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИСТРОЮ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЗЕРНОВОГО ПОТОКУ .....	50
<b>Т.О. Прокопенко, Л.В.Рибаківа</b> АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ ОВОЧЕВОЇ ТЕПЛИЦІ .....	52
<b>А.А. Абашина</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ СУЧАСНИХ ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ.....	53
<b>Ю.О. Придибайло</b> НОВІТНІ КОНЦЕПЦІЇ В АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ .....	56
<b>В.О. Зубенко, М.С. Мірошніченко</b> ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ ПЕРЕДАЧІ ДИСКРЕТНИХ ПОВІДОМЛЕНЬ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ КАСКАДНИХ КОДОВИХ КОНСТРУКЦІЙ .....	58
<b>П.Є. Бармін, В.А. Резніченко</b> АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ .....	60
<b>Б.М. Гончаренко, О.П. Лобок, Л.Г. Віхрова</b> АВТОМАТИЗОВАНЕ КЕРУВАННЯ ЛІНІЙНИМИ БАГАТОВИМІРНИМИ ОБ'ЄКТАМИ ЗА УМОВИ НЕТОЧНОГО ТА НЕПОВНОГО ЇХ ВИМІРЮВАННЯ .....	61
<b>Д.В. Гицеларь</b> НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ПЕРЕВІРКИ НА ГЕС .....	62
<b>О.П. Голик, В.С. Рубцов</b> ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ КЕРУВАННІ ТРАНСПОРТНИМИ ПОТОКАМИ .....	64

<b>В.В. Котелянець</b> ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ БЕЗПРОВОДОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ ДЛЯ КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ ....	66
<b>К.В. Беглов, Є.І. Чмельов</b> ДОСЛІДЖЕННЯ РЕГУЛЯТОРА КОНЦЕНТРАЦІЇ РІДКОГО ПОГЛИНАЧА ЕНЕРГООБЛОКУ АЕС .....	68
<b>Н.М. Лазарєва</b> ІНТЕРПРЕТАЦІЯ ПОТОЧНИХ СИТУАЦІЙ НА ОСНОВІ ГРАНУЛЯЦІЇ ВХІДНОЇ ІНФОРМАЦІЇ НЕЙРО-НЕЧІТКОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ.....	70
<b>О.А. Кислун, Д.В. Богатирьов, І.О. Скриннік</b> ОГЛЯД ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЗЕМЛЕРОБСТВА .....	72
<b>В.Ф. Ложечников, Н.В. Ложечникова</b> МОДЕЛЬ ФІЗИЧНОЇ ПОДІБНОСТІ ГАЗО-ПОВІТРЯНОГО ТРАКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО КОТЛА.....	74
<b>О.В. ЛАЗАРЄВ</b> ПРИНЦИПИ ВИБОРУ КРИТЕРІЇВ ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТА ЗАСОБІВ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ.....	77
<b>О.Є. Тесленко</b> ЕЛЕКТРОННІ АВТОМОБІЛЬНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ DRIVE-BY-WIRE.....	79
<b>С.І. Осадчий, Д.М. Лужков</b> АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ХОЛОДИЛЬНОГО УСТАТКУВАННЯ.....	81
<b>М. О. Куций, О. Е. Тесленко</b> КОНТУРНЕ БУДІВНИЦТВО.....	83
<b>С.П. Плешков, В.О. Шалімов</b> РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА ОБЛІКУ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ПІДПРИЄМСТВІ .....	85

**В.П. Солдатенко**  
АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ РЕЖИМАМИ РОБОТИ  
РОЗПОДІЛЬНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ ПРИ НАЯВНОСТІ  
ДЖЕРЕЛ РОЗОСЕРЕДЖЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ..... 88

**В.М. Каліч, С.А. Штапура**  
ВПЛИВ ТРОПОСФЕРИ НА РОЗПОВСЮДЖЕННЯ  
РАДІОХВИЛЬ ..... 90

*Секція «ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ  
МЕНЕДЖМЕНТ»*

**В.В.Клименко, Н.В. Ковальчук**  
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТРЕПЕЛУ  
КОНОПЛЯНСЬКОГО РОДОВИЩА В СИСТЕМАХ ОЧИСТКИ  
ВОДИ ..... 93

**В.В. Клименко, М.В. Босий, М.С. Якименко**  
АВТОМОБІЛЬНА ГАЗОНАПОВНЮВАЛЬНА КОМПРЕСОРНА  
СТАНЦІЯ З ГАЗОГІДРАТНИМ АКУМУЛЯТОРОМ ..... 95

**В.В. Клименко, О.А. Козловський, А.О. Микитюк,  
А.О. Поляков**  
МАЛОГАБАРИТНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЕКСПРЕСНОГО  
ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМОДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ  
УТВОРЕННЯ ГАЗОГІДРАТІВ..... 97

**В.В.Клименко, В.В. Мартиненко, О.О. Микитюк,  
О.І. Наливайко**  
ПОПЕРЕДНЯ ОЦІНКА ВПЛИВУ ДОБАВКИ«RAMSINKS-2М»  
НА УТВОРЕННЯ ГАЗОГІДРАТІВ ..... 100

**О.В. Скрипник, В.В. Клименко, В.В. Свяцький,  
С.В. Конончук**  
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СПОСОБУ ВИГОТОВЛЕННЯ  
ПІЩАНИХ ФОРМ ПО ЛЬОДЯНИМ МОДЕЛЯМ ..... 104

**В.В. Клименко, В.І. Кравченко, П.Г.Стець, Д.О.Козленко**  
ЗАСТОСУВАННЯ СО<sub>2</sub> ПРИ ГАЗИФІКАЦІЇ КОМПОЗИТНОГО  
ПАЛИВА НА ОСНОВІ ТВЕРДИХ РОСЛИННИХ ВІДХОДІВ .... 107



<b>А.І. Котиш, П.А. Котиш</b> ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ ЗЕЛЕНОГО ТАРИФУ В ЕНЕРГЕТИЦІ .....	109
<b>А.І. Котиш, В.В. Ласінський</b> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СІЛЬСЬКИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ .....	111
<b>А.Ю. Орлович, О.А. Козловський</b> ДІАГНОСТУВАННЯ ОЖЕЛЕДНО-ПАМОРОЗЕВИХ ВІДКЛАДЕНЬ НА ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЯХ СУЧАСНИМИ ЗАСОБАМИ .....	113
<b>П.Г. Плешков, П.Г. Стець</b> ВИКОРИСТАННЯ НИЗЬКОВОЛЬТНОЇ ТЕРМОЕЛЕКТРОГЕНЕРУЮЧОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ ЕЛЕМЕНТІВ ПЕЛЬТЬС ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ ПОБУТОВОГО ОПАЛЕННЯ У СІЛЬСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ .....	115
<b>П.Г. Плешков, Л.Г. Віхрова, В.П. Солдатенко</b> ПІДВИЩЕННЯ ПРОФЕСІЙНОГО РІВНЯ ЕНЕРГОМЕНЕДЖЕРІВ .....	117
<b>О.І. Сіріков, П.Б. Буркацький</b> ВИЗНАЧЕННЯ ТА АНАЛІЗ ПИТОМИХ НОРМ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ НА ОПАЛЕННЯ ПРИМІЩЕНЬ .....	119
<b>О.І. Сіріков, М.М. Козаков</b> ВИКОРИСТАННЯ ЕФЕКТУ ПЕЛЬТЬС ДЛЯ СТВОРЕННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ.....	122
<b>А.Ю.Орлович, В.В. Хандусь</b> ВПЛИВ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ НА РЕЖИМ НАПРУГИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ .....	124
<b>Р.В. Телюта, О.А. Єсауленко</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ВИТРАТИ РЕСУРСУ ІЗОЛЯЦІЇ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА .....	126

<b>Р.В. Телюга, В.П. Левченко</b> ДІАГНОСТУВАННЯ ВИТРАТИ РЕСУРСУ ІЗОЛЯЦІЇ ЗАГЛИБНОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА .....	128
<b>С.М. Некраса, С.Б. Анедченко, І.В. Савеленко</b> КЕРУВАННЯ СИНХРОННИМ ДВИГУНОМ З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ БЕЗ ВИКОРИСТАННЯ ДАВАЧІВ ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ОБЕРТАННЯ РОТОРА.....	130
<b>Н.Ю.Гарасьова, Р.О.Маковійчук</b> ОЦІНКА ВПЛИВУ ЧАСТОТНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ .....	132
<b>В.В. Зінзура, А.О. Синякий</b> РЕГУЛЮВАННЯ НАПРУГИ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ НА ОСНОВІ МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ .....	135
<b>В.Б. Бондаренко</b> ДІАГНОСТИКА ФЕРОМАГНІТНИХ МАТЕРІАЛІВ МЕТОДОМ ВИХРОВИХ СТРУМІВ .....	137
<b>А.О. Микитюк, І.О. Переверзєв</b> ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ФАЗОПОВОРОТНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ ДЛЯ РОБОТИ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ .....	139
<b>К.Г. Петрова, О.С. Гвоздик</b> ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ РОЗПОДІЛЬЧИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ .....	141
<b>К.Г. Петрова, Б.В. Несват</b> ВПРОВАДЖЕННЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ З ДОСЛІДЖЕННЯМ ЙОГО ВПЛИВУ НА ЯКІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ.....	143

<b>С.В. Серебренніков, А.Г. Бабенко, В.Б. Бондаренко</b> ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ВИХОРОСТРУМОВОГО КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТИКИ ОСЕРДЬ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ.....	145
<b>С.В. Серебренніков, О.Ю. Теслов, С.С. Чернов</b> ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВИРІВНЮВАННЯ ГРФІКІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ СПОЖИВАЧІВ.....	147
<b>А.П. Свірідов, Т.В. Величко, І.А. Козирєв</b> ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ ТА ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ДАЛЬНІХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ З РІЗНИМИ СХЕМАМИ ВИКОНАННЯ .....	149
<b>А.П. Свірідов, Т.В. Величко</b> ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ НЕОДНОРІДНОЇ ЗАМКНУТОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ.....	151
<b>П.Г. Плешков, К.О. Харченко</b> ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ СПОЖИВАЧІВ З МЕТОЮ ВИРІВНЮВАННЯ ДОБОВОГО ГРАФІКУ НАВАНТАЖЕННЯ .....	153
<b>І.О. Переверзєв, М.О. Луценко</b> РОЗРАХУНОК ЕКВІВАЛЕНТНОГО ОПОРУ ЛЕП НОМІНАЛЬНОЇ НАПРУГИ 0.38 кВ ЗА УЗАГАЛЬНЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ .....	156
<b>Р.В. Телюта, А.В. Телюта, В.О. Ковальов</b> МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВІДДАЧІ ВІД ТЕПЛОПЕРЕДАЮЧОЇ ПОВЕРХНІ .....	158
<b>А.І. Котиш, Т.С. Тельнов</b> РЕЗИСТИВНЕ ЗАЗЕМЛЕННЯ НЕЙТРАЛІ.....	160
<b>А.І. Котиш, М.М. Тимчук</b> ВПЛИВ СУЧАСНИХ ГЕС НА ЕНЕРГОРИНОК УКРАЇНИ .....	162

*Секція «КІБЕРБЕЗПЕКИ ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ»*

**Ghenadie Ciobanu**

FORMATION OF DIGITAL ECONOMY IN ROMANIA ..... 164

**A.V. Leahovsenco**

DIGITAL ECONOMY AND CYBER THREATS FOR BUSINESS... 166

**О.Д. Старкіна**

ІНТЕГРУВАННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ANDROID  
ДОДАТКИ: VUFORIA SDK ..... 169

**В.В. Пашинських**

ARP-SPOOFING ..... 170

**Лефтер Дмитрий**

ПОСТРОЕНИЕ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ..... 172

**К.В.Татарова**

ВЛИЯНИЕ ВРЕДНОСНЫХ ПРОГРАММ НА МОБИЛЬНЫЕ  
УСТРОЙСТВА..... 174

**Р.С. Одарченко, О.О.Полігенько**

ВАРІАНТИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПІДСИСТЕМИ БАЗОВИХ  
СТАНЦІЙ ..... 176

**С.В. Заболотній, М.П. Рудь, О.М. Ткаченко**

ОСОБЛИВОСТІ ПОЛІНОМІАЛЬНОГО ОЦІНЮВАННЯ  
ПАРАМЕТРІВ РЕГРЕСІЇ ПРИ НЕГАУСОВОМУ  
СИМЕТРИЧНОМУ РОЗПОДІЛІ ПОМИЛОК ..... 177

**В.І. Головатій**

ЗАСТОСУВАННЯ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ В КОМП'ЮТЕРНИХ  
СИСТЕМАХ МЕДИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ ..... 180

**Є.В. Долгушев, В.А. Резніченко**

ШТУЧНІ НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ ..... 181

**О.П. Доренський**

ОЦІНЮВАННЯ ТЕСТ-СЬЮТИВ ДЛЯ КВАЛІФІКОВАНОГО  
ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ..... 183

<b>Ю.О. Дрейс, О.О. Романенко</b> РОЗШИРЕННЯ БАЗОВОЇ ТЕРМІНОЛОГІЇ У СФЕРІ ЗАХИСТУ КРИТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ДЕРЖАВИ.....	185
<b>М.О. Кобець</b> ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ .....	187
<b>Л.В. Константинова</b> ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПОШУКУ ІНФОРМАЦІЇ В МЕРЕЖІ INTERNET.....	189
<b>І.А. Лисенко, О.Г. Собінов</b> ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО БІЛЬЯРДУ ДЛЯ ШИФРУВАННЯ ДАНИХ У ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ .....	191
<b>О.А. Смірнов, С.А. Смірнов, Д.К. Рябой, О.В. Рябая</b> МОДЕЛЬ ВУЗЛА КОМУТАЦІЇ З ВІДНОСНИМИ ПРІОРИТЕТАМИ, РЕЗЕРВУВАННЯМ РЕСУРСІВ І ОБЛІКОМ РЕАЛЬНОЇ НАДІЙНОСТІ ОБСЛУГОВУЮЧИХ ПРИЛАДІВ .....	194
<b>О.В. Коваленко, О.А. Смірнов, А.С. Коваленко, С.А. Смірнов</b> МЕТОД ТЕСТУВАННЯ DOM XSS УРАЗЛИВОСТІ.....	198
<b>В.О. Гнатюк, М.М. Окуєва</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ВІРУСУ Petya.....	200
<b>С.М. Охотний, Є.В. Мелешко, А.А. Константинова</b> РОЗРОБКА БОТА ДЛЯ СОЦІАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ FACEBOOK НА ОСНОВІ ФРЕЙМВОРКА SELENIUM.....	202
<b>Л.І. Поліщук</b> ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ОБ'ЄКТНО – ОРІЄНТОВАНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ .....	204

<b>С.Ю. Даков, Р.С. Одарченко</b> РОЗРАХУНОК ВАРТОСТІ SDN МЕРЕЖІ ДЛЯ ОПЕРАТОРСЬКОГО КЛАСУ .....	206
<b>В.В. Сидоренко</b> ВИКОРИСТАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА .....	208
<b>В.С. Гермак</b> АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ БЕЗПЕКИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВА.....	210
<b>Ю.В. Коваленко, Л.І. Поліщук</b> ГЕНЕТИЧНИЙ АЛГОРИТМ В КОМП'ЮТЕРНО- ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ .....	213
<b>Р.С. Одарченко, Л.О. Харлай</b> РОЗШИРЕНА КЛАСИФІКАЦІЯ ПОСЛУГ СТИЛЬНИКОВОГО ОПЕРАТОРА .....	216
<b>К.О. Тімошенко, О.Є. Тесленко</b> WEB ТЕХНОЛОГІЯ HTML6.....	218
<b>К.О. Тімошенко, О.Є. Тесленко</b> СЕЛЕКТОР CSS4.....	220
<b>В.В.Свистунов, О.Є. Тесленко</b> ВІРТУАЛЬНА РЕАЛЬНІСТЬ – ВІД МИНУЛОГО ДО СЬОГОДЕННЯ.....	225

**УДК 681.513.5**

**Oleksiy Lobok<sup>1</sup>, Assoc. PhD sci.,  
Boris Goncharenko<sup>1</sup>, Prof., PhD tech. sci.,  
Larisa Vihrova<sup>2</sup>, Prof., PhD tech. sci.**

<sup>1</sup>National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi,  
Ukraine

### **AUTOMATIC CONTROL OF LINEAR DYNAMIC DISTRIBUTED SYSTEMS**

Tasks of minimax control for automatic systems with lumped parameters are operating under conditions of uncertainty considered. Using the methods of perturbation theory we receive the solution of these problems for systems with distributed parameters with more general functions of value. There is conducted further development of the theory of minimax controlling with regard to systems with distributed parameters described by generalized equations of parabolic type and based on the ideas expressed. Consequently, the purpose of research is a synthesis of minimax boundary distributed and point regulators of the observed variables, determining number and optimal location of point regulators.

The work considers the problems of synthesis of optimal control systems that operate in conditions of an uncertain information and are described by generalized equations in partial derivatives of parabolic type. Control has the form of feedback from the observed measurements for the implementation of which it is necessary to solve integral-differential equation of Riccati. Separately built distributed and concentrated limiting regulators and are recursive algorithm for determining the optimal control regarding changes in the number of observations. There is an algorithm designed for determining the required number of point regulators and their optimal location on the border of the field in which the quality criterion does not exceed a specified threshold.

The solution of several problems of synthesis of optimal control of distributed systems of parabolic type, which operate under conditions of uncertainty, is proposed. In addition, the solution of the problem of optimal location of the point limiting regulators and determination of their number is given.

The work was done and financially supported at the Department of automation and intelligent control systems, computer systems automation faculty of the National University of Food Technologies in. Kiev, Ukraine.

**УДК 004.42:621.9**

**Andrii Kyrychenko,  
Olha Shelepko,  
Methaq Alibraheemi**

Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi,  
Ukraine

### **PENTAPOD KINEMATICS MODULE FOR LINUXCNC**

LinuxCNC [1] is the most popular open-source CNC software for machine tools and robots control. LinuxCNC supports different machine kinematics including parallel robots (hexapod, delta), serial robot arms etc [2]. Its open modular architecture makes it adjustable for a machine tool with any kinematics, which is provided with user kinematics modules.

To use LinuxCNC with a pentapod parallel kinematics machine tool [3], a corresponding kinematics module was developed. The kinematics module *pentakins.c* has two functions *kinematicsForward* and *kinematicsInverse* for forward and inverse kinematics correspondingly.

The *kinematicsInverse* function solves the inverse kinematics problem, given the pose of the end effector it returns the strut lengths  $q_i$  using closed form pentapod kinematics algorithm [4]:



$$q_i = \left( R \cdot \left( z_{B_i} - \frac{(z_{A_i} - z_{B_i}) \cdot \mathbf{r}_B}{\sqrt{x_{A_i}^2 + y_{A_i}^2}} - \mathbf{r}_B \right) + \mathbf{r}_0 \right) - \mathbf{r}_{A_i}, \quad (1)$$

where  $R$  – rotation matrix of the effector in the base frame,  $\mathbf{r}_0$  – vector of the effector origin in the base frame,  $\mathbf{r}_{A_i}$  – vector of  $A_i$  in the base frame,  $x_{A_i}, y_{A_i}, z_{A_i}$  – coordinates of base joint center point  $A_i$  in the base frame,  $\mathbf{r}_B$  – vector of the effector joint center point  $B_i$  in the base frame.

The *kinematicsForward* function solves the forward kinematics using an iterative Newton-Raphson algorithm. If  $\mathbf{X}_k$  is the current value of the effector coordinates, the next iteration is

$$\mathbf{X}_{k+1} = \mathbf{X}_k + J(\mathbf{Q} - G^{-1}(\mathbf{X}_k)), \quad (2)$$

where  $J$  – forward kinematics Jacobian matrix,  $G^{-1}(\mathbf{X}_k)$  – inverse kinematics solution for the current value. The iteration stops when  $|\mathbf{Q} - G^{-1}(\mathbf{X}_k)| < \varepsilon$ , where  $\varepsilon$  is a convergence tolerance.

The joints coordinates and the convergence tolerance are set via corresponding HAL pins, and their default values are stored in *pentakins.h* header file.

It's worth noting that while the inverse problem of a parallel robot has only one solution that is always returned correctly, the forward kinematics of a parallel robot usually has a few solutions. The *kinematicsForward* function requires initial values to begin the iterative routine and then converges to the nearest solution. The initial value is usually the home position of the machine which leads to a correct solution.

The pentapod kinematics module was incorporated into LinuxCNC source tree and compiled. Tests with a simulator and the pentapod machine tool [3] has shown correct work and reliable convergence in the machine workspace within 3-5 iterations.

## References

1. LinuxCNC <http://linuxcnc.org/>
2. Kyrychenko, A. Open source CNC control for parallel kinematic machine tool / A. Kyrychenko // Збірник наукових

праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Кіровоград: КНТУ, 2013. – Вип. 26. – С. 63-66.

3. Кириченко, А. М. Вибір компоновки багатокоординатного верстата паралельної структури з ланками змінної довжини / А. М. Кириченко, О. В. Шелепко // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація : зб. наук. пр. – Кіровоград: КНТУ, 2015. – Вип. 28. – С. 3-8.

4. Шелепко, О. В. Кінематика п'ятикоординатного верстата з паралельною структурою / О. В. Шелепко, С. П. Сапон, А. М. Кириченко // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки. – 2013. – №3 (67). – С. 100-104.

## **УДК 628.384.1**

**О.І. Тимошук, магістр,**

**Н.А. Заєць, канд. техн. наук, доц.**

Національний університет біоресурсів і природокористування  
України, м.Київ, Україна

### **МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ОЧИЩЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ СТІЧНИХ ВОД ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО АНАЛІЗУ**

Стічні води молокопереробних підприємств належать до концентрованих, тому не можна використовувати для їх очищення стандартну технологію очищення міських стоків. Складність біохімічного очищення стічних вод молокозаводів в аеротенках втому, що стоки містять лактозу, яка швидко метаболізує, і білки, що повільно розкладаються аеробними мікроорганізмами. Аеротенк це резервуар, в якому повільно рухається суміш активного мулу і стічної рідини. Для кращого і безперервного контакту вони постійно перемішуються

шляхом подачі стисненого повітря. Суміш стічної рідини з активним мулом повинна аерувати в аеротенках. Кисень нагнітається в аеротенк повітродувками.

Особливість аеротенків, як споруд біологічної очистки, в тому, що процес очищення можна регулювати до необхідного значення. Чим довший процеси аерації, чим більше повітря і активного мулу, тим краще очищається вода.

Минувши аеротенк стічна вода разом з активним мулом надходить у вторинний відстійник, де активний мул відділяється від очищеної стічної води. Відокремлений активний мул знову перекачується в канал перед аеротенком для подальшого використання. Цей мул називається циркуляційним. Процес здійснюється за допомогою ерліфта, встановленого в спеціальній камері. В процесі окислення мулом органічної речовини, кількість мулу, в зв'язку з ростом мікроорганізмів і наявністю органічних забруднень, безперервно зростає, тому частина його доводиться весь час видаляти.

Використання системи автоматичного керування із застосуванням нейромережевого аналізу (рис.1) зумовлене, насамперед, тим, що в системі присутня постійна нелінійна зміна входних параметрів. Причому розкид значень цих параметрів від медіани може бути досить і досить суттєвим. Звичайно, можна було б побудувати просто систему автоматичного керування зі зворотнім зв'язком за якимось конкретним параметром, проте це не забезпечило б енергоефективності такої системи – присутня занадто велика інерційність у регулюванні.

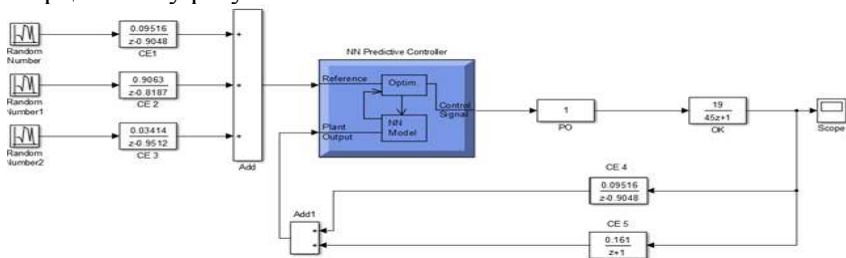


Рисунок 1. Система автоматичного керування із застосуванням нейромережевого аналізу

Управляючий сигнал залежить від співвідношення декількох параметрів, що в процесі очищення постійно змінюються, що також приводить до необхідності встановлення нейромережевого регулятора. Сигнали від датчиків концентрації органічних забруднень і витрати стічної води надходять на нейромережевий регулятор, у нього ж подаються сигнали від датчиків концентрації активного мулу і витрати зворотного мулу. Нейромережевий регулятор, в залежності від співвідношення цих параметрів, впливає на насос поворотного мулу, який і подає необхідну для очистки стічної води кількість активного мулу в аеротенк.

Параметри для кожного із сприймаючих елементів будемо задавати, оперуючи експериментальними даними із контрольної вибірки. На основі показів датчиків (СЕ4 і СЕ5 на схемі) додатково відбувається навчання нейромережі.

**УДК 681.5.017**

**Б.О. Пустовар, магістр,  
Н.А. Заєць, канд. техн. наук, доц.**  
Національний університет біоресурсів і природокористування  
України, м.Київ, Україна

## **МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ МІКРОКЛІМАТУ В КОМПЛЕКСАХ ВИРОЩУВАННЯ ГРИБІВ**

Умови вирощування грибів мають свої особливості. Гриби відносяться до організмів, які вимагають для нормального росту і плодоношення підвищеної вологості субстрату на якому вони ростуть. Щоб підтримати цей параметр на рівні 45...50 %, але без частих поливів, що негативно позначаються на рості і плодоносінні печериць, забезпечують високу вологість повітря 85...90 %.

Особливість технології вирощування грибів полягає в тому, що оптимальні параметри мікроклімату залежать від фази розвитку рослин, міняючись впродовж циклу вирощування кілька разів. Рослини в процесі свого росту і з

субстрату в наслідок дії мікроорганізмів виділяється вуглекислий газ. Оптимальним вмістом його в повітрі має бути вміст 0,06 – 0,07 % CO<sub>2</sub>. Для підтримання такого складу повітря камера обладнана системою вентиляції. З повітрям також виходить і волога, тому об'єкт управління для підтримання високого рівня вологості повітря обладнаний мілко дисперсними розпилювачами води.

Таким чином розгляд технології вирощування печериць показує що об'єкт управління складний де канали управління по температурі і вологості зв'язані між собою і вимагають попереднього дослідження на імітаційній або фізичній моделі. Для її створення використаємо схеми балансу тепла та вологи в камері для вирощування.

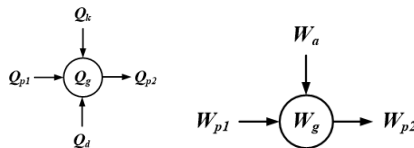


Рисунок 1. Схеми балансу тепла та вологи в камері для вирощування

де  $Q_k$  - кількість теплоти, що утворюється при само розігріванні субстрату і потрапляє до повітря камери;  $Q_g$  - кількість теплоти, що міститься в повітрі камери;  $Q_{p1}$  - кількість теплоти, що надходить до камери з вентиляційним повітрям;  $Q_d$  - теплота, що надходить до камери вирощування від нагрівального пристрою системи опалення;  $Q_{p2}$  - кількість теплоти, що видаляється з камери з вентиляційним повітрям;  $W_g$  - вологовміст повітря в камері;  $W_{p1}$  - вологовміст припливного вентиляційного повітря;  $W_{p2}$  - вологовміст повітря, що видаляється з камери при вентиляції;  $W_a$  - кількість вологи, що потрапляє до камери у вигляді водяної пари від системи зволоження.

Після перетворення отримаємо систему рівнянь математичної моделі клімату в камері для вирощування печериць, яка дає можливість досліджувати вплив маніпуляцій на мікроклімат в камері у вигляді вимірних значень

температури, відносної вологості та рівня CO<sub>2</sub> а також кривих розгону виходу цих параметрів на задані значення.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dt_p}{d\tau} = \frac{V_v \cdot \rho_p \cdot C_p \cdot (t_v - t_p) + F_k \cdot \mu_k + Q_d + W_a \cdot r_a}{V_k \cdot C_p \cdot \rho_p} \\ \frac{dd_p}{d\tau} = \frac{V_v \cdot \rho_p \cdot (d_v - d_p) + W_a}{V_k \cdot \rho_p} \end{array} \right. ,$$

де  $V_k$  – об’єм повітря в камері, м<sup>3</sup>;  $C_p$  – теплоємність повітря в камері, Дж/(кг·град.);  $\rho_p$  – густина повітря в камері, кг/м<sup>3</sup>;  $t_p$  – температура повітря в камері, °С;  $V_v$  – витрати вентиляційного повітря, м<sup>3</sup>/с;  $t_v$  – температура вентиляційного повітря, °С;  $F_k$  – площа поверхні субстрату в камері;  $\mu_k$  – коефіцієнт тепловиділення субстратом при само розігріванні, Вт/м<sup>2</sup>;  $C_b$  – концентрація CO<sub>2</sub> в повітрі в камері, %;  $G_b$  – кількість CO<sub>2</sub>, що виділяється при диханні грибами;  $G'_e$  – кількість CO<sub>2</sub>, що виділяється з 1м<sup>2</sup> субстрату з грибами, м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>/год;  $P_n$  – барометричний тиск в камері, мм. рт. Ст.

**УДК 681.5.015**

**А.М. Мацуй, канд. техн. наук, доц.,  
В.О. Кондратець, д-р техн. наук, проф.**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м.Кропивницький, Україна

### **АВТОМАТИЧНЕ ФОРМУВАННЯ ЗАДАВАЛЬНИХ ДІЯНЬ ПРИ ЗМІНІ КРУПНОСТІ РУДИ, ЩО ПЕРЕРОБЛЯЄТЬСЯ КУЛЬОВИМИ МЛИНАМИ**

Нині керування технологічними процесами на рудозбагачувальних фабриках здійснюють або вручну, або автоматично з великою часткою ручного керування, особливо в процесі установа значень регульованих величин. Спостереженням за роботою барабанних млинів в умовах магнітозбагачувальної фабрики встановлено, що при ручному керуванні завантаженням руди в технологічний агрегат фактична його продуктивність складає близько 60...65% від

гранично можливої [1]. Тому розроблення підходів автоматичного формування задавальних діянь є актуальною задачею.

У сучасних умовах переробка руд здійснюється в режимі осереднення або за технологічними гатунками [2]. Оскільки спроби стабілізації вихідного живлення млинів шляхом впровадження систем осереднення вихідної руди широкого використання не знайшли [3], процес подрібнення і збагачення набагато доцільніше вести за технологічними різнотипами руд конкретного родовища. Кульові млини також повинні бути налаштованими на подрібнення конкретного технологічного типу руди. За цих умов збурюючим діянням залишається лише крупність руди, яка суттєво впливає на процес подрібнення. При зміні крупності необхідно встановлювати відповідну їй продуктивність технологічного агрегату та розрідження пульпи в барабані.

У даному методі продуктивність кульового млина можливо визначати відповідно теоретичній залежності класичної теорії подрібнення, яку можливо звести до виду, де рудна продуктивність залежить від незмінного коефіцієнта  $K_{PB}$  для оптимального налагодження технологічного агрегату на переробку конкретного технологічного різновиду сировини, відомим середнім розміром твердого, до якого воно подрібнюється в залежності від розміру вкрапленості корисного компонента та змінною середньою крупністю вихідного живлення. Тому продуктивність живлення визначається за виміряним середнім розміром вихідної руди, а коефіцієнт  $K_{PB}$  уточнюється в промисловому експерименті.

У кульовому млині вода з'єднується з твердим. Аналіз показав, що витрата води в технологічний агрегат зв'язана з площею поверхні руди, яка подрібнюється. Тобто, вода потрібна для створення умовної товщини водяної плівки на поверхні нового твердого. З іншого боку, товщину плівки на новому твердому певного типу руди можливо віднести і до крупності, а точніше площі його поверхні до, вихідного живлення. Запропонована авторами цієї доповіді залежність дозволяє визначати площу поверхні вихідного живлення. Щоб зв'язати товщини водяних плівок на вихідній поверхні

твердого і новій поверхні твердого, необхідно провести промисловий експеримент на даному технологічному різнотипні руди при найменшій і найбільшій середній крупності. Визначені товщини водяних плівок будуть точно характеризувати оптимальний процес подрібнення в граничних точках зміни крупності руди. В середній частині діапазону зміни крупності руди процес достатньо точно буде характеризувати середня залежність між цими точками. Витрату води в кульовий млин при цьому встановлюють відповідно значенню товщини водяної плівки при виміряній середній крупності, помноженій на площу поверхні рухомого дробленого матеріалу у завантаженні технологічного агрегату.

Доповідь присвячено обґрунтуванню підходу автоматичного формування задавальних діянь на завантаження рудою і розрідження пульпи у барабані кульового млина при зміні крупності вихідного живлення.

### **Список літератури**

1. Автоматизация загрузки руды в мельницы первой стадии измельчения в Абагурском филиале ОАО «Евразруда» / И.М. Ганженко, Ю.В. Плужнов, С.А. Гончаров [и др.] // Обогащение руд. – 2008. – №4. – С.39-40.

2. Бондаренко А.В. Вариант развития автоматических систем аналитического контроля пульпы / А.В. Бондаренко // Горный журнал. – 2010. – №10. – С.75-80.

3. Измельчение. Энергетика и технология / [Пивняк Г.Г., Вайсберг Л.А., Кириченко В.И. и др.]. – М.: Изд. дом «Руда и Металлы», 2007. – 296 с.



**В.М. Каліч, канд.техн.наук, проф.,**  
**М.С. Мірошніченко, канд. техн. наук, доц.,**  
**Т.О.Прокопенко, канд. техн. наук, доц.**  
Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м.Кропивницький, Україна

## **АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ПОТОКОМ ХЛІБНОЇ МАСИ НА ВХОДІ МОЛОТАРКИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНУ**

Одним із шляхів забезпечення підвищення ефективності виробництва та конкурентоспроможності сільськогосподарської продукції на внутрішньому і зовнішньому ринках є розвиток сільськогосподарського машинобудування шляхом організації виробництва новітніх зразків технологічних комплексів, машин і обладнання.

Отримання найбільшої врожайності зернових може досягатися за рахунок підвищення пропускної здатності молотарки зернозбирального комбайну або ж застосуванням нових технологічних способів обробки хлібної маси в молотильно-сепаруючих пристроях. Але досягнення максимальної конструктивно забезпеченої пропускної здатності молотарки можливе лише при рівномірному потоці хлібної маси на її вході.

Досягнення мінімального рівня коливань потоку хлібної маси на вході молотильно-сепаруючого пристрою в реальних умовах зміни рельєфу поля, врожайності сільськогосподарської культури та вітрового навантаження на комбайн можливе лише у відповідним чином спроектованих оптимальних системах стабілізації.

Основні недоліки існуючих систем автоматизації керування потоком хлібної маси на вході до молотарки зернозбирального комбайну пов'язані з наявністю додаткового джерела запізнення у контурі стабілізації регульованого параметру та нехтуванням реальною динамікою корисних сигналів, збурень та завад, які діють в реальних умовах збирання врожаю.

Розробка комбінованої системи стабілізації зі зворотнім зв'язком за відхиленням потоку хлібної маси на вході молотарки та колом корекції за зміною урожайності дозволяє подолати причини виникнення таких недоліків.

Забезпечення отримання непошкодженого зерна заданого класу у визначені агротехнічні терміни з мінімальними втратами та мінімальними витратами можливе у оптимальній комбінованій системі стабілізації, параметри якої адаптуються до середньої врожайності поля та стану рослин.

Використання вектору вихідних координат узагальненого об'єкта враховує можливість вимірювання коливань врожайності на вході жатки, що дозволяє привести задачу синтезу оптимальної комбінованої системи керування, яка має зворотній зв'язок за відхиленням та коло корекції за збуренням, до задачі визначення структури та параметрів багатовимірної оптимальної за квадратичним критерієм системи стабілізації. Розроблені алгоритми синтезу оптимальних комбінованих систем стабілізації зі зворотнім зв'язком по відхиленню та корекцією за збуренням, яке виникає на виході об'єкта керування, призначених для роботи в умовах дії детермінованих або стаціонарних випадкових впливів. На основі експериментально-аналітичного методу визначена модель динаміки узагальненого об'єкта «кут нахилу шайби блоку циліндрів гідронасосу – потік хлібної маси на вході у молотарку». Виконаний синтез системи стабілізації потоку хлібної маси та визначені структура і параметри комбінованого регулятора при різних значеннях середньої урожайності. Аналіз якості роботи системи показав, що в найгірших експлуатаційних умовах середньоквадратичне відхилення потоку хлібної маси на вході до молотарки становить  $5,2 \cdot 10^{-2}$  кг/с, а середньоквадратичне відхилення кута нахилу шайби блоку циліндрів гідронасосу складає  $3.48^\circ$ .

**М.О. Федотова, асист.,**  
**С.І. Осадчий, д-р техн. наук, проф.,**  
**І.О. Скриннік, канд. техн. наук, доц.**  
Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м.Кропивницький, Україна

## **ОПТИМАЛЬНИЙ СПОСТЕРІГАЧ В УМОВАХ ДІЇ ЗБУРЕНЬ ТА ЗАВАД**

На зерносушарку з киплячим шаром [1], як і на будь-який інший об'єкт в реалії, в ході технологічного процесу діють безліч неконтрольованих збурень  $\psi$ , а на систему вимірювання його вихідних сигналів – завади  $\varphi$ . Так як повністю виміряти вектор вихідних величин зерносушарки з киплячим шаром (ЗКШ) не можливо, то виникає потреба у розрахунку такої системи спостереження, яка, вимірюючи зміну кінцевої вологості матеріалу  $w$  на виході з сушарки, дасть оцінку зміни висоти киплячого шару  $h_k$  ( $k$  – номер каскаду) на кожному каскаді в процесі сушіння [2].

Згідно алгоритму [3], матриця передаточних функцій (МПФ) оптимального багатовимірного спостерігача була знайдена у вигляді виразу  $F$  на основі різних датчиків вологості (ємнісного та мікрохвильового типу), в результаті порівняння показника якості оцінювання яких було вирішено обрати той спостерігач, котрий володіє найменшою дисперсією похибки оцінювання висоти киплячого шару за даними про кінцеву вологість, тобто спостерігач, розрахований для ємнісного датчика вологості. Але навіть і цей оптимальний спостерігач буде оцінювати ще краще при умові певного співвідношення збурення/завада, яке і потрібно відшукати.

Алгоритм знаходження оптимального відношення збурення/завада буде наступним:

1. Записати спектральну щільність завади у вигляді  $S_{\varphi\varphi} = \sigma_{\varphi}^2/\pi$ , де  $\sigma_{\varphi} = (\Delta/3)^2$ ,  $\Delta$  – абсолютна погрішність датчика вологості згідно його паспорта;

2. Привести транспоновану матрицю спектральних щільностей збурень  $S_{\psi\psi}^T$  до нормованого вигляду наступним

чином  $S'_{\psi\psi} = (\sigma_{11}^2/\pi)S'_{1\psi\psi}$ , де  $S'_{1\psi\psi}$  вже має в своєму складі коефіцієнт  $\gamma_1$ . Тоді  $\gamma_2 = \sigma_{\varphi}/\sigma_{11}$ ;

3. Визначити діапазон зміни  $\gamma_1$  та  $\gamma_2$  враховуючи, що дійсне значення висоти киплячого шару на каскаді-решеті в результаті проведення експерименту змінювалась в межах [1,3 см...1,6 см], а кінцева вологість – [11%...20%]. Тоді  $\gamma_1=[0,45...0,6]$ ,  $\gamma_2=[0,009...0,03]$ ;

4. Знайти МПФ кожного спостерігача при різних  $\gamma_1, \gamma_2$  та розрахувати для них значення дисперсії оцінки висоти  $D_h$  та вологості  $D_w$  і обрати лише ту структуру спостерігача, при якій знайдені дисперсії мінімальні;

5. Розрахувати середньоквадратичні відхилення похибок оцінювання вихідних сигналів зерносушарки.

В результаті застосування розробленої технології і відповідного програмно-технічного комплексу була синтезована система спостереження з оптимальною структурою і параметрами. Середньоквадратичні відхилення похибок оцінювання цієї системи складає 6,7 мм по висоті та 1,14% по вологості, що є досить непоганими показниками в умовах невизначеності.

### Список літератури

1. Осадчий, С. І. Визначення структури і параметрів математичної моделі зерносушильної установки з киплячим шаром в реальних експлуатаційних умовах / С.І. Осадчий, М. О. Калита, І. О. Скриннік // Вісник Харківського технічного університету сільського господарства. «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження у АПК України». – 2008. – Т. 2, №73. – С. 156-158.

2. Патент на корисну модель №43197 Україна, МПК G01N 9/00 Спосіб визначення висоти дисперсного матеріалу в киплячому шарі / С.І. Осадчий, М.О. Калита, І.О. Скриннік та ін.; заявник і власник патенту Кіровоградський національний технічний університет.– №u200901494; заявл. 23.02.2009, опубл. 10.08.2009, Бюл. №15.

3. Азарсков В.Н. Методология конструирования оптимальных систем стохастической стабилизации / В.Н. Азарсков, Л.Н. Блохин, Л.С. Житецкий, – монография. К.: НАУ, 2006. – 438 с.

**В. Ф. Гамалій<sup>1</sup>, докт. фіз.-мат. наук, проф.,**  
**Д. В. Трушаков<sup>2</sup>, канд. техн. наук, доц.,**  
**М. В. Якорєва<sup>2</sup>, асист.**

<sup>1</sup>Київський національний торгово-економічний університет,  
м.Київ, Україна

<sup>2</sup>Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м.Кропивницький, Україна

## **ЗАСТОСУВАННЯ ЛАЗЕРНОГО АНАЛІЗАТОРА РІДКИХ ДОМІШОК ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ**

В теперішній час особливо актуальним питанням для людської життєдіяльності є контроль якості питної води. Кількісний аналіз концентрацій рідких домішок за спектрами комбінаційного розсіяння світла можна зробити за допомогою лазерного аналізатора, вимірюючи додатковий коефіцієнт підсилення на частоті ВКР.

Наростання спектральної інтенсивності буде відбуватися за експоненціальним законом

$$I(\omega_c, t) = I_0(\omega) \cdot \exp(\alpha(\omega_c) \cdot c \cdot \frac{l}{L} \cdot t), \quad (1)$$

де  $I(\omega_c, t)$  - інтенсивність випромінення у центрі досліджуваної лінії,  $I_0(\omega)$  - огинаюча контура спектрального розподілу випромінення лазера,  $\alpha(\omega_c)$  - додатковий коефіцієнт підсилення на частоті ВКР  $\omega_c$ ,  $c$  - швидкість світла,  $l$  - довжина кювети з досліджуваною речовиною,  $L$  - довжина резонатора.

В припущенні, що імпульс генерації має в часі форму близьку до прямокутної, відношення експозиції приймача випромінення для інтегральних за часом спектрів генерації можна уявити наступним чином

$$\frac{H(\omega_c)}{H_0(\omega_c)} = \frac{\int_0^T I(\omega_c, t) dt}{\int_0^T I_0(\omega) dt} = \frac{\exp(\alpha(\omega_c) \cdot c \cdot T \cdot \frac{l}{L}) - 1}{\alpha(\omega_c) \cdot c \cdot T \cdot \frac{l}{L}}, \quad (2)$$

де  $H(\omega_c)$  - експозиція в центрі вузької лінії підсилення,  $H_0(\omega_c)$  - експозиція при відсутності лінії,  $T$  – тривалість імпульсу генерації.

При обробці зареєстрованих спектрів генерації безпосередньо вимірюється величина

$$B = \lg \frac{H(\omega_c)}{H_0} = \lg \frac{e^Z - 1}{Z}, \quad (3)$$

де  $Z = \frac{l}{L} \cdot \alpha(\omega_c) \cdot c \cdot T$ .

Отримав експериментальне відношення експозиції в лінії підсилення із співвідношень (2) та (3), можна визначити і величину додаткового підсилення  $\alpha$ .

З теорії ВКР відомо, що на частоті стоксової лінії комбінаційного розсіювання  $\omega_c = \omega_0 - \Omega$  (де  $\Omega$  - частота власних коливань молекули), яка збуджується монохроматичним випромінюванням з частотою випромінення рубіна  $\omega_0$ , існує підсилення, що пропорційне інтенсивності збуджуючого випромінювання

$$\alpha(\omega_c) = \frac{3\lambda_c^3}{2^5 \cdot \pi^3} \cdot \frac{N\sigma(\omega_c)}{\hbar \cdot \Delta\omega_c} \cdot |e_0|^2, \quad (4)$$

де  $\lambda_c$  - довжина хвилі лінії комбінаційного розсіювання,  $\sigma(\omega_c)$  - переріз комбінаційного розсіювання на одну молекулу,  $N$  - концентрація розсіяних часток,  $\hbar$  – стала Планка,  $\Delta\omega_c$  - ширина лінії комбінаційного розсіювання,  $|e_0|^2$  - квадрат напруженості поля на частоті збудження  $\omega_0$ . Чутливість метода пропорційна тривалості імпульсу генерації, а коефіцієнт підсилення на стоксовій компоненті комбінаційного розсіяння в свою чергу пропорційний щільності потужності збуджуючого випромінювання.

Таким чином, лазерний аналізатор рідких домішок дозволяє проводити аналіз якості води та вимірювати дуже малі концентрації молекул різних рідких домішок.

**Р. В. Жесан, канд. техн. наук, доц.,**  
**О. П. Голик, канд. техн. наук, доц.**  
Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м.Кропивницький, Україна

## **ОСНОВНІ ФАКТОРИ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ВИХІДНУ ПОТУЖНІСТЬ АВТОМАТИЗОВАНОЇ АВТОНОМНОЇ ВІТРОЕЛЕКТРИЧНОЇ УСТАНОВКИ**

Потужність будь-якої автономної вітроелектричної установки (ВЕУ) виражається половиною добутку густини повітря  $\rho$  (кг/м<sup>3</sup>), куба швидкості вітру  $V$  (м/с), площі поверхні, що обмітається ротором ВЕУ  $A$  (м<sup>2</sup>), ККД генератора  $\eta_{\text{ген}}$  та коефіцієнта використання енергії вітру  $\zeta$  [1, 2]. При проектуванні ВЕУ постає необхідність чітко задавати коефіцієнти та діапазони змін параметрів даного співвідношення. Розглянемо їх нижче.

*Густина повітря.* Густина повітря  $\rho$  дорівнює в середньому 1,3 кг/м<sup>3</sup>, але відчутно залежить від тиску та температури [3]. Якщо розглядати температуру повітря на території України за сезонами, то можна прийняти її для зими  $-5^{\circ}\text{C}$ , для весни і осені  $+10^{\circ}\text{C}$ , а для літа  $+20^{\circ}\text{C}$ . При тискові повітря, близькому до нормального, з достатньою мірою точності можна прийняти:  $\rho = 1,118$  – для зими;  $\rho = 1,054$  – для весни та осені;  $\rho = 1,016$  – для літа.

*Швидкість вітру.* Вітер – це потік повітря, що утворюється різницею тисків у різних частинах атмосфери Землі. Перепади тисків, викликані природними атмосферними явищами є випадковими, а, отже, випадковими є сила вітру, його напрямок і тривалість. Часто говорячи про швидкість вітру оперують значеннями середніх або максимальних швидкостей вітру за певний період. Такі дані для умов м. Кропивницького за результатами багаторічних спостережень накопичує міська метеостанція. З точки зору розрахунку міцності конструкції ВЕУ максимальна швидкість вітру в тій місцевості, де планується її експлуатація, є дуже

важливим параметром. В той же час середня швидкість лише наближено характеризує наявний енергетичний потенціал. Для отримання більш точних результатів при проектуванні необхідно застосовувати методи статистичного аналізу. Статистичний аналіз результатів багаторічних метеоспостережень дозволить оперувати поняттям «ймовірність появи», «ймовірність тривалості» певної швидкості, а, значить, можна буде вивести ймовірнісний закон розподілу швидкостей і більш точно визначатиметься кількість наявної вітрової енергії.

*Площа поверхні, що обмітається ротором, та ККД генератора.* Площа поверхні, що обмітається ротором ВЕУ, є конструкційною величиною і обчислюється за даними геометричних характеристик вітроколеса. ККД генератора також конструкційна величина – наводиться у паспортних даних.

*Коефіцієнт використання енергії вітру.* Частина повної енергії вітрового потоку, сприйнятої вітроколесом, яку ВЕУ перетворює у механічну енергію, оцінюється коефіцієнтом використання енергії вітру  $\zeta$ . Коефіцієнт використання енергії вітру залежить від типу вітродвигуна і режиму його роботи. Для ідеального крильчастого вітроколеса максимально можлива величина  $\zeta$ , розрахована за класичною теорією Жуковського і теорією Сабініна, становить відповідно 0,593 та 0,687 [1-2].

Всі розглянуті вище фактори мають бути враховані при моделюванні роботи автоматизованої автономної ВЕУ в різні сезони року та у різних місцевостях, а також при програмуванні автоматики для керування нею [4].

### Список літератури

1. Шефтер Я. И. Использование энергии ветра. / Шефтер Я. И. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 200 с.
2. Дудюк Д. Л. Нетрадиційна енергетика: основи теорії та задачі. / Дудюк Д. Л., Мазепа С. С., Гнатишин Я. М.: Навч. посібн. – Львів: «Магнолія 2006», 2009. – 188 с.



3. Волеваха Н. М. Нетрадиционные источники энергии. / Н. М. Волеваха, В. А. Волеваха. – К.: Выща шк. Головное изд-во, 1988. – 62 с.

4. Голик О. П. Апаратна реалізація автоматизованої системи автономного енергопостачання. / [Голик О. П., Жесан Р. В., Волков І. В., Березюк І. А.]. // Вісник аграрної науки Причорномор'я: науково-теоретичний фаховий журнал. Вип. 3(67). – Миколаїв: МДАУ, 2012. – С. 203-209.

### **УДК 681.3**

**Д.В. Трушаков, канд. техн. наук, доц.,  
В.В.Нужний, студ. гр. АК-17-Зск.**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м.Кропивницький, Україна

## **ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВИХ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ В СУЧАСНІЙ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ**

Достатньо актуальним питанням будь-якої сучасної телекомунікаційної системи є швидке та своєчасне надання електронної інформації за допомогою сучасних цифрових систем зв'язку.

Зв'язок в теперішній час є найпрогресивнішою розвиваючою та капіталомісткою галуззю. Проводиться активна модернізація існуючих систем зв'язку і створення абсолютно нових та перспективних телекомунікаційних систем, розширення їх функціональності і надання споживачам широкого спектру послуг.

Сучасні мережі повинні бути цифровими, мати гнучку структуру, якою легко керувати. Електронні системи комутації мають значні переваги і нові можливості в порівнянні з електромеханічними:

- велика ємність станцій;
- мала площа розміщення;
- висока надійність;
- можливість організації практично будь-якої кількості направлень;

- можливість організації в мережі розвинутої системи обхідних шляхів;
- можливість аналізу будь-якої кількості цифр номеру;
- можливість централізованого керування;
- можливість організації повно доступних пучків ліній будь-якої ємності та інше.

Розвинуті цифрова телекомунікаційна системи мають функції ОКС №7 (система сигналізації), ЦСИС (цифрова мережа з інтегрованими службами (послугами) - це загальнодоступна телефонна мережа, що використовує цифрову технологію передавання сигналу і включає великий набір цифрових послуг, які стають доступними для кінцевих користувачів); xDSL (сімейство технологій, що дозволяють значно розширити пропускну здатність абонентської лінії місцевої телефонної мережі шляхом використання ефективних лінійних кодів і адаптивних методів корекції викривлень лінії на базі сучасних досягнень мікроелектроніки і методів цифрової обробки сигналу.); СОРМ (комплекс технічних засобів, що призначені для проведення оперативно-пошукових дій в мережах телефонної, рухомої та бездротового зв'язку та радіозв'язку); V5.2, яка забезпечує надання телекомунікаційних послуг для аналогових абонентів та цифрових абонентів, а також реалізацію функцій керування та технічного обслуговування.

Функції керування і технічного обслуговування дозволяють контролювати роботу системи, абонувати та анулювати телекомунікаційні послуги, додавати та змінювати характеристики маршрутизації, виконувати заміри та збір статистичних даних по окремим частинам системи і т. п.

Сучасні цифрові телекомунікаційні системи характеризуються наступними властивостями:

- модульне побудування апаратного та програмного забезпечення;
- цифрова комутація для передавання розмови, даних, сигналів керування, акустичних та мовних сигналів;
- сумісність з існуючими цифровими та аналоговими станціями;

- єдині конструктивно-технологічні рішення, єдина елементна база та матеріали для всіх засобів комутаційної техніки;

- єдина система технічної експлуатації з використанням центрів технічної експлуатації (ЦТЕ);

- повна відповідність стандартам та рекомендаціям міжнародних регулюючих органів (ITU-T, ETSI, ECMA).

Цифрові комунікаційні системи забезпечують можливість включення абонентських ліній базового доступу (BRA) та аналогових абонентських ліній, абонентських ліній стандарту SDSL та aDSL, абонентів WLL (тип технологій зв'язку, що являють комбінацію радіотелефонії лінії і стаціонарного телефону) в стандарті a-CDMA або DECT (технологія зв'язку, звичайно радіозв'язку, при якій канали передачі мають загальну смугу частот, але різну кодову модуляцію) в будь-яких відношеннях (пропорціях) в межах сумарної абонентської ємності та продуктивності.

Основними представниками сучасних цифрових комунікаційних систем, що виробляються в Європі є підприємства SIEMENS AG (м. Мюнхен, Німеччина) та Iskra Telekom Holding (м. Крань, Словенія).

## **УДК 633.853.32**

**В.О. Версаль, канд. техн. наук, доц.**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м.Кропивницький, Україна

### **ПІДСИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРО ФІЗІОЛОГІЧНИЙ СТАН ТВАРИН**

Важливе місце в структурі інформаційно-керуючої системи (ІКС) процесом доїння належить підсистемі підтримки прийняття рішень про фізіологічний стан тварини (ФСТ), зокрема, наявність маститу та стану статевої охоти.

Точна та своєчасна діагностика фізіологічного стану корів в процесі машинного доїння є однією з найбільш актуальних задач тваринницького комплексу в Україні та світі. Вирішення

її можливе шляхом створення комп'ютеризованої підсистеми на основі методології, що дозволить врахувати всі важливі фактори впливу на фізіологічний стан тварини (ФСТ) та досвід, накопичений в даній області, а також апріорної інформації параметрів контролю процесу доїння.

В структурі підсистеми підтримки прийняття рішень про ФСТ передбачено отримання інформації з наступних каналів вимірювання ІКС: температури молока по долям вимені, величини надюю молока, часу доїння, а також ідентифікації номера тварини (рис.1).

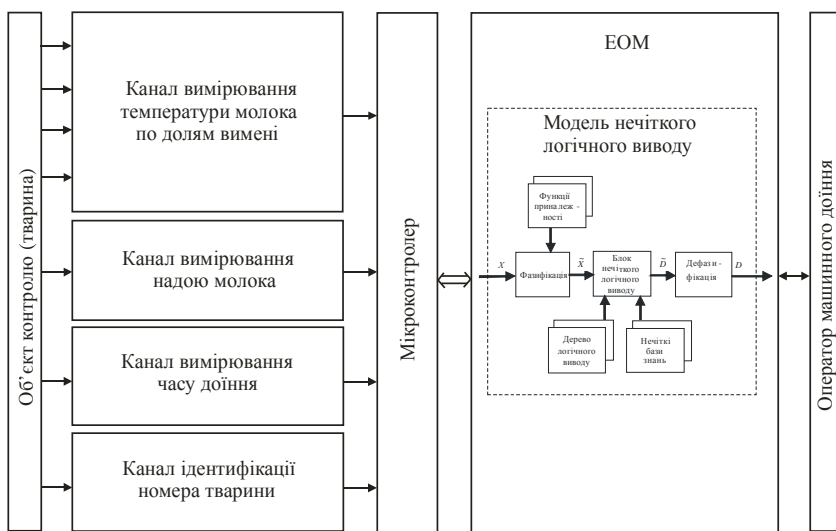


Рисунок 1. Модель підсистеми підтримки прийняття рішень про фізіологічний стан тварини

В процесі доїння під керуванням мікроконтролера інформація з вимірювальних каналів зчитується та подається на ЕОМ верхнього рівня через інтерфейс зв'язку.

На основі параметрів та даних про тварину, що виміряні та зберігаються в пам'яті ЕОМ реалізується модель нечіткого логічного виводу, яка включає наступні блоки:

- фізифікації, який здійснює перетворення вхідного вектора часткових параметрів тварини  $X$  у вектор степенів їх

приналежності до нечітких термам  $\tilde{X}$  ;

- нечіткого логічного виводу, який визначає діагноз у виді нечіткої множини  $\tilde{D}$  шляхом виводу по «дереву логічного виводу»;

- дефазифікації, який визначає найбільше можливий діагноз  $D$  з нечіткої множини-рішення  $\tilde{D}$ .

Спостереження за діагнозом на дисплеї ЕОМ здійснюється зоотехніком.

**УДК 681.513.2**

**В.В. Смірнов, канд. техн. наук, доц.,**

**Н.В. Смірнова, канд. техн. наук, доц.**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м.Кропивницький, Україна

### **АДАПТИВНИЙ РЕГУЛЯТОР ОПТИМАЛЬНИЙ ЗА ШВИДКОДІЄЮ ТА СТІЙКИЙ ДО КОРОТКОЧАСНИХ ВПЛИВІВ, ЩО ЗБУРЮЮТЬ**

В процесі управління об'єктом на нього впливають випадкові короточасні впливи, які, в загальному випадку, не викликають дестабілізації роботи об'єкта управління.

Тим не менш, система управління реагує на ці дії, намагаючись компенсувати помилку відхилення. Застосування інтеграторів для придушення короточасних впливів, що збурюють погіршує динамічні властивості системи, яка перестає бути оптимальною за швидкодією.

Завдання полягає в забезпеченні адаптивного оптимального за швидкодією та в поліпшенні якості управління об'єктом в умовах впливу на об'єкт управління короточасних впливів, що збурюють.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у регулятор, оптимальний за швидкодією, введений блок накопичення статистичних даних, один вхід якого з'єднаний з виходом блоку порівняння, другий вхід з'єднаний з виходом статистичного блоку, а вихід з'єднаний з блоком прийняття статистичних гіпотез.

Введення до складу регулятора статистичного блоку дозволяє на підставі статистичних даних, використовуючи критерій відношення правдоподібності прийняти одну із гіпотез  $H_0$  або  $H_1$ , де  $H_0$  відповідає стану «помилкова тривога» (помилка першого роду).

У цьому випадку пристрій управління не реагує на випадкові збурювання

Недоліком цього рішення є постійне значення критерію для прийняття гіпотез  $H_0$  або  $H_1$ , що не є оптимальним рішенням в умовах зміни параметрів збурень.

Зміна значення критерію прийняття гіпотез  $H_0$  або  $H_1$  дозволяє поліпшити параметри адаптивного регулятора.

Блок накопичення статистичних даних накопичує статистику з виходу статистичного блоку і статистику величини сигналу помилки відхилення.

Результатом накопичення статистики є співвідношення даних про помилку відхилення і даних статистичного блоку протягом заданого тимчасового інтервалу.

Цей результат змінює значення критерію прийняття гіпотез  $H_0$  або  $H_1$  в блоці прийняття статистичних гіпотез в залежності від статистики зміни параметрів збурень.

Якщо тривалість впливів, що збурюють така, що може дестабілізувати роботу об'єкта управління, то приймається гіпотеза  $H_1$  і виробляється сигнал управління для компенсації помилки відхилення, викликаной впливом, що збурює.

Таким чином, система є адаптивною до параметрів збурень, які змінюються і не реагує на випадкові короткочасні впливи що збурюють.

Нові ознаки дозволяють використовувати адаптивний до параметрів збурень, які змінюються регулятор в умовах впливу на об'єкт управління випадкових зі змінними параметрами короткочасних впливів, що збурюють без погіршення динамічних властивостей системи.

Адаптивний регулятор може бути використаний в системах автоматичного управління (САУ) технічними об'єктами і в системах автоматичного регулювання (САР) параметрів технічних об'єктів різного призначення.

**О.П. Голик, канд. техн. наук., доц.,  
Д.В. Бречко, магістр гр. КС-16М**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м.Кропивницький, Україна

## **ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЛЯ РОЗРОБКИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРИСТРОЮ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ**

Повне оновлення електротехнічного обладнання в галузі електротранспорту не відбувалося ще з радянських часів і вимагає, наразі, значних капіталовкладень. Сам електротранспорт відіграє дуже важливу роль в нашому суспільстві. Щодня мільйони людей користуються різними видами електротранспорту. В таких умовах виникає необхідність максимально використовувати робочий ресурс електротехнічного обладнання, що знаходиться в експлуатації, та з максимальною ефективністю попереджувати аварійні ситуації, які можуть виникати в результаті раптового виходу з ладу окремих елементів обладнання.

З метою запобігання аварійних ситуацій застосовуються різні методи і засоби діагностування обладнання і своєчасного виявлення небезпечних дефектів. Електропривод, як одна із найважливіших ланок електрообладнання трамвая, потребує розробки нових засобів діагностування і оцінювання стану з використанням сучасної елементної бази у першу чергу. При розробці таких засобів, слід врахувати і те, що найбільшу ефективність будуть мати такі засоби, котрі діагностування та оцінювання стану об'єкта проводитимуть на основі кількох інформативних параметрів і в темпі процесу, а також дозволятимуть це здійснювати під час роботи об'єкта, тобто будуть мобільними. А цього можна досягти, лише застосувавши мікропроцесорну техніку.

Таким чином, створення мікропроцесорних засобів контролю за технічним станом електропривода в процесі його експлуатації, які могли б забезпечувати високу якість оцінки ресурсу і прогнозування аварійного стану обладнання на

протязі усього терміну його експлуатації на об'єкті є актуальною задачею.

Іскріння на колекторі по характеру причин, які його викликають, класифікують на комутаційне, потенційне й іскріння через механічні несправності.

Комутаційне іскріння в основному обумовлено розмиканням щітками контуру секцій, що комутуються. Потенційне іскріння визначається значенням напруги між сусідніми колекторними пластинами. Різниця потенціалів між сусідніми колекторними пластинами в 15-18 В уже є достатньою для підтримання горіння електричної дуги. Іскріння через механічні несправності залежить від експлуатаційних та технічних причин.

Для безіскрової роботи колектора необхідно забезпечити рівномірне допустиме навантаження струмом робочої поверхні щітки.

В разі невиконання цієї умови виникають несправності колектора, основними з яких є:

- 1) обгар поверхні – виникає в результаті іскріння, кругового вогня;
- 2) виступання пластин - виникає в результаті поганої зборки та неякісного механіту;
- 3) виступання ізоляції між пластинами - виникає в результаті зносу пластин колектора. Міканітові прокладки між пластинами витираються щіткою менше, ніж колекторні пластили, тому по мірі зносу пластин ізоляція виступає над поверхнею колектора, заважаючи роботі щіток;
- 4) замикання між пластинами - виникає в результаті прогорання миканітної ізоляції або через потрапляння масла та вугольного пилу, замикання всередині колектора;
- 5) замикання на корпус - виникає в результаті пробую, прогару ізоляційних конусів.

Оцінювати технічний стан колектора будемо за значенням струму через контакт між щіткою та колекторними пластинами.

Однією із цілей даної роботи є синтез мікропроцесорного пристрою для діагностування технічного стану колектора тягового двигуна трамвая, яка дозволяла б здійснювати його діагностування.



**УДК 681.5ф-6**

**І.І. Березюк, канд. техн. наук., доц.,  
І.О. Великий, магістр гр. КС-16М**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м.Кропивницький, Україна

### **ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕМПЕРАТУРОЮ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕЧЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ЦИФРОВИХ РЕГУЛЯТОРІВ**

Однією з найважливіших задач інтенсифікації виробництва є впровадження систем автоматичного управління як складової частини технологічних процесів. На даний час в області виробництва вирішальне значення мають підвищення його економічності й застосування енергозберігаючих технологій. Для України одним з пріоритетних напрямків є теплоенергетика. Різко підвищуються вимоги до якості процесу регулювання та управління технологічними установками, до яких відносяться електричні й газові печі великої потужності. Неefективність їхнього використання приводить до істотних економічних втрат. Оптимальні (економічно найвигідніші) режими роботи електричних і газових печей можуть підтримуватися тривалий час тільки за умови автоматичного управління їхніми основними параметрами. Впровадження автоматики є необхідною умовою забезпечення їхньої високої ефективності й безаварійної експлуатації.

На даний час основними шляхами технічного прогресу в металургії, нафтопереробці, нафтохімії й хімії є збільшення потужності й підвищення економічної ефективності технологічних установок, зниження собівартості й поліпшення якості цільових продуктів. Якість і кількість одержуваних продуктів, а також техніко-економічні показники всієї технологічної установки в значній мірі залежать від теплового й технологічного режимів електричних і газових печей, що робить очевидною практичну цінність і актуальність задач оптимізації роботи електричних і газових печей, яка не може бути вирішена без застосування систем автоматичного управління, якість роботи яких визначається, в основному, використовуваними регуляторами.

Розробці систем автоматичного управління параметрами електричних і газових печей присвячена велика кількість робіт вітчизняних та зарубіжних вчених, серед них роботи І.В. Анісімова, А.М. Беленького, О.М. Блінова, Ю.Г. Брука, А.В. Васильєва, Г.М. Глінкова, Л.Д. Гуттермана, М.Ш. Ісламова, В.Ю., Каганова, Я. Котишка, С.Л. Лотмана, В.А. Маковського, В. Рода, В.Я. Ротача, А.Д. Свенчанського, Є.П. Стефані, Г.А. Фарнасова, Ф.И. Хасмамєдова, І.К. Енно та інших.

Існуючі способи регулювання параметрів електричних печей засновані, в основному, на застосуванні аналогових ПІД-регуляторів.

Дійсний етап розвитку теорії й техніки систем автоматичного управління характеризується істотним прогресом в області цифрових систем управління, що обумовлено розвитком засобів обчислювальної техніки, особливо мікропроцесорів і мікроЕОМ. Математичний опис регуляторів і моделей об'єктів управління в дискретному часі дозволяє істотно спростити синтез регуляторів і їхню технічну реалізацію. У цей час розроблені й знаходять застосування нові класи регуляторів, зокрема, оптимальні за швидкодією і нечіткі (що працюють на базі нечіткої логіки) цифрові регулятори. На основі цифрових регуляторів можуть бути побудовані системи автоматичного управління будь-яких типів, а програмне забезпечення систем можна коректувати як при проектуванні, так і в процесі їхньої експлуатації. Актуальною задачею є впровадження нових типів цифрових регуляторів у системах автоматичного управління параметрами електричних печей.

Незважаючи на розмаїття конструкцій металургійних печей і видів теплової обробки матеріалів, спільність головних призначень печей (створення тепла і його передача матеріалу) приводить до того, що ряд локальних систем автоматичного управління параметрами різних печей служить для виконання однакових функцій. Найпоширенішими в системах автоматизації металургійних печей є локальні системи регулювання температури, регулювання витрат й тиску газу, регулювання горіння палива, тобто співвідношення паливо-повітря (кисень), регулювання тиску в печі.

**О.В. Коломієць, канд. техн. наук, асистент.,**  
**В.В. Буличов, канд. техн. наук, доц.**  
 ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний  
 університет», м.Дніпро, Україна

### **ЗНАХОДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ЧАСУ ПЕРЕБУВАННЯ ЗНОШЕНИХ ШИН В ПІРОЛІЗНОМУ АПАРАТІ**

Проблема переробки зношених автомобільних шин і гумотехнічних виробів які вийшли з експлуатації має велике екологічне і економічне значення. Щорічно в світі понад 1 млрд. шт. шин потребують утилізації. Піроліз характеризується невеликим навантаженням на доквілля, оскільки при проведенні процесу в силу дуже м'яких умов проведення реакції не утворюються діоксини, майже відсутнє виділення летких сполук. Найбільш повно вирішується проблема використання відпрацьованого матеріалу. Проведення піролізу не вимагає тонкого здрібнювання автопокришок і дозволяє переробляти автопокришки з металокордом. У результаті утилізації автопокришок методом пролізу одержують синтетичну нафту, смолонаповнений технічний вуглець, металобрухт.

Метою даної роботи є знаходження оптимального часу перебування зношених шин в піролізному апараті.

Найбільш близькою до нашого реактора є модель ідеального витіснення. Якщо припустити ,що на розрив зв'язків C –C в молекулі  $(C_5H_8)_n$  витрачається найбільша кількість енергії  $E=350$  кДж/моль, а швидкість реакції складає:

$k = k_0 \cdot e^{-\frac{E}{RT}} = 10^{10} \cdot e^{-\frac{350000}{68 \cdot 750}} = 10460385.1$ , то для послідовної реакції  $(C_5H_8)_n \rightarrow C_5H_8 \rightarrow C_4H_5$  (A  $\rightarrow$  P  $\rightarrow$  X), що проводиться в ізотермічному реакторі ідеального витіснення знайдемо оптимальний час перебування реагентів в апараті  $\tau_{opt}$ , при якому досягається максимальний вихід перехідного продукту реакції  $C_5H_8$ .

Прийmemo до уваги формулу.[1]:

$$x_p(\tau) = x_A^{(0)} \cdot \frac{k_1}{k_2 - k_1} \cdot (e^{-k_1 \cdot \tau} - e^{-k_2 \cdot \tau}),$$

випадку концентрацію продукту  $C_5H_8$  на виході з реактора ідеального витіснення, знайдемо наступний вираз критерію оптимальності:

$$R = x_p(\tau) = x_A^{(0)} \cdot \frac{k_1}{k_2 - k_1} \cdot (e^{-k_1 \cdot \tau} - e^{-k_2 \cdot \tau}),$$

В результаті диференціювання по  $\tau$  та привівнявши нулю похідну, отримаємо рівняння:  $\frac{dR}{d\tau} = -\frac{x_A^{(0)} \cdot k_1}{k_2 - k_1} \cdot (k_1 e^{-k_1 \cdot \tau} - k_2 e^{-k_2 \cdot \tau}) = 0$ ,

розв'язок якого має вигляд:  $\tau_{opt} = \frac{\ln k_1 - \ln k_2}{k_1 - k_2}$

Тепер підставимо константи швидкості першої та другої реакцій, розраховані за законом Ареніуса і отримаємо, що оптимальний час перебування реагентів в апараті складає:

$$\tau_{opt} = \frac{\ln k_1 - \ln k_2}{k_1 - k_2} = \frac{\ln 10460385.1 - \ln(4.771 \cdot 10^{12})}{10460385.1 - 4.771 \cdot 10^{12}} = 2.73 \cdot 10^{-12} \text{ с.}$$

Тобто витримка гуми при температурі 720 °С, яка як показано в [2] є оптимальною для проходження процесу піролізу і забезпечує отримання піролізного газу з максимальною теплотвірною здатністю, не потрібна, так як швидкість реакцій дуже велика і час перебування гуми в апараті визначається лише часом потрібним на нагрів гуми до даної температури.

### Список літератури

1. Царёва З.М. Основы теории химических реакторов. Компьютерный курс / З.М. Царёва, Л.Л. Товарняжский, Орлова Е. Н. // М.:Высшая школа, 1997.

2. Коломієць О.В. Вибір оптимальної температури піролізу зношених шин / О.В. Коломієць, В.В. Буличов // Теплотехніка, енергетика та екологія в металургії: колективна монографія. У двох книгах. – Книга 2 / Під заг. ред. д.т.н., проф. Ю.С. Продайка. – Дніпро: Нова ідеологія, 2017. – с. 149 – 153.

Н.В. Смірнова, канд. техн. наук, доц.,

В.В. Смірнов, канд. техн. наук, доц.

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м.Кропивницький, Україна

## РЕГУЛЯТОР ЗІ СТАБІЛІЗАЦІЄЮ ТОЧКИ ГАЛЬМУВАННЯ В ПЕРЕХІДНОМУ РЕЖИМІ

В умовах впливу на об'єкт управління впливів, що збурюють, регулятор, оптимальний за швидкодією не завжди коректно здійснює перемикавання керуючого впливу на об'єкт управління.

Має місце нестабільність положення знайденої точки гальмування внаслідок впливу збурень на виході об'єкта управління.

Задача полягає у поліпшенні якості управління об'єктом за рахунок стабілізації розрахункового значення точки гальмування регулятора в перехідному режимі за рахунок зниження впливу збурень на результати визначення точки гальмування.

Задача вирішується за рахунок того, що у регулятор оптимальний за швидкодією введений статистичний блок, вхід якого з'єднаний з виходом блоку вибірки-зберігання, а вихід - з коректором (рис. 1).

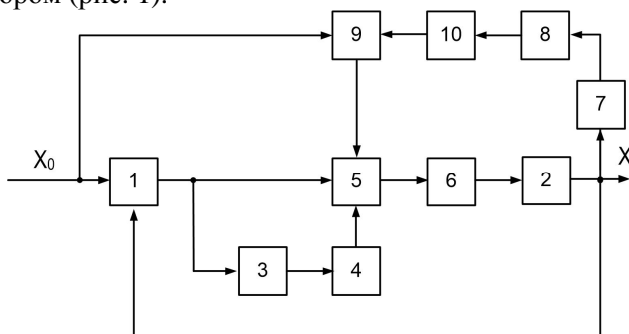


Рисунок 1. Регулятор зі стабілізацією точки гальмування в перехідному режимі

Регулятор працює наступним чином. На перший вхід блоку порівняння 1 надходить значення впливу  $X_0$ , що задається, а на другий вхід - значення регульованого параметра  $X$  з виходу об'єкта управління 2. На виході блоку порівняння 1 формується значення помилки відхилення, яке подається на вхід диференціатора 3. Диференціатор 3 формує величину відношення зміни значення помилки відхилення до інтервалу вимірювання, яка подається на вхід нелінійного перетворювача 4. Вихідне значення функції, обчислене нелінійним перетворювачем 4 надходить на другий вхід суматора 5. Значення на виході суматора 5 надходить на вхід релейного елемента 6, який здійснює перемикання рівня управляючого впливу від максимально позитивного значення до максимально від'ємного значення, яке надходить на вхід об'єкта управління 2. Диференціатор 7 визначає точку закінчення нелінійного ділянки характеристики розгону, значення якої фіксується в блоці вибірки-зберігання 8. Коректор 9 визначає значення точки гальмування, яка відповідає початку ділянки гальмування шляхом віднімання від значення джерела впливу, що задається  $X_0$  значення на виході статистичного блоку 10. Статистичний блок 10 перешкоджає впливу збурень з виходу об'єкта управління на процес визначення точки гальмування коректором 9. Поправка для визначення точки гальмування з виходу коректора 9 надходить на третій вхід суматора 5.

Таким чином, в процесі управління об'єктом положення точки перемикання, відповідної початку ділянки гальмування змінюється від розрахункового значення до реального значення в залежності від умов функціонування об'єкта управління, стабілізується і не залежить від впливу збурень з виходу об'єкта управління, що дозволяє враховувати статичні і динамічні характеристики об'єкта управління, не визначені на початку траєкторії розгону.

Це дозволяє використовувати пристрій управління з оптимальним положенням та стабілізацією точки перемикання, відповідної початку ділянки гальмування, покращуючи динамічні характеристики системи управління оптимальної за швидкодією.

**О.П. Голик, канд. техн. наук, доц.,**  
**М.С. Погорілий, студ. гр. ЕС-17-3ск**  
Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м.Кропивницький, Україна

## **ДІАГНОСТИКА СОНЯЧНОЇ АТМОСФЕРИ**

Відмінна риса сучасної фізики Сонця – можливість отримувати спостереження з надзвичайно високою спектральною, просторовою та часовою роздільними здатностями. Ці спостереження свідчать про існування величезної різноманітності дрібномасштабних структур, які змінюються із часом.

В той же час, стало звичним, що і спектральні спостереження зір за своїми основними характеристикам (спектральна роздільна здатність, відношення сигнал/шум) наближуються до сонячних. Висока якість спостережуваних даних вимагає і відповідної точності під час їх інтерпретації, а саме: числове моделювання спектрів для реалістичних моделей атомів, які містять велику кількість рівнів і переходів (так звані багаторівневі моделі) та для динамічних неоднорідних моделей атмосфер.

В основі такого моделювання лежить розв'язок системи рівнянь переносу випромінювання та рівнянь статистичної рівноваги для багаторівневої моделі атома. Проблема багаторівневого переносу випромінювання в неоднорідних середовищах далека від свого розв'язку через труднощі, з якими вона стикається.

Одна з головних труднощів обумовлена тим, що в багаторівневому атомі залежність населенностей рівнів один від одного стає нелінійною, а перенос випромінювання в його спектральних лініях носить нелокальний характер. Стає неможливим застосувати рівноважні співвідношення статистичної механіки та термодинаміки при локальних значеннях температури й густини. Нагадаємо, що останнє припущення відоме в літературі як гіпотеза про локальну термодинамічну рівновагу (ЛТР).

Врахування неоднорідностей атмосфери наштовхується на дві основні труднощі.

По-перше, недостатньо відомі реальні фізичні й динамічні картини цих неоднорідностей, по-друге, трудність пов'язана з необхідністю розгляду переносу випромінювання в середовищі, в якому конфігурація границь окремих неоднорідностей, їх внутрішня структура, падаюче випромінювання змінюються упродовж більше ніж однієї просторової координати. Таким чином, задача переносу випромінювання стає багатомірною і її числовий розв'язок дуже сильно ускладнюється.

Нарешті, ще одна проблема, із якою зустрічаються під час розв'язку багаторівневих задач – недосконалість теорії розширення ліній та відсутність надійних атомних параметрів (сил осциляторів, ефективних перерізів зіткнень, перерізів фотоіонізації та ін.).

Здолати основні труднощі багаторівневого переносу в багатомірних середовищах вдалося лише зовсім недавно після появи на початку 90-х років нових ітеративних числових методів. Швидкодія та ефективність їх такі, що дають можливість розпочати масові дослідження утворення спектральних ліній у неоднорідних атмосферах із врахуванням реальної складності атомів.

Метою роботи – провести діагностику атмосфер Сонця і холодних зір, застосовуючи під час інтерпретації їх спектрів підхід, який ґрунтується на розв'язку багаторівневих задач переносу випромінювання в одновимірних (1D) і тривимірних (3D) гідродинамічних моделях.

Для вирішення задачі переносу випромінювання доцільно використовувати числові методи. Наприклад, ітеративні методи розв'язку рівнянь переносу випромінювання та статистичної рівноваги для атому «домішкового» елементу, тобто елементу, який не впливає на структуру атмосфери.

Крім того, можна використовувати методи еквівалентних дворівневих атомів, лінеаризації та прекодиціювання. Переваги метода прекодиціювання над іншими методами особливо помітні тоді, коли розглядаються складні моделі атомів, такі як атом заліза.



## **ВИКОРИСТАННЯ ПЛАТФОРМИ ARDUINO ПРИ РОЗРОБЦІ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ**

В наші дні автоматизація розвивається все з більш високими обертами, що дозволяє рухати прогрес людства вперед. Розробка керуючих систем, які забезпечують високу ефективність роботи автоматики, процес постійного удосконалення: обладнання, способів, засобів і т.д. Щоб система керування задовольняла всім вимогам необхідно враховувати вже існуючі наукові дослідження і рішення. З кожним роком найбільшого розповсюдження отримують системи розроблені на базі Arduino.

Arduino – це електронний конструктор і зручна платформа швидкої розробки електронних пристроїв для новачків і професіоналів. Платформа користується величезною популярністю в усьому світі завдяки зручності і простоті мови програмування, а також відкритій архітектурі і програмного коду. Пристрій програмується через USB без використання програматорів.

Дана платформа дозволяє комп'ютеру вийти за рамки віртуального світу у фізичний і взаємодіяти з ним. З її допомогою можна розробляти різні інтерактивні пристрої і вимірювальні прилади, обробляти дані, що надходять з датчиків і перемикачів, керувати двигунами і та. ін.

В теперішній час це найбільш часто використовувані платформи, які дозволяють створювати мікроконтролерні системи різного призначення. Основними її перевагами є:

- використання потужних сучасних процесорів фірми Atmel;

- проста і добре збалансована плата з обв'язкою, що включає лінійний стабілізатор напруги, кварцовий резонатор і аналого-цифровий перетворювач;

- сучасне, вільно розповсюджене кросплатформене середовище (IDE) на базі об'єкт-орієнтованих мов програмування C++ і Java;

- доступність великої кількості (сотні різних варіантів) додаткових плат розширення для оптимізації і підвищення функціональності розроблюваних систем і пристроїв.

Переваги платформи Arduino роблять її зручною для використання автоматизації експериментальних досліджень, що в результаті сприяє розвитку науки.

До Arduino є можливість підключити велику кількість датчиків (датчик освітленості, датчик вологості і температури, датчик вогню, датчик відстані і багато інших) і електронних пристроїв (двигуни, реле і ін..), а також пристрої для виводу інформації (світлодіоди, рідкокристалічні індикатори, багатострочні монітори, SD-карти пам'яті і ін..). Все це дозволяє спроектувати і розробити сучасну систему керування майже будь-яким параметром.

На базі даних платформ можна зібрати різні пристрої автоматизації, наприклад, для «розумного» будинку: керувати кондиціонером через додатки на Android або iOS; віддалено керувати системою електроживлення в домі; зчитувати інформацію про температуру в домі; керувати телевізором, освітленням, отримувати інформацію про пристрої підключені до «розумного» будинку через Інтернет; керувати температурним режимом в домі і т.д.

Arduino пропонує велику кількість матеріалів для розробки, починаючи від готових до використання бібліотек для спрощення програмування, щоб користувач міг повністю зануритись в роботу не відволікаючись ні на що крім реалізації власної ідеї, і закінчуючи вже повністю готовими проектами які можуть надихнути на їх вдосконалення, або на створення власних. В Arduino кожен зацікавлений може знайти для себе щось своє і реалізувати свої ідеї.

Дослідження ринків готових систем керування показало, що перевагою систем розроблених на базі Arduino є те, що вони коштують в десятки разів дешевше. Так, наприклад, промислова система керування водяним насосом

водонагрівуючого контура коштує від 10000 до 20000 грн., а на базі даних контролерів від 1200 до 2500 грн.

Таким чином, використанням систем на базі даної платформи можна автоматизувати багато процесів, які виконуються людиною, керувати параметрами автоматизації, економити значну кількість часу, електроенергії і підвищувати продуктивність.

**УДК 681.17; 681.5.015**

**Ю.М. Пархоменко, канд. техн. наук, доц.,  
А.Р. Бокій, студ.**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м.Кропивницький, Україна

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИСТРОЮ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЗЕРНОВОГО ПОТОКУ**

Дослідження пристрою ідентифікації зернового потоку в сівалці включало експериментальне встановлення дозволяючої здатності, похибки реєстрації та достовірності отриманих результатів. Перш за все визначалися кількість вимірів, довжина залікової ділянки в досліді та тривалість випробування. Оскільки похибки вимірювання тривалості інтервалів між сусідніми насінинами та щільності їх розподілу можуть приймати неперервний ряд значень, мати різні знаки та зустрічатися однаково часто при великій кількості вимірів, то вони підпадають під нормальний закон розподілу. Для того, щоб результати вимірювань були достовірними, необхідно, щоб похибка вимірювання  $\Delta x$  випадкової величини  $X$  при нормальному законі їх розподілу не виходила за межі довірчого інтервалу  $\bar{x} \pm \Delta x$  з ймовірністю  $\alpha = 0,95$ , тобто

$$P(\bar{x} - \Delta x \leq X \leq \bar{x} + \Delta x) = P(\bar{x} - \varepsilon \cdot \sigma \leq X \leq \bar{x} + \varepsilon \cdot \sigma) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot \int_{-\Delta x}^{\Delta x} e^{-\frac{\Delta x^2}{2\sigma^2}} \cdot d(\Delta x) = 0,95,$$

де  $\sigma$  - середнє квадратичне відхилення похибок від математичного очікування  $\bar{x}$ , що дорівнює  $\sigma = \sigma_{xi} / \sqrt{n}$ ;

$\varepsilon = \Delta x / \sigma = \Delta x \cdot \sqrt{n} / \sigma_{xi}$  - нормоване відхилення вибіркової середньої;

$\sigma_{xi}$  - середнє квадратичне відхилення кожного виміру;

$n$  - кількість вимірів.

Після заміни в формулі Гауса похибки  $\Delta x$  на  $\Delta x = \varepsilon \cdot \sigma$  приходимо до табличних значень інтегралу Лапласа

$$P(\varepsilon) = \frac{2}{\sqrt{2} \cdot \pi} \int_0^{\varepsilon} e^{-\frac{\varepsilon^2}{2}} \cdot d\varepsilon, \text{ на підставі яких при ймовірності}$$

$\alpha = 0,95$  нормоване відхилення дорівнює  $\varepsilon = 1,96$ .

Величину залікової ділянки досліду  $L_3$  або його тривалість  $T_3$  можна визначити на підставі розрахункової або заданої середньої відстані  $\bar{x} = 1/Q_m$  між сусідніми насінинами в рядку або середньої тривалості часу  $\bar{t} = 1/Q_c = 3,6/Q_m \cdot v_c$  між сусідніми насінинами в потоці, домноженої на кількість вимірів  $n_3$ , тобто

$$L_3 = n_3 \cdot \bar{x},$$

$$T_3 = n_3 \cdot \bar{t} = n_3 \cdot \bar{x} / v_c.$$

Підставою для визначення кількості вимірів  $n_3$  є агротехнічні вимоги до рівномірності висіву - коефіцієнт варіації  $v = (\sigma_{xi} / \bar{x}) \cdot 100\%$  та величина відносної похибки вибіркової середньої  $p = (\Delta x / \bar{x}) \cdot 100\%$ . Для того, щоб похибки вимірювання випадкових величин не виходили за межі довірчого інтервалу  $\pm \Delta x = \pm \varepsilon \cdot \sigma$  з ймовірністю  $\alpha = 0,95$ , необхідно, щоб нормоване відхилення вибіркової середньої  $\varepsilon = \Delta x / \sigma = \Delta x \cdot \sqrt{n} / \sigma_{xi}$  дорівнювало  $\varepsilon = 1,96$ .

Виходячи з цього, кількість вимірів  $n_3$  визначається виразом

$$\varepsilon^2 = \frac{\Delta x^2 \cdot n_3}{\sigma_{xi}^2} = \frac{p^2 \cdot n_3}{v^2}, \text{ звідки } n_3 = \frac{\varepsilon^2 \cdot v^2}{p^2}, \text{ де } \sigma_{xi} = \frac{v \cdot \bar{x}}{100\%},$$

$$\Delta x = \frac{p \cdot \bar{x}}{100\%}.$$

**УДК 681.5:004:635.64:004**

**Т.О. Прокопенко, канд.техн.наук, доц.,**

**Л.В. Рибаківа, доц.**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м.Кропивницький, Україна

## **АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ ОВОЧЕВОЇ ТЕПЛИЦІ**

Існуючі на сьогодні системи забезпечення температурно-вологісними режимами в тепличних приміщеннях мають суттєві недоліки: не враховується температура на поверхні рослин; комплексно не оцінюється температурний вплив сонячного випромінювання, температури довкілля, матеріалу огороження та інших зовнішніх факторів, що мають випадковий характер. Такі системи працюють за принципом, коли вироблення керуючого впливу узгоджується з кількістю продукту (овочів) на виході та кількісними показниками вхідних величин, хоча потрібно враховувати стохастичне коливання параметрів теплиці та зміну структури взаємозв'язків між ними, які мають місце в реальних умовах функціонування споруд закритого ґрунту.

Аналіз моделей динаміки теплиць аркового типу, отриманих аналітично та експериментально, показав її керованість та спостережність, якщо для керування мікрокліматом використовувати підігрів ґрунту та повітря, а значення потужностей відповідних нагрівачів формувати з сигналів про температуру повітря та ґрунту. В процесі такого керування доцільною є зміна температури повітря при сталому підігріві ґрунту.

Застосування генетичного алгоритму дозволило визначити, що до складу вихідних даних, необхідних для роботи блоку формування вибірок системи керування температурно-вологісним режимом у теплиці аркового типу, повинні входити: зовнішня вологість повітря, індекс тепла, внутрішня вологість повітря, температура повітря біля рослини.

Модуль оцінки значимості на основі генетичного алгоритму дав можливість сформувавши структуру системи керування, виходячи з якої розробили методика створення енергоефективної нейромережевої системи керування температурно-вологісним режимом у теплиці.

Створили та перевірили на адекватність відповідні нейромережеві радіально-базисні архітектури. Провели імітаційне моделювання, яке підтвердило функціональну ефективність системи, та здійснили її алгоритмічно-програмно-апаратну реалізацію.

В результаті синтезу інтелектуальної адаптивної системи автоматичного керування розроблено наступні програмні модулі: система керування, база даних, програмний блок формування вибірки технологічних даних, які дозволили сформувати зручний інтерфейс для роботи оперативних технологій.

Перевірка ефективності застосування автоматизованої системи керування доводить наявність середньодобової економії електричної енергії на рівні 5% при збереженні якості продукції та підвищенні врожайності на 2,7%.

**УДК 519.95; 621.865.8**

**А.А. Абашина, студ. гр. КІ-17**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м.Кропивницький, Україна

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ СУЧАСНИХ ПРОМИСЛОВИХ РОБОТІВ**

З розвитком науки і техніки розширюється роботизація виробництва та усіх сфер життєдіяльності людини. Особливе значення мають промислові роботи, які є незамінними при виконанні робіт з монотонним характером операцій, пов'язаних із затратами важкої фізичної праці, наявністю токсичних речовин, а також у важких температурних умовах, при високій вологості, забрудненості повітря, вібраціях, шумі тощо.

Роботу можливо дати наступне визначення. Робот – це універсальна автоматична система, яка пристосована для навчання при взаємодії з навколишнім середовищем і може імітувати найрізноманітніші операції, що виконуються людиною в процесі фізичної або розумової праці.

Метою доповіді було дослідити особливості сучасних промислових роботів за їх можливостями, устроєм та системами керування.

Аналіз показав, що дослідження необхідно спрямувати за наступними напрямками: можливостями промислових роботів; основними параметрами; конструктивним виконанням; спеціалізацією; вантажопідйомністю; ступенями вільності; видом виконання; реалізованою системою координат; типом приводів; системами керування.

Промислові роботи можуть перевищувати можливості людини в підніманні ваги, швидкості реакції, надійності та ритмічності. Характеризуються гнучкістю і можуть легко пристосуватись до різних умов. Перепрограмуванням можна забезпечити виконання різних за характером робіт. Вони можуть працювати за незалежними програмами відповідно до команд, що надходять, а також можуть самі формувати команди для керування іншим устаткуванням. Промислові роботи звичайно призначені для виконання багатьох операцій. Від однієї до іншої виконуваної операції переходять в результаті зміни програми.

Як технічні системи промислові роботи характеризуються такими основними параметрами: кількістю ступенів вільності; швидкістю переміщення; вантажопідйомністю; зоною обслуговування (радіус, висота); точністю позиціонування захвата; кількістю точок позиціонування.

Існує багато конструкцій промислових роботів. Їх розрізняють за поколіннями. Роботи першого покоління – це програмні роботи, які автоматично виконують різні операції за жорсткою програмою. Роботи другого покоління – це адаптивні промислові роботи. Їх система керування дає змогу функціонувати в не повністю визначеній і мінливій обстановці. Роботи третього покоління – це інтелектуальні роботи. Вони сприймають обстановку за допомогою штучного

зору та інших інформаційних пристроїв. Вони можуть моделювати середовище, автоматично приймати рішення про подальші дії, самонавчатися в процесі набування досвіду в конкретних умовах роботи. Більшість нині використовуваних у промисловості роботів належать до систем першого покоління. Роботи можуть бути повністю автоматичними або працювати з участю людини, створюючи біотехнічні системи. Усі різновиди роботів зберігають своє значення і їх застосовують у відповідних галузях. За спеціалізацією розрізняють спеціальні, спеціалізовані й універсальні роботи.

Вантажопідйомність промислових роботів змінюється в широких межах: надлегкі (до 1 кг); середні (10...200 кг); важкі (200...1000 кг); надважкі – понад 1000 кг. Кількість ступенів вільності дорівнює двом, трьом, чотирьом. Остання група має понад чотири ступені вільності. Промислові роботи бувають стаціонарні і рухомі. Розрізняють підлогові, підвісні і вмонтовані конструкції роботів. Вони можуть працювати у прямокутній декартовій, у циліндричній, у сферичній, у кутовій та ін. системах координат. В них застосовують електромеханічні, гідравлічні, пневматичні і комбіновані приводи.

Розрізняють дві групи і кілька підгруп систем керування роботами. Група роботів з програмним керуванням має три підгрупи: з цикловим керуванням; з позиційним керуванням; з контурним керуванням. Група промислових роботів з адаптивним керуванням має дві підгрупи: з позиційним і з контурним керуванням. Розрізняють роботи, що програмуються аналітично і навчанням.

Доповідь присвячено розкриттю особливостей сучасних промислових роботів, що може стати основою їх удосконаленого програмного забезпечення, особливо стосовно пристроїв інтелектуального типу та біотехнічних систем керування, де діє оператор.



## **НОВІТНІ КОНЦЕПЦІЇ В АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ**

Промислова автоматизація має свою історію застосування комерційних технологій, коли вони стають широко доступними. Наприклад, планшетні комп'ютери з Wi-Fi натеper широко використовують для поліпшення роботи та ефективності обслуговування. Інші основні технології з комп'ютерної індустрії також набули застосування у промисловості та її автоматизації. Серед таких технологій можна виокремити 3D-принтери, потужні вбудовані мікропроцесори, IP-комунікації, великі дані (big data), хмарні обчислення, відкриті стандарти зв'язку, відкриті стандарти обміну даними та самовідновувальні високонадійні мережі і та інші [1]. Подальше поєднання інформаційних та виробничих технологій створює потенціал, здатний дійсно змінити ланцюг від виробництва через постачальників до клієнтів на кожному етапі їх взаємодії. Це явище можна назвати «інформованим виробництвом».

Для допомоги виробникам у переході на нову бізнес-модель було розроблено концепцію SMAC (social, mobile, analytics and cloud). Концепція полягає в активному використанні чотирьох трендів: соціальних мереж і медіа, мобільних пристроїв та додатків, аналітики, хмарних обчислень. Поєднання цих технологій утворює стек SMAC. Мобільні пристрої змінили доступ користувачів до цифрового контенту. Смартфони і планшети принесли контент до рук споживачів. Мобільний банкінг став одним з найбільш інноваційних продуктів в індустрії фінансових послуг. Покупці дедалі частіше використовують свої мобільні пристрої для різних цілей — від простого перегляду до купівлі продуктів. Щороку компанії і приватні особи генерують мільярди гігабайтів даних. Дані, належним чином

проаналізовані та використані вчасно, можуть стати нездоланим фактором конкурентної переваги. Для аналітики важливе значення має також технологія великих даних. Великі дані – це серія підходів, інструментів і методів оброблення структурованих і неструктурованих різних даних великих розмірів для отримання результатів, які легко сприймаються людиною, є ефективними в умовах неперервного приросту та розподілення між численними вузлами обчислювальної мережі [ 2]. Технологія великих даних здатна не лише обробляти великі обсяги даних. Вона дозволяє організаціям адаптувати продукти та послуги точно для задоволення потреб своїх клієнтів. Цей підхід добре відомий в маркетинзі та в управлінні ризиками, але може бути революційним і в інших сферах.

Для виробників можливості, забезпечувані технологією великих даних, можуть стимулювати підвищення продуктивності за рахунок підвищення ефективності виробництва та якості продукції. Підвищення ефективності виникає в ланцюгу виробництва за рахунок скорочення непотрібних ітерацій в циклах розвитку продукту до оптимізації процесу складання. Хмарні обчислення (Cloud Computing) – це модель забезпечення повсюдного та зручного доступу до спільного пулу обчислювальних ресурсів, що підлягають налаштуванню (наприклад, до комунікаційних мереж, серверів, засобів збереження даних, прикладних програм та сервісів). Ці ресурси можуть бути оперативно надані та вивільнені з мінімальними управлінськими затратами і зверненнями до провайдера.

Отже, технологія хмарних обчислень є базою для реалізації та поєднання інших трьох складових стеку. Стек SMAC стає важливим технологічним набором інструментів для підприємств, що дає змогу залучати більше клієнтів і збільшувати можливості. Хоча стек було розроблено передусім для використання IT- корпораціями, проте впровадження новітніх інформаційних технологій в систему автоматизації виробництва робить концепцію стеку SMAC основою для реалізації «інформованого виробництва».

### Список літератури

1. Капустін, М. М. Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні: Учеб. для втузів / Під ред. М. М. Капустіна. – М.: Вищу школу, 2014. – 415 з.
2. Дудкин Е.П. Основы автоматики и автоматизации: учеб. пособие / Е.П. Дудкин, Г.И. Коропальцев, А.А. Зайцев, И.Ю. Князев. – Часть 1: Элементы систем автоматики. – СПб.: Петербург. гос. ун-т путей сообщения, 2008. – 64 с.

**УДК 621.391**

**В.О. Зубенко, канд. техн. наук, доц.,**  
**М.С. Мірошніченко, канд. техн. наук, доц.**  
Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м.Кропивницький, Україна

### **ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ ПЕРЕДАЧІ ДИСКРЕТНИХ ПОВІДОМЛЕНЬ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ КАСКАДНИХ КОДОВИХ КОНСТРУКЦІЙ**

Перспективним напрямом на сьогодні є методи синтезу завадостійких кодів з покращеними властивостями, розробка нових обчислювально ефективних алгоритмів їх побудови і декодування.

Досвід експлуатації систем і мереж зв'язку, результати досліджень ефективності вживаних методів завадостійкого кодування показали, що найбільший енергетичний вигравш від кодування дає використання згорткових кодів і паралельних каскадних кодових конструкцій на їх основі (турбо-кодів).

Іншим перспективним напрямом в розвитку методів завадостійкого кодування є застосування лінійних блокових кодів з швидкими алгоритмами декодування і побудова на їх основі каскадних конструкцій.

У той же час існуючі методи і алгоритми швидкого декодування не оптимальні по критерію мінімізації ймовірності помилки, а вживана схема з жорсткими

рішеннями не дозволяє добитися високої завадостійкості передачі дискретних повідомлень.

Таким чином необхідно розробляти нові методи побудови та декодування каскадних кодових конструкцій з покращеними властивостями, спрямованими на підвищення завадостійкості передачі дискретних повідомлень.

Використання каскадних кодових конструкцій з покращеними властивостями і методів декодування з ітеративним обміном м'якими рішеннями дозволило усунути виявлену суперечність та забезпечити можливість підвищення рівня завадостійкості телекомунікаційних систем.

Запропоновані каскадні кодові конструкції, які відрізняються від відомих запропонованими алгебраїчними процедурами синтезу складених блокових кодів, дозволяють узагальнити каскадні конструкції, що синтезуються, на випадок недвійкових послідовностей з можливістю використання методів декодування з ітеративним обміном м'якими рішеннями.

Використання підмножини перевірочних рівнянь, які відповідають ненульовим елементам рядка перевірочної матриці, разом з ітеративним обміном м'яких рішень забезпечують можливість створення алгоритму прискореного турбо-декодування каскадного коду та мінімізації ймовірності помилкового приймання символу.

Імітаційне моделювання роботи каналу передачі дискретних повідомлень з використанням каскадних кодових конструкцій підвищеної якості та турбо-декодування з ітеративним обміном м'якими рішеннями підтвердило коректність результатів досліджень та наявність зв'язку між ймовірністю помилкового прийому символів і довжиною каскадної кодової конструкції, а саме: в каналах передачі даних з високою ймовірністю помилкового прийому фазоманіпульованих сигналів необхідно використовувати каскадні кодові конструкції з короткими складеними кодами; при підвищенні якості каналу передачі даних необхідно збільшити довжину коду для різкого зменшення ймовірності помилки на виході декодера.

## **АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ**

Автоматизована система керування технологічним процесом (АСК ТП) – комплексне рішення, що забезпечує автоматизацію основних технологічних операцій на виробництві в цілому або якійсь його ділянці, що випускає відносно завершений продукт; автоматизована система, яка призначена для вироблення та реалізації керувальної дії на технологічний об'єкт керування згідно з прийнятими критеріями керування.

Одним із головних класів АСКТП є PLC (англ. Programmable Logic Controller) – програмований логічний контролер (ПЛК). У вузькому розумінні це – апаратний модуль для реалізації алгоритмів автоматизованого керування з використанням логічних операцій, таймерів, і (в деяких моделях) неперервне регулювання відповідно до заданого закону.

У широкому розумінні під ПЛК розуміється клас систем, електронний пристрій, який використовується для автоматизації технологічних процесів таких як, управління конвеєрною лінією, насосами на станціях водопостачання, верстатами з числовим програмним керуванням тощо. По суті, це спеціалізований комп'ютер реального часу, що розроблений на основі мікроконтролера. Основною його відмінністю від комп'ютерів загального призначення є значна кількість пристроїв вводу-виводу для датчиків та виконавчих пристроїв, а також можливість надійної роботи при несприятливих умовах: широкий діапазон температур, висока вологість, сильні електромагнітні завади, вібрації тощо

УДК 681.513.5

**Б.М. Гончаренко<sup>1</sup>, д-р техн. наук, проф.,**  
**О.П. Лобок<sup>1</sup>, канд. фіз.-мат. наук,**  
**Л.Г. Віхрова<sup>2</sup>, канд. техн. наук, проф.**

<sup>1</sup>Національний університет харчових технологій, м.Київ, Україна

<sup>2</sup>Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м.Кропивницький, Україна

### **АВТОМАТИЗОВАНЕ КЕРУВАННЯ ЛІНІЙНИМИ БАГАТОВИМІРНИМИ ОБ'ЄКТАМИ ЗА УМОВИ НЕТОЧНОГО ТА НЕПОВНОГО ЇХ ВИМІРЮВАННЯ**

При розгляді оптимізаційних задач керування більшість величин координат стану об'єкта недоступні для безпосереднього, повного і (або) точного вимірювання, а лише для спостереження або відновлення, причому ці оцінки отримуються також з певними похибками.

Саме тому розглянута задача мінімаксного оцінювання за наявності похибок вимірювання у відповідних вимірювальних каналах (або за умови неповних і неточних вимірюваннях вектора стану об'єкта), а потім і керування за відновленими значеннями (оцінками) координат стану об'єкта.

Викладені суть та послідовність такого підходу. Сформульована задача синтезу оптимального мінімаксного оцінювання та керування відновленими значеннями у вказаних об'єктах. Наведена матрична математична модель температурного режиму теплового об'єкта (пекарної камери) та сформульований критерій оптимальності спостереження та керування. Викладена послідовність математичних перетворень та замін, щоб шляхом розв'язання оптимізаційної задачі врешті отримати вирази оптимального оцінювання (спостерігача) та керувального діяння (регулятора) за умови неповного або неточного вимірювання координат стану об'єкта у вигляді матриці зворотного зв'язку і матриці коефіцієнтів моделі спостережень координат стану об'єкта. Визначена структура мінімаксного фільтра та його похибка оцінювання (спостереження). Викладене полегшить застосування в харчовій промисловості методу мінімаксного підходу для практичного розв'язання оптимізаційних задач оцінювання та керування відновленими значеннями параметрів.

Д. В. Гицеларь, студ. гр. КІ-15,  
Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м.Кропивницький, Україна

## НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ПЕРЕВІРКИ НА ГЕС

Високі витрати, викликані незапланованими зупинками в енергогенераторах, є однією з багатьох проблем, з якими стикаються гідроелектростанції в даний час; це дає нам уявлення про ті проблеми, які виникають в промислових підприємствах в наші дні. Сервіс-робототехніка розробляє рішення, засновані на новітніх технологіях, з метою забезпечення більш простих, безпечних і більш частих інспекцій об'єктів. Крім того, сервіс-робототехніка пропонує великі переваги з точки зору економічної ефективності, запобігання незапланованої зупинки в генераторах електроенергії, постійний моніторинг гідроелектростанції, раннє виявлення можливих помилок і більше отримання даних.

IXspector - це рішення, розроблене IXION для моніторингу і контролю гідроелектростанцій з використанням системи, заснованої на комп'ютерному баченні. Його основна мета - виконати автоматичні перевірки гідроелектростанції, коли вона збирає зображення контрольованої електростанції в режимі реального часу, виконує автоматичні перевірки, виявляє аномалії, вимірює певні елементи і повідомляє про свій статус [1].

IXspector автоматично перевіряє стан електростанції завдяки алгоритмам комп'ютерного зору, встановленим на його камерах, а також багатьом іншим сортованим датчикам. Таким чином, він забезпечує вимір критичних точок контролю і виявляє аномалії в гідроелектростанції. Почнемо з того, що оператор визначає запрограмовані послідовності контрольних циклів в різних областях, що представляють інтерес для гідроелектростанції. Ці цикли проводяться за допомогою камер, які раніше встановлювали стратегічні або цікаві місця. Система IXspector запускає запрограмовану послідовність в

розрахунковий час, відправляючи зображення в реальному часі і інформацію про статус електростанції. Якщо виявлена аномалія, IXspector повідомляє про цю подію місцевим або віддаленим операторам за допомогою SMS або електронної пошти [1].

Крім того, всі зображення і інформація про аномалії, виявлених на гідроелектростанції, збираються і зберігаються в базі даних з метою надання даних і засобів генерації звітів.

Щоб виявити аномалії і скласти загальний звіт про стан, IXspector може дізнатися, якою є ідеальні умови конкретної гідроелектростанції, і порівнює їх з фактичним станом об'єкта при проведенні інспекційних циклів [2].

У гідроелектростанціях IXspector робить такі аналізи та повідомлення про аномалії: показання термометра, аналіз манометра, протікання масла/води, відображення та зчитування комутаторів, аналіз стану крана, аналіз стану гака, зчитування рівня рідини, цілісність скла, виявлення спалахів, масляні плями, гарячі точки з терміналом в електричних трансформаторах, колір гелю повітряного фільтра, виявлення людини, зчитування показань на 7 сегментах і вимір рівня греблі. Більш того, IXspector виконує завдання по профілактиці ризиків праці, які визначають, чи наділені оператори на електростанції їх захисним обладнанням [1].

Таким чином, ця інспекція не тільки запобігає ризикованій ситуації, але також є легким способом дотримання аудиту, оскільки вона допомагає контролювати всі аспекти в об'єкті.

### **Список літератури**

1. New trends in Hydroelectric Power Station automatic inspection [Електронний ресурс] // IXION. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://ixion.es/hydroelectric-power-station-automatic-inspection/>.

2. Automatic Control System for Hydroelectric Power Stations [Електронний ресурс] // The Great Soviet Encyclopedia. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: <https://encyclopedia2.thefreedictionary.com/Automatic+Control+System+for+Hydroelectric+Power+Stations>.



## **ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ КЕРУВАННІ ТРАНСПОРТНИМИ ПОТОКАМИ**

Транспортний потік (ТП) можна розглядати як потік транспортних засобів (ТЗ), що рухаються по двомірній транспортній мережі. Він має багато спільного з іншими видами потоків, такими як інформаційний потік, потік рідин і газів та ін. Проте є ряд відмінностей, які необхідно враховувати при розробці систем керування ТП.

Сучасні системи контролю транспортних потоків включають сенсори-лічильники, телевізійні системи спостереження, експертне оцінювання тощо. Системи управління цього класу можна поділити на дві групи.

До першої групи відносяться системи, які для прийняття рішень використовують статистичні дані. Зазвичай, ця інформація представляється у вигляді законів розподілу ймовірностей та усереднених характеристик.

Другу групу становлять системи управління, які базуються на нечіткій інформації про транспортні потоки. Прийняття рішень в цих системах відбувається на основі нечіткого логічного висновку.

В процесі керування потрібно приймати рішення декількох типів:

- рішення щодо зміни пропускної спроможності на локальному перехресті;
- рішення щодо необхідності керування на рівні групи перехресть;
- рішення щодо зміни пропускної спроможності на групі перехресть у певному напрямку;
- рішення щодо необхідності коригування на рівні всієї мережі – зміна кількості ТЗ на групі перехресть.

Розподілений характер системи вимагає здійснення керування одночасно в різних точках транспортної мережі, що

в ряді випадків може призвести до протиріч між критеріями прийняття рішень на окремих перехрестях. Наслідком таких протиріч є погіршення умов руху та виникнення заторів.

Важливою особливістю системи керування транспортною мережею є відмінності в структурі систем керування перехрестями та групами перехресть. Це пов'язано з характером зміни транспортного потоку та собівартістю системи. Для ділянок з різкою зміною інтенсивності руху доцільно вимірювати інтенсивність через певні інтервали часу. Це потребує використання сенсорів руху та каналів передавання інформації. Для ділянок зі сталими інтенсивностями можна використати дані стохастичного та експертного характеру.

В теорії ТП розглядається два основних види керування: комплексне керування транспортною мережею та автономне керування окремим перехрестям. Автономне керування застосовують у випадку, коли ТП на перехресті не зазнають суттєвого впливу суміжних точок системи. Це відбувається, якщо відстані між перехрестями достатньо великі або швидкість ТЗ мала. Якщо на рух ТЗ впливає ситуація на кількох перехрестях, то використовують синхронізацію роботи світлофорів.

Очевидно, що керування всією транспортною мережею забезпечує краще значення критерію керування (загальний час руху ТЗ, витрата палива та ін.). Головний недолік цього підходу полягає у неможливості контролю параметрів всіх ТП мережі у відведений для прийняття рішення час. Проте використання методів прогнозування та оцінювання дозволяє отримати необхідні характеристики ТП та зменшити витрати на технічні засоби вимірювання параметрів ТП. Перспективними є методи керування ТП, основані на врахуванні величини впливу між потоками та визначенні затримок у його передаванні, оскільки дозволяють покращити якість рішень системи.

Отже, враховуючи розподіленість системи, наявність багатьох критеріїв керування та швидко зміну стану ТП, постає проблема прийняття рішень при керуванні ТП в умовах комбінованої невизначеності. Вирішення цієї проблеми

полягає у розробці методів ПР в системах керування ТП, які базуються на управлінні всією мережею з врахуванням динаміки процесів, невизначеності вхідних даних та використовують як миттєві, так і усередненні значення довжини черги.

**УДК 621.39 (043.2)**

**В.В. Котелянець, здобувач**

Національний авіаційний університет, Київ, Україна

### **ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ БЕЗПРОВОДОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ ДЛЯ КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ**

Безпроводні сенсорні мережі (БСМ) одні з інформаційних технологій, котрі найбільш швидко розвиваються і обіцяють мати різноманітне застосування в NGN. З точки зору практичного застосування, БСМ пропонують унікальні можливості моніторингу та збирання даних з ряду просторово розподілених сенсорних вузлів. Окрім забезпечення розподіленого зондування одного або декількох параметрів великого об'єкта, наприклад, будинку або відкритого простору, БСМ також дозволяють контролювати процеси на даному об'єкті.

Концепція «Розумний будинок» це загальна назва технології для автоматизації обслуговування житлових будинків. Перші ідеї розумного будинку були більш як наукова фантастика, але більша частина цих ідей знаходить своє відтворення у наші часи, певною мірою завдяки розвитку БСМ.

Важливим завданням автоматизації розумного будинку є підвищення комфорту користувача і безпеки разом із зменшенням загального споживання енергії. Основним елементом цієї стратегії є автоматизована децентралізована система мікроклімату приміщення. Суб'єктивне сприйняття якості повітря і теплового комфорту в приміщеннях залежить від великої кількості різних фізичних параметрів, найбільш

важливим з яких є середня кімнатна температура повітря, відносна вологість повітря, середня швидкість руху повітря, і концентрація CO<sub>2</sub>.

Для всебічної системи моніторингу клімату та управління приміщенням необхідна надійна і недорога система датчиків, яка охоплює більшість вимог вимірювання якості повітря та комфортних умов. Інтегрована система повинна забезпечити ефективні засоби збору, оцінки і порівняння параметрів якості повітря в приміщенні, а також проводити коригування, регулювання і підтримку необхідних параметрів мікроклімату.

В якості рішення цього завдання пропонується ZigBee Home Automation - глобальний стандарт для продуктів в рамках проектів "розумний будинок", котрий стандартизує керування різними приладами, освітленням, кліматом, споживанням енергії з можливістю підключення до інших ZigBee мереж. Даним стандартом передбачається можливість керування пристроями за допомогою доступу з глобальної мережі, а також з використанням мобільних телефонів. В управлінні можливий і контроль енергоспоживання пристроїв, аж до віддаленого включення-виключення.

В наслідок цього постало питання можливості інтеграції сенсорних мереж з мережею LTE (Long Term Evolution) на прикладі технології ZigBee™ в концепції «розумний будинок». Головним завданням в інтеграції БСМ з LTE є взаємодія великої кількості вузлів між собою таким чином, щоб вузли мали доступ до енергоефективного протоколу сигналізації протягом тривалих періодів роботи. Так як кожна мережа працює за своїми власними законами, нам потрібен пристрій, який зможе прийняти пакет з іншої мережі та доставити його за вказаною адресою. Таким пристроєм є шлюз, котрий забезпечує з'єднання та перетворення пакетів даних однієї мережі в пакети іншої і навпаки.

В результаті отримуємо можливість віддаленого управління параметрами мікроклімату за допомогою телефону чи інтернету. І у будь-який зручний час можна зайти в систему управління та відрегулювати необхідні параметри або час включення певної системи чи обладнання.

Головним завданням в інтеграції БСМ з LTE є взаємодія великої кількості вузлів між собою таким чином, щоб вузли мали доступ до енергоефективного протоколу сигналізації протягом тривалих періодів роботи.

**УДК 621.311.25:621.039:661.654**

**К.В. Беглов, канд. техн. наук, доц.,  
Є.І. Чмельов, магістр**  
Одеській національній політехнічний університет,  
м.Одеса, Україна

## **ДОСЛІДЖЕННЯ РЕГУЛЯТОРА КОНЦЕНТРАЦІЇ РІДКОГО ПОГЛИНАЧА ЕНЕРГОБЛОКУ АЕС**

В теперішній час потужність енергоблоків з реакторами ВВЕР-1000 регулюється за допомогою органів регулювання системи управління та захисту ядерного реактора (ОРСУЗ). Хоча останні дослідження показують, що з точки зору надійної експлуатації ТВЕЛів кращим методом регулювання є зміна концентрації рідкого поглинача в теплоносії першого контуру.

У ряді робіт були показані результати досліджень енергоблоку АЕС з ВВЕР-1000 з точки зору впливу зміни концентрації рідкого поглинача на його потужність [1]. Як поглинач використовується розчин борної кислоти. Показано, що з точки зору управління реактор по каналу «витрата борної кислоти - концентрація борної кислоти» є нелінійним об'єктом [2].

Інший фактор, який необхідно враховувати при маневрі потужністю - це йодна яма або ксенонові отруєння. Цей процес призводить до тимчасового появи значної негативної реактивності, що, в свою чергу, унеможливує виведення реактора на проектну потужність протягом певного періоду.

З іншого боку отруєння ксеноном  $^{135}\text{Xe}$  дозволяє зменшити потужність реактора «м'яко», не завдаючи керуючий вплив за допомогою ОРСУЗ і, відповідно, не

деформуючи поле енерговиділення в активній зоні. В роботі [2] було запропоновано так звану «комбіновано-компромісну програму регулювання». Таким чином, якщо наносити керуючий вплив за певним законом, то можна домогтися додаткового зниження потужності за рахунок отруєння ксеноном.

Після проведених досліджень енергоблоку АЕС було сформульовано такі вимоги до АСР потужності.

По-перше, для реалізації комбіновано-компромісної програми регулювання потужністю енергоблоку вона повинна підтримуватися за допомогою регулятора концентрації борної кислоти.

По-друге, для врахування ефекту йодної ями концентрація борної кислоти повинна залишатися незмінною під час зниженого значення потужності.

По-третє, при поверненні енергоблоку на максимальну потужність концентрація борної кислоти повинна відрізнятись від початкового значення, яке було перед маневром, для компенсації змін концентрації  $^{135}\text{Xe}$  викликаних маневром.

І по-четверте, регулятор повинен враховувати нелінійні властивості об'єкта регулювання.

Таким чином, в процесі синтезу АСР потужності енергоблоку зі зміною концентрації рідкого поглинача були розглянуті кілька схем АСР. Прийнята до реалізації каскадна схема регулювання.

### **Список літератури**

1. Медведєв Р.Б., Сангінова О.В. Оптимальне керування процесом зміни концентрації борної кислоти в теплоносії першого контуру АЕС з ВВЕР-1000 // Наукові вісті Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”. – 2002. – № 2 (22). – С.22

2. Maksimov, M. V. A model of a power unit with WWER-1000 as an object of power control [Text] / M. V. Maksimov, K. V. Beglov, T. A. Tsiselskaya // works of the Odessa Polytechnic University. — Odessa, 2012. — Rel. 1(38). — P. 104-106.

## **ІНТЕРПРЕТАЦІЯ ПОТОЧНИХ СИТУАЦІЙ НА ОСНОВІ ГРАНУЛЯЦІЇ ВХІДНОЇ ІНФОРМАЦІЇ НЕЙРО- НЕЧІТКОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ**

Прогнозування подальшої поведінки об'єкту й процесу керування вкрай важливе для розуміння змін функціонального стану об'єктів системи й прийняття швидких керуючих дій під час розпуску составів з сортувальної гірки. Ситуаційна обізнаність, як комп'ютерна парадигма, дозволяє ідентифікувати об'єкти з урахуванням впливу оточуючого середовища, використовуючи інформацію про місце розташування й параметри руху об'єкту, що надходить з первинних пристроїв на спускній частині гірки, інтерпретує їх значення для знаходження типових ситуацій, та прогнозує статус в майбутньому.

В контексті інтелектуалізації процесів керування на сортувальній гірці, представлено підхід до нечіткої кластеризації ситуацій для прогнозування функціональних станів об'єкту керування в складних умовах функціонування. Нечіткість дозволяє системі справлятися з невизначеністю подій. На основі теоретико-множинного представлення досліджується задача побудови узагальнюючої гібридної нейро-нечіткої моделі керування для визначення типових станів об'єктів, яка буде вмещувати знання про предметну область, отримані як від експертів, так й автоматично шляхом аналізу та накопичення даних.

Загальна структура відповідної предметної області описується як дві множини різнорідних багатоознакових об'єктів:  $X$  – для формалізації визначальних факторів середовища та параметрів об'єктів керування, що моделюються у даній предметній області;  $Y$  – для формалізації усіх типових ситуацій та характеристик керуючих впливів. Багатоознакові об'єкти  $P_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ , з яких складаються множини  $X$  та  $Y$  предметної області, представляються у вигляді кортежів безперервних або дискретних ознак об'єктів

керування  $q_i = (q_{i1}, \dots, q_{in})$ , в  $n$ -мірному декартовому просторі  $Q = Q_1 \times Q_2 \times \dots \times Q_n$ .

Інформація, що надається датчиками на спускній частині гірки та підгіркових коліях, гранулюється у відповідності з процедурою, яка зв'язує деяку ступінь корельованості результату, що прогнозується, з кожною інформаційною подією. Гранули нечіткої інформації дозволяють виявити інтерпретовані нечіткі множини для можливості досягнення високого рівня когнітивної здатності людини при прогнозуванні результату.

В побудові прикладних систем, заснованих на принципах нечіткої логіки, важливим є не лише досягнення максимальної адекватності та точності по відношенню до визначеної предметної області, але й компактність бази логічних правил, що використовуються. Запропонована модель має ієрархічну структуру, що є дійовим способом подолання проблеми розмірності, яка виражається в експоненційному характері залежності між кількістю вхідних параметрів нечіткої моделі й кількістю правил бази даних. Ієрархічна нечітка модель складається з нечітких моделей менших розмірностей, а виходи моделей одного рівня стають входами моделей наступного рівня.

Запропонована методологія об'єднує статичні вимірювання, результати нечіткої класифікації на основі алгоритму TSK з використанням даних історії процесів, що протікають, та алгоритм оцінки ситуації, оснований на ситуаційному керуванні. Вихідний сигнал, що управляється за допомогою ситуаційної моделі на основі нечіткої логіки, відображує поточні ситуації, виведені з інформаційних гранул подій на вході з використанням бази нечітких правил, параметри яких адаптуються за допомогою нейро-нечіткого підходу з урахуванням еволюції процесу. В кожний момент часу результати нечіткого класифікатора використовуються в якості вхідних даних в процедурі прогнозування оцінки функціональних станів керованого процесу скочування відчепів.

Функція прогнозування ситуації інтегрується в систему моніторингу процесу скочування відчепів без збільшення обчислювальних витрат, що робить можливим її реалізацію у реальному часі.



УДК 621.372.621.458

**О.А. Кислун, канд. тех. наук,  
Д.В. Богатирьов, канд. тех. наук,  
І.О. Скриннік, канд. тех. наук**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м.Кропивницький, Україна

## **ОГЛЯД ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЗЕМЛЕРОБСТВА**

Постійна потреба в продуктах харчування обумовлює постійні інновації в агросфері, які на даний період розвитку базуються на автоматизації виробництва з використанням ІТ-технологій. Технологічні новинки використовуються як в рослинництві та і тваринництві. Сучасні технології вже зараз дають можливість відслідковувати та визначати стан урожаю, скота, сільськогосподарської техніки в режимі реального часу, а автоматизація значно спрощує процес їх правлінням і контролем [1].

Однією з інноваційних технологій є впровадження засобів та пристроїв з використанням систем глобального позиціонування GPS. GPS добралась до більшості технологічних процесів агропромислового виробництва [1, 2].

Технологічна еволюція, а саме поява GPS, в землеробстві призвела до можливості автоматизації точного землеробства. Координатне або точне землеробство (precision agriculture) - це не лише якісно нова система землеробства, але і нова стратегія ведення сільськогосподарського виробництва, яка використовує інформаційні технології, отримуючи дані з різних джерел, забезпечуючи прийняття оптимальних рішень по управлінню сільськогосподарським підприємством [3, 4].

У сільському господарстві, як ні в якій іншій галузі, існує величезна кількість невиробничих витрат і ризиків. Особливо багато витрат і махінацій виникає при експлуатації сільськогосподарської техніки. Її нецільове використання, простій під час польових робіт і банальне розкрадання палива - далеко не повний «букет» проблем. А віддаленість власника бізнесу тільки підвищує ймовірність різних зловживань.

Про системи GPS-моніторингу існує ряд міфів. По-перше, ці системи призначені для контролю і управління, тобто для менеджменту, а не водіїв. Не слід плутати маршрутизатор в автомобілі з системами супутникового моніторингу.

По-друге, системи GPS-моніторингу мають дуже опосередковане відношення до систем точного землеробства, які в основному призначені для оператора або водія, дозволяючи їм правильно здійснити технічні операції - правильний висів, паралельне водіння, відбір ґрунту в потрібних місцях. Їхня мета - підвищити ефективність самого транспорту, збільшити врожайність і т.д.

У свою чергу, GPS-моніторинг призначений для віддаленого контролю і управління автопарком. Ці рішення набули популярності в агрокомпаніях України та інших країн СНД, і менш популярні в іншому світі. Там інша структура земельного банку, площі господарств набагато менші та використовуються інші методи контролю сільгосптехніки. В українських реаліях земельний банк одного підприємства може бути розкиданий по всій країні. Всю інформацію з різних ділянок власник отримує віддалено - з електронних звітів, телефонних розмов і т.д. Найчастіше перевірити достовірність таких даних вкрай проблематично. Тому для агропідприємств особливо актуальним є отримання об'єктивної інформації, яка мінімально залежить від людського фактора.

Другим по актуальності є контроль палива. На відміну від європейських країн, у нас гостро стоїть питання крадіжок і нецільового використання техніки. У багатьох господарствах досі паливо відпускається за певними нормами. А далі працює народна кмітливість. Десь недопрацював, десь не так глибоко зорав - витрата палива менша. Все зекономлене - привласнив. Або ж банально зорав поле сусіду або іншому фермеру.

Обсяги крадіжок важко оцінити, все залежить від стану справ в компанії. Там, де крізь пальці дивляться на роботу техніки, обсяги втрат досягають 30%. Там, де менеджмент контролює витрати палива, - близько 10%. Це і є той потенціал економії, якої можна досягти шляхом впровадження нашої системи.

Не дивно, що зараз зросла популярність датчиків контролю палива. Вони встановлюються в бак транспортного засобу і підключаються до трекера - «серця» системи GPS-моніторингу. З цього моменту інформація про кількість палива в баку безперервно надходить в диспетчерський центр. Ви можете відкрити програму і побачити на графіку, як змінюється рівень палива. Якщо хтось зливає паливо, це фіксується системою.

Висновок. Використання систем GPS-моніторингу дозволить зменшити неефективне використання сільськогосподарської техніки, паливно-мастильних матеріалів, насіння та засобів догляду за посівами, а також дасть можливість для прийняття рішень на основі об'єктивної інформації і підвищення керованості компанії.

### Список літератури

1. <http://propozitsiya.com>
2. <http://gpsavto.com/articles>
3. <http://www.agro-business.com.ua>
4. Геоинформационные системы в сельском хозяйстве. Бышов Н.В., Бышов Д.Н., Бачурин А.Н., и др. - Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2013 - 169 с.

**УДК 681.51**

**В.Ф. Ложечніков, канд. техн. наук, доц.,  
Н.В. Ложечнікова, аспірант**  
Одеській національний політехнічний університет,  
м.Одеса, Україна

### **МОДЕЛЬ ФІЗИЧНОЇ ПОДІБНОСТІ ГАЗО- ПОВІТРЯНОГО ТРАКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО КОТЛА**

На даний момент в предметній області моделювання динамічних властивостей технологічних процесів створено цілий спектр математичних моделей, як окремих ділянок [1], так і усєї технологічної установки в цілому. Ці математичні моделі широко використовуються в учбовому процесі і

наукових дослідженнях(розробка і застосування багатовимірних оптимальних систем управління) [2]. Проте, суто комп'ютерного моделювання складних теплоенергетичних процесів, недостатньо для формування у студентів всебічного уявлення про різноманіття форм і проявів динамічних і статичних властивостей реального об'єкту управління. З іншого боку, впровадження в енергетиці нових перспективних систем управління, стримується недовірою до результатів чисельного моделювання. Часткове рішення вказаних проблем можливе за допомогою експериментальних установок, які мають фізичні властивості досліджуваної технологічної ділянки в режимі реального часу.

На рис. 1 представлена тривимірна модель учбово-дослідницького лабораторного стенду, який імітує динамічні і статичні характеристики газоповітряного тракту енергетичного котла. Конструктивно лабораторний стенд

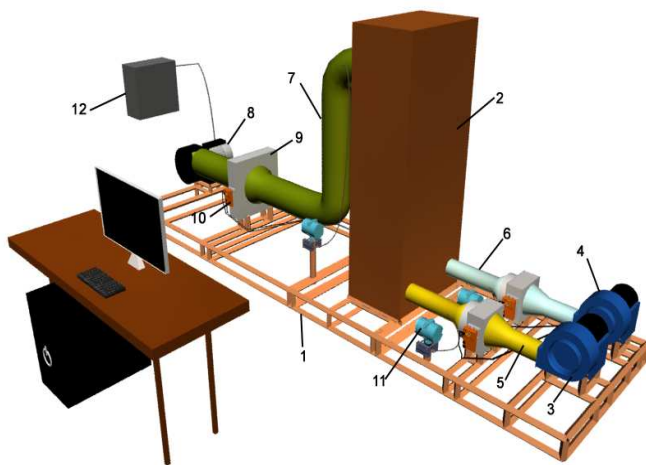


Рисунок 1. Макет лабораторного стенда

складається з основи 1, на якій встановлюється прямокутна місткість 2, що імітує паливну камеру котла. Для збільшення інерційності перехідних процесів ємкість усередині ділиться

на декілька секцій. З одного боку до ємкості підключені два повітроводи, на яких встановлені поворотні заслінки, призначені для зміни витрат повітря від вентиляторів 3 і 4. Повітропровід 5 імітує подання газу в паливну камеру, а повітропровід 6 - повітря. Повітропровід 7 імітує конвективний газохід котла, по якому за допомогою вентилятора 8 віддається назовні повітря з місткості 2. Поворотна заслінка 9 призначена для зміни продуктивності вентилятора 8.

Переміщення поворотних заслінок здійснюють електроприводи Velimo 10 зі вбудованим датчиком положення.

Таким чином, на цьому стенді можуть бути реалізовані дві типові автоматичні системи регулювання - розрідження димових газів і процесу горіння по співвідношенню "паливо-повітря". Для їх побудови використовуються датчики надмірного тиску і розрідження 11 типу "Сафір", виробництва ЗАТ "Манометр-Харків". Комутація електричних з'єднань виконується в складальній шафі 12. На персональному комп'ютері встановлюється вільно програмована SCADA-система, в якій реалізуються типові і перспективні алгоритми управління.

### Список літератури

1. В.Ф. Ложечніков, В.С. Михайленко, И.М. Максименко. Аналітична багаторежимна математична модель динаміки газоповітряного тракту барабанного котла середньої потужності // Автоматика. Автоматизація. Електротехнічні комплекси і системи. - 2007. - №2(20) .- С. 29-33.
2. В.Ф. Ложечніков, Улицкая Е.О. Синтез багатовимірної оптимальної цифрової системи управління газоповітряним трактом енергетичного котла // Проблеми управління і інформатики. - 2016. - №6. - С. 61 - 70..

## **ПРИНЦИПИ ВИБОРУ КРИТЕРІЇВ ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТА ЗАСОБІВ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ**

Проблема забезпечення безпеки руху є однією з основних на залізничному транспорті, оскільки перевезення відносяться до відповідальних технологічних процесів, що несуть потенційну загрозу. Забезпечення абсолютної безпеки є практично неможливим і під безпекою руху на залізничному транспорті розуміють такий стан процесу руху, рухомого складу та об'єктів залізничної інфраструктури під час їх експлуатації, при якому ризик виникнення подій та їх наслідків не перевищує гранично допустимого рівня.

В даний час в експлуатації знаходиться велика частка технічних засобів з тривалими термінами експлуатації. У той же час відсутня інформаційна база для завчасного прогнозування відмов та несправностей цих засобів. Діюча система технічного обслуговування спирається на інформацію статистичного і довідково-інформаційного характеру, отриману з використанням існуючих каналів та традиційних засобів збору й обробки інформації.

Однак, в силу складності й багатокомпонентності об'єкта діагностування, яким є залізнична автоматика, задача виявлення та попередження несправностей не зводиться лише до контролю значень кожного вимірюваного параметра окремо. Виявлення та попередження несправностей може бути здійснено тільки на основі аналізу як системи в цілому, так і її структурних компонентів, які також є складними системами. Зокрема, характерною ознакою появи несправності може бути не тільки критичне значення певних параметрів, а й динаміка їх зміни в рамках допустимих значень.

Взаємозв'язок зміни параметрів, наявності несправностей та причин їх виникнення має складний характер. Для

моделювання такого роду залежностей найбільше підходять методи штучного інтелекту, що дозволяють описувати причинно-наслідкові зв'язки між даними як числової, так і нечислової природи. Залежності між параметрами можуть мати неявний характер, то ж система, що оперує такими параметрами, повинна передбачати можливість врахування неточностей й часткових невизначеностей в описі причинно-наслідкових зв'язків.

Одним з етапів рішення проблеми забезпечення надійності та безпеки є формування ознакового простору, тобто його якісного складу й розмірності. Ознаковий простір повинен підбиратися таким чином, аби кожна ознака мала достатню для рішення поставленої задачі презентативність, а сам простір мав якомога меншу розмірність. Зменшення розмірності ознакового простору зі збереженням його діагностувальної здатності у цілому необхідно для можливості реалізації алгоритмів розпізнавання станів об'єктів на обчислювальній техніці. Тож, задача формування ознакового простору у загальному випадку зводиться до того, аби в межах наявних ресурсів визначити склад апаратних засобів спостережень за об'єктами контролю та діагностики, використання яких забезпечить отримання найбільш інформативних ознак про стан об'єкту. Побудований за таким принципом простір ознак дозволить реалізувати максимально можливу ефективність процедури контролю.

Встановлення стану об'єкту контролю на основі сукупності сигналів, що характеризують деякі класи стану об'єктів, визначення й упорядкування ознак базується на приписуванні більшої ваги ознаці, що несе більше інформації при диференціюванні станів об'єктів контролю. Знаючи інформативність кожної ознаки можливо сформувати базу ознак, включаючи в неї лише ознаки з найбільшою вагою. Для рішення задачі визначення ваги ознак використовуються статистичні методи. Ознака буде інформативною в тому випадку, коли для різних класів стану об'єктів контролю всі її значення будуть відрізнятися, причому розподіл центрів класів буде мати рівномірний характер в усьому діапазоні допустимих значень параметру. Від цього напряму залежить

розрізняльна здатність та вірогідність правильної класифікації станів об'єктів діагностики та контролю.

Розробка системи інформаційного забезпечення з прогнозуванням показників надійності сприятиме впровадженню гнучкої стратегії технічного обслуговування засобів автоматички.

## **УДК 681.51**

**О.Є.Тесленко, асист.**

Центрально український національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

### **ЕЛЕКТРОННІ АВТОМОБІЛЬНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ DRIVE-BY-WIRE**

Автомобільні системи управління переходять від механічних і гідравлічних схем до електричних і електронних. Нове покоління автомобільних систем управління отримало назву X-by-Wire. Вони дорогі, проте надійні, займають менше місця і прості у використанні.

В основу майбутніх електронних автомобільних систем покладені стійкі до збоїв комунікаційні протоколи і пристрої, яким необхідні високошвидкісні надійні канали зв'язку з передбачуваною тривалістю затримок - це головна вимога в автомобільній промисловості. В «електронних» автомобілях механічний зв'язок між водієм, двигуном, колесами і навіть колодками гальм буде змінена на електронну і електричну, тому вимоги до електроніки тут надзвичайно високі.

Найбільш яскравими представниками нового покоління автомобільних систем управління сімейства X-by-Wire є електронні системи безпеки Safe-by-Wire, вони об'єднують в собі всі засоби автомобільної безпеки (як активні, так і пасивні) і покликані замінити собою системи які експлуатуються сьогодні, в тому числі і системи динамічної стабілізації автомобіля ESP (Electronic Stability Programme).

Компанії - розробники даної системи об'єдналися для вироблення та подання єдиного підготовленого стандарту



комунікаційної взаємодії систем забезпечення безпеки автомобілів (FlexRay) на розгляд міжнародної стандартизації організації (ISO). Системи автомобільної безпеки, розроблені на основі даного стандарту, придуть на заміну системам динамічної стабілізації автомобіля ESP (Electronic Stability Programme).

Інша група компаній запропонувала свій стандарт - ТТА (Time-Triggered Architecture).

На контролери FlexRay покладаються завдання контролю двигуна, трансмісії, підвіски, підсистем гальмування, рульового управління і іншої бортової електроніки - областей, де потребується розширення функціональності і наявність розвинених засобів діагностики. Контролери FlexRay побудовані за двоканалною архітектурою спеціально для електромеханічного управління, такого як Steer-by-Wire (електронне рульове управління, або Active Steering) і Brake-by-Wire (електронне управління гальмами).

Методом протоколу ТТР (Time-Triggered Protocol) стандарту ТТА, є те, що електронні схеми будь-якого разу звільняють шину для екстрених повідомлень. Такий метод краще, ніж використовуваний в сучасному протоколі шини CAN (Controller-Area Network - мультиплексорна мережа), де керуючі повідомлення ініціюються подіями (event-driven). В основі шини FlexRay також лежить тимчасове розділення повідомлень, проте завдяки застосуванню архітектури Byteflight можна поєднати нові функції з перевагами схеми event-driven, чим забезпечується більша гнучкість для виробників.

Нове покоління ESP працює спільно з системами Brake-by-Wire: ABS (Anti-lock Braking System - антиблокувальною гальмівною системою), EBD (Electronic Brake-force Distribution - системою електронного розподілу гальмівного зусилля), EBA (Electronic Brake Assist - системою посилення екстреного гальмування) і системою управління двигуна. Така нова, повністю інтегрована система вирівнює траєкторію руху автомобіля і особливо ефективна в ситуації занесення або зносу і дозволяє з легкістю виходити з будь-яких дорожніх ситуацій.

Основне призначення ESP - зафіксувати зчеплення коліс з дорогою і не допустити його зниження (коли автомобіль починає ковзати). Як тільки починається ковзання, через блок АБС здійснюється строго дозоване гальмування одного або декількох коліс, а також, при необхідності, зниження оборотів двигуна. Контроль за ситуацією здійснюється, зокрема, за допомогою датчиків бокового прискорення (акселерометрів), і якщо кут повороту керма не відповідає куту повороту автомобіля, то приводиться в дію система динамічної стабілізації. Нові системи також оснащуються функцією СВС (Cornering Brake Control - перерозподіл гальмівного зусилля при проходженні поворотів), яка дозволяє ефективно використовувати гальмівну систему при будь-якій зміні траєкторії руху, а також систему Active Steering (активного рульового управління).

**УДК 681.533.**

**С.І. Осадчий, д-р техн. наук, проф.  
Д.М. Лужков, асп.**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

### **АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ХОЛОДИЛЬНОГО УСТАТКУВАННЯ**

Незважаючи на постійне вдосконалення основних показників якості холодильників, морозильників та комбінованих холодильників-морозильників, енергетичні витрати на виробництво холоду залишаються високими. Тому задача аналізу показників ефективності холодильного устаткування при дотриманні заданих температур повітря в камері є актуальною.

Спостереження за роботою холодильних установок, розташованих у торговельному приміщенні супермаркету, дозволило визначити, що регулювання температури повітря в

холодильних камерах відбувається в умовах дії декількох груп неконтрольованих збурень.

Перша група збурень виникає в результаті коливань тиску холодоагенту при проходженні крізь вентиль та викликає коливання сигналу OD навколо заданого положення. Друга група з'являється у камері зберігання продуктів за рахунок коливань температури продукту при зміні його кількості, за рахунок потоків теплого та холодного повітря у приміщенні, а також за рахунок руху людей крізь зону охолодження. Збурення третьої групи позначені. Вони виникають у випарнику під час випарювання та впливають на температуру холодоагенту.

Аналіз літературних джерел та опис системи керування холодильним устаткуванням фірми Danfoss на базі контролера АК-СС 550 показав, що головною стороною ефективності системи є співвідношення між змінами температур хладагенту на вході та виході випарника, а також змінами температур повітря на вході та виході холодильної камери.[1]

В результаті теоретичних досліджень, встановлено, що для оцінки термодинамічної ефективності випарника при пропусканні повітря (як складової загальної ефективності холодильної установки) необхідно розрахувати значення холодильного коефіцієнту та скориставшись теоремою Вінера-Хінчина отримати рівняння зв'язку між експериментальними даними та спектральною щільністю зміни холодильного коефіцієнту. В подальшому для оцінки можливості підвищення ефективності холодильного устаткування необхідно розрахувати мінімальне значення дисперсій. Отримання мінімальних дисперсій можливе тільки при використанні оптимальної системи керування з розробленою структурною схемою керування [1].

Отримана залежність (з врахуванням інших складових устаткування) дозволить оцінити економічну доцільність розробляємих автоматизованих систем керування холодильними установками, за умов наявності інформації про числові характеристики випадкових процесів зміни температури повітря на вході та виході випарника.

### **Список літератури**

1. Шляхи модернізації систем автоматики холодильного устаткування з одним терморегулювальним вентиляем. С.І. Осадчий, Д.М. Лужков // Збірник наукових праць КНТУ/Кропивницький: ЦНТУ. – 2017. – № 30 – С.15-18.
2. АК-CC550—Контроллер испарителя. Руководство пользователя. – Danfoos – RS.8E.N1.50. – 44 с.
3. Блохин Л.Н., Житецкий Л.С. Нелинейные оптимальные системы стохастической стабилизации // Кибернетика и вычислительная техника. – 2003. – Вып. 139.- С.12-23.

**УДК 004.356.2**

**М. О. Куций, ст. гр. СІ-14,  
О. Е. Тесленко, асист.**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

### **КОНТУРНЕ БУДІВНИЦТВО**

Контурне будівництво - інноваційна технологія в будівництві, що дозволяє без шкоди для експлуатаційних якостей кінцевої продукції автоматизувати найбільш трудомісткий етап будівництва - зведення несучих та огорожуючих конструкцій, і в потенціалі прокладку інженерних мереж, оздоблювальні роботи.

Разом з тим технологія полягає в екструзії (видавлюванні) шару за шаром спеціального бетону по закладеному програмою контуру, вирощуючи стіни будівлі, тому технологія і отримала таку назву. У цьому вона дуже схожа на звичайний 3D-друк.

Особливість технології полягає в підключенні додаткового інструменту машини - маніпулятора встановленого в проектне положення несучих і підтримуючих елементів конструкції, інженерих комунікацій (перемички, балки перекриття/покриття, елементи кроквяної конструкції, лотки, димоходи тощо).

Будівельний матеріал для зведення несучих елементів конструкції (стін, перекриттів) це швидкотвердіючий реакційно-порошковий бетон, армований сталевією або полімерною мікрофіброю. Особливість реакційно-порошкового бетону є високі експлуатаційні характеристики. Також можуть бути використані більш дешеві види бетонів, такі як дрібнозернистий і піщаний бетон модифікований добавками (гіперпластифікаторів, фібра).

В якості арматури може бути застосована інноваційна технологія тканини об'ємно-сітчастих каркасів. В теорії такі каркаса можуть зв'язуватися в єдину конструкцію в процесі будівництва.

Перевага технології полягає у швидкості будівництва. За даними машина може побудувати за 24 години житловий будинок площею 150 кв. м..

Недоліком є складність, а в деяких випадках і неможливість будівництва будівель з відкритим плануванням і складних архітектурних форм з-за необхідності створення підтримуючих конструкцій.

Однією з найбільш успішних систем контурного будівництва є будівництво, що дозволяє споруджувати будівлі без участі людини. При цьому система використовує особливу технологію перетворення піску в мінерал з мікрокристалічними характеристиками, властивості якого перевершують портландцемент. За деякими твердженнями такий матеріал не вимагає посилення армуванням. Відзначається, що система дозволяє прискорити процес будівництва до чотирьох разів у порівнянні з традиційними методами.

У 2009 році такою системою було зведено будівлю заввишки 3 метри. У 2014 році почався прорив в галузі будівництва будівель з використанням контурної 3D-друку бетоном. Протягом 2014 року, шанхайська компанія аносувала, спочатку будівництво десяти 3D-друкованих будинків, зведених за 24 години, а після надрукувала п'ятиповерховий будинок і особняк. В Університеті Південної Каліфорнії пройшли перші випробування гігантського 3D-

принтера, який здатний надрукувати будинок із загальною площею 250 кв. метрів за добу.

Також слід вказати перспективи використання контурного будівництва:

- Голландські архітектори планують за допомогою технологій контурного будівництва побудувати незвичайну споруду у формі стрічки Мебіуса.

- Європейське космічне агентство планує використовувати технології контурного будівництва для зведення космічних баз на інших планетах, зокрема на Місяці.

### **Список літератури**

1. [Електронний ресурс] Mish's Global Economic Trend Analysis: 3D-Printing Spare Human Parts; Ears and Jaws Already, Livers Coming Up; Need an Organ? Just Print It. [Globeconomicanalysis.blogspot.co.uk](http://Globeconomicanalysis.blogspot.co.uk) (18 серпня 2017).

**УДК 621.316.13**

**С.П. Плешков, доц., канд.техн. наук,**

**В.О. Шалімов, доц., канд.техн. наук,**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

### **РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА ОБЛІКУ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ПІДПРИЄМСТВІ**

З метою забезпечення достовірного, точного, оперативного і гнучкого обліку, що адаптується до різних тарифних систем, як постачальники, так і споживачі створюють на своїх об'єктах автоматизовані системи контролю і обліку енергоресурсів - АСКУЕ. За наявності сучасної АСКУЕ промислове підприємство повністю контролює весь свій процес енергоспоживання і має змогу, за узгодженням з постачальниками енергоресурсів гнучко переходити до різних тарифних систем, мінімізуючи свої енерговитрати.

### *1. Структура АСКУЕ*

Рішення проблем енергообліку на підприємстві вимагає створення автоматизованої системи контролю і обліку енергоресурсів (АСКУЕ), в структурі якої в загальному випадку можна виділити чотири рівні:

- перший рівень - первинні вимірювальні прилади (ПВП) з телеметричними або цифровими виходами;

- другий рівень - пристрої збору і підготовки даних (ПЗПД), спеціалізовані вимірювальні системи або багатofункціональні програмовані перетворювачі з вбудованим програмним забезпеченням енергообліку;

- третій рівень - персональний комп'ютер або сервер центру збору і обробки даних із спеціалізованим програмним забезпеченням АСКУЕ;

- четвертий рівень - сервер центру збору і обробки даних із спеціалізованим програмним забезпеченням АСКУЕ, здійснюючий збір інформації з ПК и/или групи серверів центрів збору і обробки даних третього рівня.

Всі рівні АСКУЕ зв'язані між собою каналами зв'язку. Система автоматизованого комерційного обліку електроенергії АСКУЕ є багаторівневою розподіленою автоматизованою системою вимірювання і обліку активної і реактивної електричної енергії і потужності, а також призначена для контролю і управління електроспоживанням підприємства. Вона здійснює автоматичний збір, накопичення, обробку, зберігання і відображення одержуваної інформації, проводить розрахунок вартості електроенергії по точках обліку.

### *2. Основні функції системи АСКУЕ*

Система АСКУЕ є інформаційно-вимірювальною системою, що складається з: первинних вимірювальних перетворювачів; лічильників електричної енергії; пристроїв збору і передачі даних; комп'ютерів для обробки, зберігання і представлення даних і результатів діагностики системи; програмного комплексу.

### *3. Основні принципи роботи інформаційної системи АСКУЕ*

Інформаційна система АСКУЕ виконує функції: ведення бази даних устаткування системи енергопостачання; ведення архівів по ремонту устаткування; підготовка, роздрук нарядів на виконання робіт; розрахунок електричних величин і параметрів релейного захисту; моделювання роботи електричної сіті.

В даний час завдяки уніфікації устаткування автоматизації і інтерфейсів обміну даними є реальна можливість об'єднання окремих систем автоматизації служб обленерго та підприємства в комплексну АСКУЕ.

#### *4. Основні задачі АСКУЕ на підприємстві*

Можна виділити дві мети, що досягаються за допомогою контролю і обліку поставки/споживання енергоресурсів, незалежно від технічних засобів, що використовуються для цього: забезпечення розрахунків за енергоресурси відповідно до реального об'ємом їх поставки/споживання; мінімізація виробничих і невиробничих витрат на енергоресурси.

Завдяки різним способам досягнення мети мінімізація витрат на енергоресурси може бути реалізований як без зменшення об'єму споживання енергоресурсів, так і за рахунок зменшення об'єму споживання енергоресурсів.

Величина економічного ефекту від використання АСКУЕ досягає по підприємствах в середньому 15-30% від річного споживання енергоресурсів, а окупність витрат на створення АСКУЕ відбувається за 2-3 роки.

Значення створення АСКУЕ полягає в постійній економії енергоресурсів і фінансів підприємства при мінімальних початкових грошових витратах.



## **АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ РЕЖИМАМИ РОБОТИ РОЗПОДІЛЬНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ ПРИ НАЯВНОСТІ ДЖЕРЕЛ РОЗОСЕРЕДЖЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ**

Введення поняття «зеленого тарифу» сприяли різкому зростанню зацікавленості до установок з використанням відновлюваних джерел енергії (УВДЕ). Стрімко почала зростати частка сонячної електроенергетики в енергобалансі України, адже для енергії сонячних електричних станцій на основі фотоелектричних перетворювачів передбачена найбільша ставка «зеленого тарифу».

Однак розподіл електричної енергії між споживачами виконується існуючими розподільними електричними мережами (РЕМ). Режими їх роботи, як правило, передбачали передачу потужності в одному напрямку – від центрів живлення до периферійних споживачів. Виходячи із таких режимів обиралися рівні напруги на шинах підстанцій, методи і засоби регулювання напруги в мережі, алгоритм і уставки дії релейного захисту та автоматики, визначалися техніко-економічні показники роботи РЕМ. При цьому забезпечувалися показники якості електричної енергії, зокрема відхилення напруги, економічність і надійність розподілу електричної енергії.

При співрозмірній потужності УВДЕ, за умови їх інтеграції в існуючі РЕМ на рівнях напруги 0,4 кВ і 10 кВ призводить до зміни режиму РЕМ. Потoki активної потужності від УВДЕ до шин живлення від енергосистеми в режимі мінімального навантаження і високої продуктивності УВДЕ спричиняють підвищення рівня усталеного відхилення напруги на шинах приєднання УВДЕ до РЕМ.

Одним із шляхів вирішення даної проблеми є вдосконалення системи автоматичного керування (САК) режимами роботи УВДЕ, яка б враховувала їх вплив на рівні

напруги в РЕМ, тому задача створення таких САК є актуальною.

Залежно від поточного співвідношення між потужністю генерації УВДЕ та потужністю навантаження виділимо два режими роботи повітряної лінії (ПЛ), яка з'єднує шини вторинної напруги мережевої електричної підстанції (вузол 1) та шини сумісного підключення споживачів електричної енергії та УВДЕ (вузол 1).

1. Режим генерації електричної енергії в мережу. За умови перевищення потужності генерації УВДЕ над потужністю навантаження  $P_{\text{вде}} > P_{\text{сп}}$  перетік потужності  $P_{\text{ген}} = P_{\text{вде}} - P_{\text{сп}} > 0$  відбувається від вузла 2 до вузла 1. Умовою передачі цієї потужності буде підвищення рівня напруги у вузлі 2, що призводить до росту усталеного значення відхилення напруги. При значній потужності  $P_{\text{ген}}$  відхилення напруги може вийти за допустимі межі.

2. Режим споживання електричної енергії від енергосистеми. За умови перевищення потужності навантаження над потужністю генерації ВДЕ  $P_{\text{сп}} > P_{\text{вде}}$  від вузла 1 до вузла 2 відбувається перетік потужності –  $P_{\text{ген}} = P_{\text{вде}} - P_{\text{сп}} < 0$ . При такому режимі роботи вплив ВДЕ на усталене значення відхилення напруги мінімальний.

Для забезпечення допустимості рівня усталеного відхилення напруги необхідно здійснювати керування потужністю генерації УВДЕ. Закон керування повинен враховувати вплив УВДЕ на рівні напруг в РЕМ. З метою врахування такого впливу задачу керування режимами генерації активної потужності ВДЕ найдоцільніше інтерпретувати як задачу багатокритеріальної оптимізації.

Критеріями оптимізації, які необхідно мінімізувати будуть:

1.  $Q_1(P_{\text{ген}}) = -\Pi(P_{\text{ген}})$  – прибуток від генерації потужності УВДЕ в розподільну мережу з урахуванням «зеленого тарифу», взятий із знаком «мінус»;

2.  $Q_2(P_{\text{ген}}) = Z_{\Delta U}(P_{\text{ген}})$  – збитки, які виникають внаслідок перевищення усталеного значення відхилення напруги від номінального значення;

Поставлена задача багатокритеріальної оптимізації найкращим чином вирішується методом наближення до утопічної (ідеальної) точки в просторі критеріїв [1].

### **Список літератури**

1. Солдатенко В. П. Автоматичне керування режимами роботи комбінованої електроенергетичної системи з відновлюваними джерелами енергії / В. П. Солдатенко, С. П. Плешков // Вісник Харківського політехнічного інституту. Технічні науки. – 2017. – №. 32.

**УДК 681.5**

**В.М. Каліч, канд. техн. наук, проф.,  
С.А. Штапура, магістр гр. КС-16М**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м.Кропивницький, Україна

### **ВПЛИВ ТРОПОСФЕРИ НА РОЗПОВСЮДЖЕННЯ РАДІОХВИЛЬ**

Характеристики середовища розповсюдження значно впливають на якість радіоприйому сигналів в радіоканалі зв'язку, тому доцільно розглянути питання впливу середовища на характеристики сигналу, що надходить на прийомний пристрій.

З точки зору розповсюдження радіохвиль атмосферу поділяють на три області: тропосферу (знаходиться на висоті 10 – 15 км від поверхні землі), стратосферу (на висоті до 60 км) та іоносферу (на висоті до 15 – 20 тис. км). З точки зору умов розповсюдження радіохвиль тропосфера – неоднорідне середовище. Причинами цього є наявність неоднорідностей, діелектричної проникності повітря та можливість появи гідрометеорів (дощ, сніг, град, туман). Значення діелектричної проникності змінюється з висотою, при цьому це значення в кожному кліматичному поясі різне та змінюється сезонно. Залежність діелектричної проникності від висоти є експоненціальною.

В реальній тропосфері завжди мають місце випадкові відхилення цієї залежності від експоненціальної. Причиною цього є наявність шарових та турбулентних неоднорідностей в тропосфері. Наявність цих шарових неоднорідностей обумовлено температурними інверсіями (наприклад, натікання теплого повітря з моря на охолоджений суходіл) та наявністю хмар. Через різку зміну температури та вологості повітря на межах неоднорідностей з'являються стрибки значення діелектричної проникності, що сягають кілька десятків одиниць. Серед гідрометеорів найбільше впливають на розповсюдження хвиль дощі. Основними характеристиками дощів є їхня інтенсивність (кількість води, що випадає за одиницю часу) та просторові розміри дощових осередків.

При розгляді впливу тропосфери на розповсюдження радіохвиль в радіорелейних лініях передачі необхідно враховувати наступні основні фактори: рефракцію радіохвиль (викривлення траєкторії хвиль), їхнє перевипромінювання неоднорідностями тропосфери, послаблення газами і гідрометеорами та деполяризацію. Іоносфера – це зовнішня оболонка земної атмосфери. За умов наявності магнітного поля Землі вона являє собою анізотропне середовище. Вплив іоносфери на розповсюдження дециметрових та сантиметрових хвиль взагалі незначний. На практиці враховується лише зміна площини поляризації радіохвиль (ефект Фарадея) в супутникових лініях передачі, що працюють в дециметровому діапазоні.

Причиною рефракції радіохвиль в тропосфері є зміна діелектричної проникності повітря з висотою. Перевипромінювання радіохвиль в тропосфері відбувається у вигляді розповсюдження деякої частини енергії хвилі, яка падає у напрямках, що відрізняються від напрямку розповсюдження хвилі, яка приходить.

Створене усіма неоднорідностями сумарне вторинне поле, що випромінюються, є результатом інтерференції елементарних полів. Послаблення радіохвиль в гідрометеорах (дощі, снігу, тумані) відбувається через нерезонансне поглинання та розсіювання електромагнітної енергії частинками гідрометеорів. При цьому найбільше

послаблюються радіохвилі в дощах. В снігу послаблення значно менше через малу діелектричну проникливість частинок. Послаблення в опадах залежить від інтенсивності опадів, частоти, температури, розмірів крапель та частинок. Поглинання в газах тропосфери викликається в основному через кисень та водяний пар, та буває резонансним і нерезонансним. Нерезонансне поглинання пов'язане з затратами енергії хвилі, що падає на подолання взаємного тертя молекул води та кисню, які мають відповідно електричний та магнітний моменти та здійснюють вимушені коливання. Таке поглинання буде максимальним при співпаданні частоти радіохвилі, що падає, з власними частотами коливань молекул. Резонансне поглинання відбувається в результаті затрат енергії хвилі, що падає на переходи молекул і атомів газів в більш високі енергетичні стани.

**Секція «ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ  
МЕНЕДЖМЕНТ»**

**УДК 628.161.2**

**В.В.Клименко, д-р техн.наук, проф.,  
Н.В. Ковальчук, викл.**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

**ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТРЕПЕЛУ  
КОНОПЛЯНСЬКОГО РОДОВИЩА В СИСТЕМАХ  
ОЧИСТКИ ВОДИ**

Через зростання антропогенного навантаження в джерела водопостачання, окрім природних мінералів, потрапляє велика кількість штучних речовин, що ускладнює можливість отримання якісної питної води на існуючих водопровідних очисних спорудах.

Навіть після належної водопідготовки вода може забруднитися у водопровідних системах іржею, вірусами, бактеріями та іншими забрудненнями через застарілі мережі та незадовільний їх стан, що підтверджують результати відповідних аналізів [1]. Тому перед її використанням споживачам доводиться застосовувати додаткову очистку.

В побутових умовах найбільш часто для доочистки водопровідної води використовують ємнісні накопичувальні або проточні фільтри [1].

Робота більшості побутових фільтрів заснована на сорбційному методі очистки. В якості сорбенту для очищення водопровідної води можуть бути використані різні компоненти природного і штучного походження, зокрема часто застосовують активоване вугілля. Але в порівнянні з мінеральними сорбентами навіть найдешевше активоване вугілля є відносно дорогим. Це обумовлює пошук нових мінеральних сорбентів, більш ефективних для застосування в системах водопідготовки, зокрема в побутових фільтрах.

Одним із таких матеріалів-сорбентів може бути природний матеріал трепел. В роботі [2] оцінена сорбційна спроможність

трепелу Зикіївського родовища (Росія) по деяким неорганічним іонам при його застосуванні, як в чистому вигляді так і після обробки певними хімічно активними речовинами. Було встановлено, що трепел в чистому вигляді є ефективним сорбентом фенолу, бенз(а)пирену, нафтопродуктів та СПАР, заліза, нікелю та ін. Після певної модифікації іоногенними речовинами ємність катіонного обміну збільшилася в 5 разів, а здатність зменшувати жорсткість збільшилася до 50разів по магнію і 90 разів по кальцію.

В роботі [3] рекомендується перед тим як використовувати природний трепел для видалення аніонів його поверхню модифікувати іонами заліза: після такої модифікації сорбційна ємність по хрому і миш'яку збільшилась в кілька разів.

Отже можна вважати, що трепел є універсальним сорбентом, який, в залежності від завдань та умов модифікації, може бути ефективним як для виділення катіонів, так і катіонів.

В Україні високоякісні сорбенти на основі трепелу (кизельгуру) не виготовляються.

Тому ми вважаємо доцільним перевірити експериментально умови виготовлення з трепелу Коноплянського родовища (Кіровоградська обл.) [4] високоякісних матеріалів-сорбентів і дослідити ефективність їх застосування в системах очистки води та в побутових фільтрах доочистки питної води.

### Список літератури

1.Клименко В.В. Експериментальна оцінка ефективності регенерації картриджів побутових фільтрів доочистки питної води [Текст] /В.В.Клименко, Н.В.Ковальчук, Кравченко В.І. //Збірник наукових праць КНТУ. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація.–2017.-вип.30-С.76-83

2.Анисимов В.С., Мартынов П.Н., та інш./Энерготехнологии и ресурсосбережение,2010-№1.-С.62-66.

3. Чан Туан Хоанг, Луговская В.Ю. Изучение возможности использования минерального сорбента для очистки воды от неорганических ионов.//Матеріали XVII Міжнародної науково-практичної конференції ім. проф.Л.П.КулеваТомск,2016.- С.486-487.-<http://earchive.tpu.ru/handle/11683/30781>

4.Електронний ресурс: <http://www.trepel.com.ua>.

**УДК 621.56**

**В.В. Клименко, д-р техн. наук, проф.,**

**М.В. Босий, викл.,**

**М.С. Якименко, канд. фіз.-мат. наук, доц.**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

### **АВТОМОБІЛЬНА ГАЗОНАПОВНЮВАЛЬНА КОМПРЕСОРНА СТАНЦІЯ З ГАЗОГІДРАТНИМ АКУМУЛЯТОРОМ**

Для підвищення ефективності автомобільних газонаповнювальних компресорних станцій (АГНКС) при неоднаковому споживанні газу на заправку в денний і нічний періоди застосовують газогідратний акумулятор.

Пропонована компресорна установка для АГНКС складається з: впускного трубопроводу; першої, другої, третьої, четвертої ступені компресорного стиснення; чотирьох охолоджувачів; та вологомасловіддільників; трьох ємностей для накопичення газу; кристалізатора-плавителя газогідратів; блоку осушки; заправних трубопроводів; балонів для заправки стиснутим газом; вентиля та триходових вентилів. Перед початком роботи кристалізатор-плавитель необхідно частково наповнити водою або водним розчином.

Компресорна установка працює наступним чином. В нічний період, при зменшеному завантаженні АГНКС, природний газ, наприклад, наступного складу:  $\text{CH}_4$  – 94,12 %;  $\text{C}_2\text{H}_6$  – 2,92 %;  $\text{C}_3\text{H}_8$  – 0,92 %;  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  – 0,42 %;  $\text{C}_3\text{H}_{12}$  – 0,11 %;  $\text{CO}_2$  – 1,22 %;  $\text{N}_2$  – 0,15 %;  $\text{C}_{6+}$  – 0,14 %, з початковим тиском  $p = 1,2$  МПа і температурою  $t = 18$  °С через впускний трубопровід і



вентиль подається в першу ступінь і компримується до тиску  $p = 3,5$  МПа. Стиснутий газ через охолоджувач, вологомасловіддільник, триходовий вентиль подається або на заправку балонів стиснутим газом через буферний накопичувач і заправочний трубопровід або в другу ступінь через триходовий вентиль, в якій газ компримується до тиску  $p = 7,5$  МПа. Газ при цьому тиску через охолоджувач і вологомасловіддільник, триходовий вентиль буферний накопичувач і заправочний трубопровід подається або на заправку балонів стиснутим газом, або в третю ступінь через триходовий вентиль, в якій газ стискується до тиску  $p = 15$  МПа. Стиснутий газ через охолоджувач, вологомасловіддільник, триходовий вентиль подається або на заправку балонів стиснутим газом через буферний накопичувач і заправочний трубопровід, або в четверту ступінь через триходовий вентиль, в якій газ компримується до тиску 25 МПа. Надлишкова частина газу, що не використовується в цей період для заправки балонів стиснутим газом та не подається в другу і третю ступінь через триходові вентиля, надходить в кристалізатор-плавитель, де при контакті з водою утворюються газогідрати при тиску  $p = 7,5$  МПа і температурі  $t = 16$  °С. В цей період кристалізатор-плавитель працює як кристалізатор з відведенням теплоти гідратоутворення  $Q_{\Gamma}$ .

Утворені газогідрати накопичують та зберігають, а в денний період, при збільшенні завантаження АГНКС, до кристалізатора-плавителя підводять теплоту  $Q_{\text{пл}}$  та підігрівають і плавлять газогідрати при температурі  $t = 20$  °С і тиску  $p = 15$  МПа з виділенням газу і води. В цей період кристалізатор-плавитель працює як плавитель. Виділена вода залишається в кристалізаторі-плавителі на повторне гідратоутворення, а отриманий газ високого тиску по трубопроводу через триходовий вентиль, блок осушки і заправочний трубопровід направляють на часткове наповнення балонів стиснутим газом, або по трубопроводу через триходовий вентиль на копримування в четверту ступінь до тиску  $p = 25$  МПа, вихід з якої через охолоджувач, вологомасловіддільник, триходовий вентиль, блок осушки і

заправочний трубопровід з'єднаний з балонами для заправки стиснутим газом.

Потрібно відмітити, що плавити газогідрати в кристалізаторі-плавителі можливо і при тиску  $p = 25$  МПа, але при плавленні газогідратів необхідно буде підтримувати більш високу температуру  $t = 23$  °С. В цьому випадку робота АГНКС буде забезпечуватись компресорами першої і другої ступеней стискування та кристалізатором-плавителем.

Таким чином, запропонована компресорна установка дозволяє підвищити ефективність використання обладнання АГНКС при неоднаковому споживанні в денний і нічний періоди доби стиснутого природного газу для заправки балонів автомобільного транспорту.

**УДК 621.56:536.24**

**В.В. Клименко, д-р техн. наук, проф.,  
О.А. Козловський, канд. техн. наук, викл.,  
А.О. Микитюк, магістрант,  
А.О. Поляков, магістрант**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

## **МАЛОГАБАРИТНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЕКСПРЕСНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМОДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ УТВОРЕННЯ ГАЗОГІДРАТІВ**

Привабливі властивості газогідратів (клатратів газів) стимулювали до розробки ряду нових енергоефективних технологій у галузі очищення та розділення газів, альтернативних способів зберігання та транспортування газу, виробництва та акумулювання холоду утилізації і схоронення CO<sub>2</sub> тощо [1]. Для оцінки можливості утворення газогідратів у виробничих умовах, наприклад, з метою попередження їх утворення при видобуванні та підготовці до транспорту природного газу, необхідно проводити швидке визначення рівноважних термодинамічних умов їх гідратуутворення, але

застосування для цього у виробничих умовах існуючих пристроїв потребує їх суттєвої модернізації з урахуванням сучасних вимог. Це обґрунтовує створення швидкодіючих портативних пристроїв експрес-аналізу на базі сучасної елементної бази.

Розроблений макет пристрою дозволяє на протязі короткого терміну визначати близькі до рівноважних параметри утворення газових гідратів при тисках газів до 4 МПа і температурі до мінус 12°C як окремих гідратоутворюючих газів, так і їх сумішей, наприклад, природного газу.

Основою пристрою є циліндричний реактор-кристалізатор високого тиску де відбувається утворення або дисоціація газогідратів. Кристалізатор виготовлений із нержавіючої сталі у вигляді трубки круглого перерізу, що герметизується з боків за допомогою фланцевих з'єднувачів. Його корисний об'єм складає 63 см<sup>3</sup>. Балон з досліджуваним газом підключається до пристрою через штуцер високого тиску. Інтенсифікація процесів гідратоутворення здійснюється за допомогою електромеханічного активатора, розміщеного в реакторі. Для плавного регулювання тиску газу у системі використані голкові крани. Теплоізоляція кристалізатора та газопроводів виконана шаром пінополіуретану.

Контроль термобаричних параметрів середовища всередині кристалізатора проводиться за допомогою платиного термометру опору та вимірювального перетворювача надлишкового тиску. Охолодження (нагрів) кристалізатора здійснюється за допомогою двох термоелектричних модулів, що розміщені на перехідній пластині, яка має безпосередній контакт зі стінкою його циліндричної поверхні.

Керування роботою пристрою здійснюється з використанням мікроконтролерного блоку в двох режимах: ручному або автоматичному. Для візуального відображення значень температури, тиску, потужності охолодження/нагріву та частоти струшування кристалізатора у пристрої передбачено LCD-дисплей, а для встановлення уставок цих параметрів – енкодер.

В автоматичному режимі роботи мікроконтролерний блок керування підтримує задану температуру в середні кристалізатора з точністю  $0,5^{\circ}\text{C}$ . Початок процесу гідратуутворення фіксується за різким падінням тиску газу у кристалізаторі, а закінчення – за досягненням тиску його, при якій подальша зміна його величини тиску на протязі відповідного проміжку часу (15-20 хв) досягає певного (наперед заданого) малого значення, наприклад,  $1 \times 10^2$  Па/с. Тривалість одного циклу вимірювання залежить від складу і температури газів, початкової температури і складу флюїду у кристалізаторі й складає в середньому 45-70 хв.

При дослідження процесів дисоціації отриманих газогідратів термоелектричні модулі можуть бути переведені у реверсний режим роботи.

Розроблений макет пристрою на основі запропонованого конструктивного рішення дозволяє проводити в виробничих умовах визначення на протязі короткого терміну близьких до рівноважних значень термодинамічних параметрів утворення газогідратів для різних за складом газових сумішей і рідинних середовищ.

### Список літератури

1. Клименко В.В. Науково-технічні основи газогідратної технології (термодинаміка та кінетика процесів, схемні рішення): автореф. дис. докт. техн. наук: 05.14.06. – К., 2012 – 40 с.
2. Онищенко В. О., Клименко В.В. Застосування газогідратних технологій в нафтогазовій промисловості / В. О. Онищенко, В. В. Клименко // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ.–2011.–№4(41).–С.5-8.

**В.В.Клименко<sup>1</sup>, д-р техн. наук, проф.,**  
**В.В. Мартиненко<sup>2</sup>, м.н.с.,**  
**О.О. Микитюк<sup>1</sup>, асп.,**  
**О.І. Наливайко<sup>3</sup>, канд.техн. наук, доц.**

<sup>1</sup> Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

<sup>2</sup> ТОВ “Науково-виробниче підприємство “Радікс””

<sup>3</sup> Полтавський національний технічний університет імені Юрія  
Кондратюка, м. Полтава, Україна

### **ПОПЕРЕДНЯ ОЦІНКА ВПЛИВУ ДОБАВКИ «RAMSINKS-2M» НА УТВОРЕННЯ ГАЗОГІДРАТІВ**

Газові гідрати являють собою льоподібні кристалічні сполуки клатратного типу з молекул води і неполярних молекул або малополярних газів і деяких органічних рідин, що утворюються та існують при певних термобаричних умовах[1]. Вивчення умов гідратоутворення важливе як для попередження утворення газогідратів в системах видобування та трубопровідного транспорту нафти і газу, так і для інтенсифікації утворення газогідратів в різноманітних технологіях їх застосування для: нетрубопровідного транспортування природного газу, розділення сумішей газів і рідин, стискування газів до високого тиску, вироблення та акумулювання холоду, утилізації CO<sub>2</sub> тощо [2,3]. Для попередження гідратоутворення застосовують речовини, які позначають терміном *інгібітори*, а для речовин, що прискорюють гідратоутворення вживають термін *протори* [1-3].

Відомо, що існують речовини, які при одних умовах є інгібіторами гідратоутворення, а при інших є проторами цього процесу, наприклад, метанол, етанол, мікронанопорошки оксидів металів. Як правило для в'ясування при яких умовах конкретна речовина є інгібітором утворення газогідратів, а при яких-протором необхідні експериментальні дослідження.

Серед речовин, що пропонуються для інтенсифікації процесів буріння при видобуванні нафти і газу перспективною є гідрофобна добавка: комплексна кремнійорганічна речовина «Ramsinks–2М» [4] у вигляді мікропорошку (в подальшому R-2М). Застосування цієї добавки успішно пройшло галузеві лабораторні іспити в лабораторії БУ «Укрбургаз» (м. Полтава) та у секторі літофізичних досліджень відділу досліджень гірських порід запасу «УкрНДІгаз» (м. Харків). Проте, яким чином впливає ця речовина на утворення газогідратів достеменно невідомо, оскільки для цього потрібно провести відповідні експериментальні дослідження.

Для попередньої оцінки впливу R-2М на утворення газогідратів в науково-дослідній лабораторії газогідратних і теплохолодотехнологічних установок ЦНТУ була створена експериментальна установка, основним елементом якої є газогідратний кристалізатор ( $Kp$ ) у вигляді циліндричної ємності високого тиску з нержавючої сталі загальним об'ємом  $150 \text{ см}^3$ .  $Kp$  має на торцях оглядові вікна з оргскла, зйомний фланець, а в його корпусі є штуцер для подачі гідротоутворюючого газу (в експериментах використовувався  $\text{CO}_2$ ). Для попереднього охолодження  $Kp$  та його термостатування при проведенні експериментів використовувалася холодильна камера.

Дослідження процесів, що протікають в системі " $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{R-2М}$ " здійснювалося наступним чином. Дистильовану воду  $V = 100 \text{ мл}$ , заправляли в кристалізатор, який попередньо охолоджували до температури  $2-3 \text{ }^\circ\text{C}$ , потім засипали у кристалізатор певну зважену масу R-2М і подавали  $\text{CO}_2$  під тиском  $P = 30 \text{ кгс/см}^2$  (повітря з кристалізатора видалялося шляхом попередньої продувки  $\text{CO}_2$ ). Наповнений таким чином кристалізатор поміщався в холодильну камеру, в якій підтримувалася температура  $2-3 \text{ }^\circ\text{C}$ . Дослідження проводились при концентраціях R-2М :  $10 \text{ ppm}$ ,  $20 \text{ ppm}$ ,  $50 \text{ ppm}$ ,  $100 \text{ ppm}$ ,  $200 \text{ ppm}$  в статичних умовах (без перемішування) та з періодичним перемішуванням шляхом струшування через кожні  $5 \text{ хв}$  з початку експерименту..

При проведенні експериментів замірялися: температура в кристалізаторі, температура в холодильній камері та

температура повітря в лабораторії - цифровими термометрами з діапазоном вимірювань від мінус 25 °С до плюс 80 °С і ціною поділки 0,1 °С; надлишковий тиск в кристалізаторі - зразковим манометром типу МО з верхньою межею вимірювань 100 кгс/см<sup>2</sup>, ціною поділки 0,5 кгс/см<sup>2</sup> і класом точності 0,4; атмосферний тиск – барометром анероїдного типу.

В табл.1 приведені результати експериментальних досліджень замірів часу до початку процесу гідратуутворення при різних концетраціях R-2M .

Таблиця 1. Час до початку утворення газогідратів CO<sub>2</sub> при різних концентраціях R–2M

	вода (без перемішування)	вода (з перемішуванням)	вода + R-2M 50 ppm (без перемішування)	вода + R-2M 100 ppm (без перемішування)	вода + R-2M 10 ppm (з перемішуванням)	вода + R-2M 20 ppm (з перемішуванням)	вода + R-2M 50 ppm (з перемішуванням)	вода + R-2M 100 ppm (з перемішуванням)	вода + R-2M 200 ppm (з перемішуванням)
Час до початку утворення газогідратів $\tau$ , хв	120	60	Гідрати не утворювалися	Гідрати не утворювалися	40	30	20	45	45

Експериментально було виявлено, що в статичних умовах R-2M зосереджується на поверхні води у вигляді тонкого шару, який утворює “захисну плівку” між водою та газом. З табл.1 видно, що в цьому випадку утворення газогідратів в системі "H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub> + R–2M" не спостерігалось. При перемішуванні в системі "H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub> + R–2M" з підвищенням концентрації R–2M від 10 ppm до 200 ppm час затримки початку гідратуутворення ( $\tau$ ) зменшувався порівняно з аналогічним в системі "H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub>". Мінімальне значення

$\tau = 20$  хв було зафіксовано при концентрації R-2M, рівній 50 ppm, при концентрації 100 ppm  $\tau$  досягав значення 45 хв. і залишався таким при концентрації 200 ppm. Це дозволяє зробити висновок, що при згаданих концентраціях добавка R-2M діє як *протор* гідратуутворення. Можливо при більших значеннях концентрації R-2M ця добавка може діяти як *інгібітор*, маючи на увазі, що після досягнення мінімального значення  $\tau$  при концентрації 50 ppm, при більших значеннях концентрацій R-2M: 100 ppm та 200 ppm  $\tau$  збільшується. Для в'яснення інгібіторних можливостей R-2M необхідні додаткові експериментальні дослідження.

Наприкінці слід відмітити, що при видаленні води з кристалізатора добавка R-2M осаджується на оглядових вікнах у вигляді тонкого шару (рис.1), товщина якого співрозмірна з розміром окремих мікрочастинок, а взаємодія адсорбованого осаду з поверхнею вікон характеризується великим значенням сил адгезії.



Рисунок 1. Вигляд оглядового скла після проведення експериментів з добавкою «Ramsinks-2M»

### Список літератури

1. Бык С.Ш., Макогон Ю.Ф., Фомина В.И. Газовые гидраты. – М.: Химия, 1980. – 296 с.
2. Клименко В.В. Научно-технические основы газогидратной технологии (термодинамика та кінетика процесів, схемні



рішення): автореф. дис. докт. техн. наук: 05.14.06. – К., 2012 – 40 с.

3. Онищенко В. О., Клименко В.В. Застосування газогідратних технологій в нафтогазовій промисловості / В. О. Онищенко, В. В. Клименко // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ.–2011.–№4(41).–С.5-8.

4. Патент України на корисну модель № 4700. Спосіб одержання гідрофобної речовини на основі осадових кремністих гірських порід. / О.І. Наливайко; заявник і патентовласник Наливайко Олександр Іванович- и 20041109608; заявл. 17.01.2005; опубл. 17.01.2005, Бюл.№1.

**УДК 621.745:536.24**

**О. В. Скрипник, канд. техн. наук, доц.,  
В. В. Клименко, д-р техн. наук, проф.,  
В. В. Свяцький, канд. техн. наук, доц.,  
С. В. Конончук, канд. техн. наук, доц.**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

### **ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СПОСОБУ ВИГОТОВЛЕННЯ ПІЩАНИХ ФОРМ ПО ЛЬОДЯНИМ МОДЕЛЯМ**

Завдання модернізації машинобудування неможливо розв'язати без впровадження нових технологій. Застосування криогеніки для одержання металевих виливків у піщаних формах дозволяє реалізовувати маловідходні і безвідхідні технології з повторним використанням формувальних матеріалів. При використанні льоду як матеріалу можна створювати разові моделі, які саморуйнуються після виконання своїх функцій, а процес формування ливарних піщаних форм буде ощадним для навколишнього середовища [1].

Особливість способу одержання піщаних форм по льодяним разовим моделям полягає у тому, що продукти танення моделі частково або повністю абсорбуються у

поровий простір сухого піску форми. У такий же спосіб у рідкому вигляді видаляють розплав крижаної моделі зі збереженням на місці моделі порожнини форми для подальшого її заливання розплавом металу.

У ряді робіт запропоновано введення в льодяну модель добавок поверхнево-активних речовин, які осаджуються у поверхневому шарі порожнини форми при фільтрації модельного матеріалу, що тане, і створюють герметизуюче покриття [2, 3]. В якості таких добавок експериментально досліджують застосування високомолекулярних речовин: карбометілцеллюлози, полівінілацетатної емульсії, лігносульфонатів технічних тощо.

Підвищити якість піщаних форм, отриманих із застосуванням льодяних моделей, можна також шляхом введення порошкових добавок в суху сипучу формувальну суміш для створення міцної поверхневої кірки форми при взаємодії з продуктами плавлення моделі.

Такий звязуюче-гелеутворюючий матеріал як рідке скло, традиційний для ливарного виробництва також здатний створювати покриття, що герметично покриває поверхню форми та прилеглі піщинки. Покращити кінетику процесу в цьому випадку доцільно обробкою покриття з рідкого скла газоподібним двооксидом вуглецю. В результаті хімічної реакції при участі води рідке скло руйнується з утворенням соди і гелю кремнієвої кислоти, яка, маючи високі склеюючі властивості, пов'язує піщинки між собою, створюючи поверхневу кірку – фактично оболонкову форму.

Джерелом газоподібного  $\text{CO}_2$  можуть бути його газові гідрати[4]. Газові гідрати- це кристалічні сполуки включення (клатрати), у яких включені у льодоподібну структуру води молекули неполярних або малополярних речовин, наприклад,  $\text{CO}_2$ , утримуються ван-дер-ваальсовими силами. Газогідрати доцільно отримувати попередньо і покривати льодяною плівкою [5], забезпечуючи умови їх метастабільного зберігання при атмосферному тиску перед введенням в форму для утворення льодогідратної одноразової моделі. При заливці металу у форму така модель плавитиметься з виділенням води і газоподібного  $\text{CO}_2$  [4].

### Список літератури

1. Гаврилин, И. В. Литье по ледяным моделям // Литейное производство. – 1994. – № 9. – С. 14-15.
2. Пат. на винахід 80381 Україна, МПК В22С 9/02, В22С 7/00. Спосіб виготовлення виливків / О. И. Шинский, В. С. Дорошенко; заявник і патентовласник Фіз.-технол. інст. металів і сплавів НАН України. – № а200610806; заявл. 12.10.2006; опубл. 10.07.2007; Бюл. № 14.
3. Пат. на винахід 80235 Україна, МПК В22С 9/02, В22С 7/00. Спосіб вакуумного формування по легкоплавких моделях / О. И. Шинский, В. С. Дорошенко; заявник і патентовласник Фіз.-технол. інст. металів і сплавів НАН України. – № а200610304; заявл. 27.09.2006; опубл. 27.08.2007; Бюл. № 13.
4. Бык С.Ш., Макогон Ю.Ф., Фомина В.И. Газовые гидраты .-М.:Химия, 1980 г.-296 с.
5. Скрипник А. В. Экспериментальная оценка процессов замораживания смеси "H<sub>2</sub>O + газовые гидраты CO<sub>2</sub>" / Скрипник А. В., Клименко В. В. // Холодильна техніка і технологія. – 2007. – № 1 (105). – С. 87 – 89.
6. Клименко В. В. Процесс плавления гидратных и льдогазгидратных капсул / Клименко В. В. , Скрипник А. В. // Холодильна техніка і технологія. – 2010. – № 4 (126). – С. 51 – 53.

**В. В. Клименко, д-р техн.наук, проф.,  
В. І. Кравченко, канд. техн. наук, доц.,  
П.Г.Стець, інж.,**

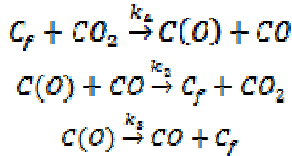
**Д.О.Козленко, магістрант**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

## **ЗАСТОСУВАННЯ CO<sub>2</sub> ПРИ ГАЗИФІКАЦІЇ КОМПОЗИТНОГО ПАЛИВА НА ОСНОВІ ТВЕРДИХ РОСЛИННИХ ВІДХОДІВ**

Утилізація і переробка відходів рослинного походження та побутових відходів у якісний енергетичний ресурс, є одним з ефективних напрямків у сфері енергозбереження та поліпшенні екологічного стану країни. Такий синергетичний ефект може бути досягнутий при створенні, наприклад, композитного палива на основі рослинних відходів та поліетилентерефталату (ПЕТФ) у вигляді брикетів або пелет [1]. Відомо, що спільна газифікація біомаси з полімерним матеріалом збільшує кількість виділеного водню при зменшенні вмісту СО та зменшує утворення діоксинів та інших шкідливих сполук [2].

Підвищення теплотворної здатності синтез-газу можна досягти за допомогою технології газифікації композитного палива з використанням як газифікуючого агенту діоксиду вуглецю, що підвищить ефективність конверсії палива шляхом збільшення концентрації монооксиду вуглецю у виробленому синтез-газі і може значно скоротити викиди СО<sub>2</sub> в атмосферу [3]. СО<sub>2</sub> для газифікації композитного палива може відбиратись при очищенні синтез-газу після його виробництва у газогенераторі або від інших різноманітних енергетичних установок, в яких відбуваються значні викиди діоксиду вуглецю. Механізм газифікації коксового залишку з СО<sub>2</sub>, після виходу летких сполук, досконало не досліджений. Вважається, що основними складовими термічної конверсії органічного палива при газифікації є процес десорбції СО з поверхні коксового залишку, за яким відбувається адсорбція СО<sub>2</sub> [4], тобто



де  $C_f$  – доступний активний вуглецевий центр;  $C(O)$  – комплексна киснева сполука вуглецю;  $k_1$ ,  $k_2$  і  $k_3$  – константи швидкості реакцій.

Для ефективного застосування в процесі газифікації композитного палива  $CO_2$ , необхідно визначити в першу чергу кількість газу, що подається в газогенератор та діапазони технологічних чинників (тиску і температури), які забезпечують перевагу застосування двоокису вуглецю. Оптимізація цих чинників та розробка конструкції газогенератора з використанням  $CO_2$ , як газифікуючого агенту для композитного палива, потребує подальших теоретичних та експериментальних досліджень.

### Список літератури

1. Климекно В.В. Експериментальна оцінка виготовлення твердого біопалива з композитів на основі рослинних відходів/ [Клименко В.В., Кравченко В.І., Кириченко А.М, Личук М.В., Солдатенко В.П. ]. – К.: // Энерготехнологии и ресурсосбережение. 2016, № 3, С. 18-24.
2. Pinto, F., Franco, C., Andre, R.N., Miranda, M., Gulyurtlu, I. and Cabrita, I. (2002) Co-gasification study of biomass mixed with plastic wastes, *Fuel*, 81, 291-297. doi:10.1016/S0016-2361(01)00164-8.
3. Farooq A., Ghauri M., Jaffery M., Shahzad K. Modeling of biomass gasification with  $CO_2$  as gasifying agent. *Sci.Int.(Lahore)*,25(3),497-500, 2013. ISSN 1013-5316; CODEN: SINTE 8.
4. Heidi C. Butterman and Marco J. Castaldi.  $CO_2$  Enhanced Steam Gasification of Biomass Fuels. //Proceedings of NAWTEC16, 16th Annual North American Waste-to-Energy Conference, May 19-21, 2008, Philadelphia, Pennsylvania, USA NAWTEC16-1949, Department of Earth and Environmental Engineering (HKSM) Columbia University, New York, N.Y. 10027 (16 p.).

**А.І. Котиш, канд. техн. наук, доц.,**  
**П.А. Котиш, студ. гр. ЕЕ-16-ЗСК**  
Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

## **ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ ЗЕЛЕНОГО ТАРИФУ В ЕНЕРГЕТИЦІ**

Зелений тариф (в англійській мові зазвичай використовується термін *Feed-in tariff*) - економічний механізм, спрямований на заохочення генерації електроенергії відновлювальною енергетикою [1]. Застосування зеленого тарифу зазвичай включає використання наступних інструментів:

- Гарантований доступ до енергомережі;
- Довгострокові контракти на придбання електроенергії;
- Встановлення відносно високих закупівельних цін, які враховують вартість відновлюваних джерел енергії.

Енергетична ситуація, що спонукає до впровадження альтернативних джерел енергії:

- Поступове зростання електричного навантаження споживачів в різних регіонах України та, відповідно, високий рівень споживання енергоресурсів і збільшення попиту на них;
- Залежність від цін на енергоносії;
- Щорічне зменшення вітчизняних традиційних видів палива (природний газ, нафтопродукти тощо) та збільшення обсягів їх імпорту;
- Забруднення навколишнього середовища (шкідливі викиди електростанцій, що використовують традиційні види палива).

Законодавчі стимули щодо впровадження альтернативних джерел енергії:

- Встановлення "зеленого" тарифу на електроенергію (Закон України "Про електроенергетику");
- Пільги на імпорт обладнання та інші податкові пільги (Податковий кодекс України);

- Дія механізму спільного впровадження проектів зі скороченням одиниць викидів парникових газів (Київський протокол);

- Державні гарантії захисту іноземних інвестицій (Закони України "Про захист іноземних інвестицій в Україні", "Про режим іноземного інвестування").

Регіональні або національні енергопостачальники зазвичай зобов'язані купувати електроенергію, вироблену з відновлюваних джерел. У багатьох країнах гарантується придбання електроенергії, що отримується з поновлюваних джерел енергії в рамках довгострокових (15-25 років) контрактів.

Станом на 2015 рік зелені тарифи використовувались в тій чи іншій формі у 63 країнах світу, включно з Україною.

Закон України "Про внесення змін до деяких законів України щодо встановлення "зеленого тарифу" був прийнятий 25 вересня 2008 року. Закон передбачає обов'язкове придбання постачальниками електроенергії (енергоринком) від наступних джерел:

- Малі гідроелектростанції (встановленою потужністю до 10 МВт);
- Вітрові електростанції;
- Сонячні електростанції;
- Електростанції, що використовують біомасу в якості палива.

Зелений тариф може використовуватись виробником протягом 10 років з моменту встановлення. Експерти критикують поточну редакцію закону, зокрема через неможливість застосування зеленого тарифу для виробників електроенергії, які використовують біогаз.

### Список літератури

1. Електронний ресурс. – Режим доступу:[http://uk.wikipedia.org/wiki/Зелений\\_тариф](http://uk.wikipedia.org/wiki/Зелений_тариф)

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СІЛЬСЬКИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

В даний час практично всі сільські споживачі отримують електроенергію централізовано від енергосистеми. Джерелами електричної енергії для сільських електромереж є, як правило, вузлові районні підстанції з вищою напругою 110 кВ і вище. Високий ступінь надійності роботи вузлових підстанцій забезпечується резервуванням основних елементів: вони мають не менше чим двостороннє живлення, два трансформатори, подвійна система шин 35-110(150) кВ. Такі підстанції живлять споживачів довколишнього регіону (промислових, міських і сільських) і є як би «входом» в систему електропостачання сільськогосподарських споживачів.

У сільському електропостачанні отримало широкий розвиток система напруги 35/10/0,38, 110(150)/10/0,38 і 110(150)/35/10/0,38 кВ. Системи напругою 35-110(150)/0,38 кВ в нашій країні широкого розповсюдження не отримали.

Система електропостачання сільськогосподарського призначення умовно ділиться на 3 структурних рівні: живляча електрична мережа 35-110(150) кВ з понижувальними підстанціями 35-110(150)/10(6) кВ, розподільна мережа 10(6) кВ і мережа напругою 0,38 кВ.

Мережа 35-110(150) кВ складається з ліній 35-110(150) кВ, які відходять від шин 35-110(150) кВ вузлових (районних) підстанцій енергосистеми або різних систем шин однієї підстанції. До ліній 35-110,150 кВ приєднуються понижувальні підстанції 35-110(150)/10(6) кВ (ПС) через комутаційні апарати або глухими відгалуженнями.

У сільських мережах Кіровоградської області нараховується більше 100 підстанцій напругою 35/10 кВ, 5650-10/0.4 кВ, а також ПЛ: 35 кВ-1655км, 10 кВ-12880 і 0.4 кВ-15285, більше половини яких – уже за межею фізичної та моральної вичерпаності своїх ресурсів. Майже дві третини



трансформаторів 35/10 кВ і приблизно половина 10/0,4 кВ, які зараз експлуатуються, мають відносно велику для сільських мереж потужність (відповідно 2,5 МВА і вище та 160 – 400 кВА). Середня довжина магістральних (без відгалужень) ПЛ 10 кВ орієнтовно становить 15 км (максимальна 30), а ПЛ 0,4 кВ – 0,55 км (максимальна 1,8 км). До цього треба додати мережу сільських ПЛ 10 кВ, які під'єднано до розподільних пристроїв 10 кВ районних підстанцій 150/10 кВ або 150/35/10 кВ, розташованих в основному поблизу райцентрів.

Загальновідомі структура та якість сучасних сільських мереж є головною причиною помітних технологічних втрат енергії, недостатньої надійності електропостачання та безпеки експлуатації ліній електропередачі, а самі мережі, їх схеми та обладнання концептуально не адаптовано до вимог, які постали перед сферою енергозабезпечення.

Ринкові умови функціонування електроенергетичної галузі потребують, з одного боку, незаперечного відключення так званих неплатників, унеможливлення випадків не обрахованого споживання (крадіжок) енергії, з другого – гарантованого електропостачання тих абонентів, які сповна і своєчасно розраховуються за спожиту енергії.

Виходячи з вищезазначеного було проведено попередній аналіз прийнятних варіантів реконструкції електромереж сільськогосподарського призначення [1]. Найкращим виявився проект переходу до нової системи напруг розподільних мереж – 35/3/0,38 кВ. Лінії 35 кВ та підстанції 35/3 кВ будуються за схемами глибокого введення (одна-дві підстанції 35/3 кВ на окреме сільське поселення), використовуються можливості реконструкції магістральних ПЛ 10 кВ з метою їх переведення на клас 35 кВ; лінії 3 і 0,38 кВ – кабельні, підстанції 3/0,38 кВ – комплектні, компактні, переважно одно трансформаторні (потужністю здебільшого 10–25 кВА) та адресні, тобто максимально наближені до споживачів та оснащені відповідними засобами комутації, автоматики та обліку електроенергії.

### Список літератури

1. Синьчугов Ф.И. Расчет надежности схем электрических соединений. – М.: Энергия 1971 – 146 с.

**А.Ю. Орлович, канд. техн. наук, проф.,**  
**О.А. Козловський, канд. техн. наук, викл.**  
Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

## **ДІАГНОСТУВАННЯ ОЖЕЛЕДНО-ПАМОРОЗЕВИХ ВІДКЛАДЕНЬ НА ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЯХ СУЧАСНИМИ ЗАСОБАМИ**

Підвищений рівень відмов повітряних ліній (ПЛ) внаслідок впливу екстремальних погодних умов у холодну пору року, значні витрати людських та матеріальних ресурсів на відновлення їх працездатності після ожеледно-вітрових аварій спонукали енергопостачальні компанії до впровадження у електричних мережах комплексних інформаційних систем моніторингу ожеледоутворення (ІСМО). Це стало можливим завдяки стрімкому розвитку і здешевленню цифрових вимірювальних перетворювачів, а також розроблених на їх основі мікроконтролерних пристроїв контролю, діагностики та передачі даних.

В основу першого покоління інформаційних систем моніторингу ожеледоутворення на ПЛ покладено концепцію «множини незалежних вимірювальних модулів» [1]. Ці системи представляють собою системи реального часу, що містять два основні рівні: регіональний (районні електричні мережі) та локальний (об'єктів контролю). За необхідності, створюється центральний рівень призначений для збору, упорядкування, накопичення, консолідації та тривалого зберігання інформації з усіх регіональних центрів збору та обробки даних. Для передачі отриманих даних з сенсорів або блоків збору даних використовуються будь-які доступні канали зв'язку: телемеханічні, радіо, оптичні. Отримана інформація про стан ПЛ в режимі реального часу дає змогу диспетчеру електричних мереж прийняти виважене рішення щодо доцільності проведення того чи іншого заходу захисту повітряної лінії. Вагомим недоліком існуючих ІСМО є проведення моніторингу лише у точках установки блоків

збору даних, проте досить часто виникають ситуації коли необхідний розподілений моніторинг стану проводу ПЛ. Наприклад, за метеорологічних умов коли ожеледні відкладення є лише на частині проводу у прогоні ПЛ, проведення плавки ожеледі призведе до перегріву чистої ділянки проводу, а у найгіршому випадку – і до перепалу.

На сучасному етапі проводиться розробка другого покоління інформаційних систем моніторингу стану ПЛ характерною особливістю яких є інтеграція до їх складу безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Використання яких дозволяє значно розширити функціональні можливості систем моніторингу і вирішувати широке коло задач контролю повітряних ліній [2]: проводити повні обстеження; точно визначати місця ушкоджень та оцінювати збитки при аваріях; створювати 3D профілі трас ліній за допомогою лазерного сканування; створювати паспорти-еталони роботи ліній у нормальних режимах роботи карти; виявляти дефекти конструктивних елементів, забруднення ізоляторів; визначати інтегральні параметри ОПВ. За результатами відеозйомки повітряних ліній у видимому та ультрафіолетовому діапазонах можливо ідентифікувати місця утворення ОПВ та їх тип, що дозволить більш точно вибирати значення струмів плавки ожеледі. Моніторинг часткових поверхневих розрядів дозволить завчасно змінити режим роботи електричної мережі з метою зниження втрат енергії.

Отже, використання комбінованих систем моніторингу дає змогу отримувати детальну інформацію про стан повітряних ліній за всією їх довжиною і визначати необхідні заходи для підвищення надійності електропостачання. Подальші дослідження повинні бути направлені на удосконалення дистанційних, оптичних методів та засобів ідентифікації типу ожеледно-паморозевих відкладень на проводах повітряних ліній.

### **Список літератури**

1. Козловський О. А. Комп'ютеризована система контролю за станом повітряних ліній електропередач при

ожеледоутворенні / О. А. Козловський, С. В. Серебренніков, М. В. Кубкін // Ефективність та якість електропостачання промислових підприємств: зб. праць. Маріуполь: ПДТУ. – 2005. – С. 327-329.

2. Барбасов В.К. Применение беспилотных летательных аппаратов для обследования линий электропередачи / В. К. Барбасов, П. Ю. Орлов, Е. А. Фёдорова // Электрические станции 2016. – №10. – С. 31-35.

**УДК 621.311.1:620.92:620.98**

**П.Г. Плешков, канд. техн. наук, проф.,**

**П.Г. Стець, здобув.**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

**ВИКОРИСТАННЯ НИЗЬКОВОЛЬТНОЇ  
ТЕРМОЕЛЕКТРОГЕНЕРУЮЧОЇ СИСТЕМИ НА  
ОСНОВІ ЕЛЕМЕНТІВ ПЕЛЬТЬЄ ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ  
ТЕПЛОВИХ ВТРАТ ПОБУТОВОГО ОПАЛЕННЯ У  
СІЛЬСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ**

Розглянемо наступний об'єкт – одноповерхова житлова будівля розташована у Новомиргородському районі – загальною площею 120 м<sup>2</sup> з опаленням на основі дров'яної плити та парового котла об'ємом 70 л. Повний об'єм завантажувальної камери дров'яної плити даного об'єкту становить 0,5 м<sup>3</sup> Для досягнення температури поверхні труб на виході з парового котла рівної 50 °С необхідне повне спалення двократного об'єму сухої деревини твердих порід дерева аналогічно розглянутому в роботі [1].

Пропонується застосування низьковольтної термоелектрогенеруючої системи на основі елементів Пельтьє для утилізації тепла теплових втрат побутового опалення з використанням відходів лісівництва у якості паливного енергоресурсу. У якості термоелектричного перетворювача пропонується система із 5 низькотемпературних (до 180 °С) елементів Пельтьє закріплених на еластичному корпусі і

з'єднаних паралельно. Охолодження модулів пропонується виконати за допомогою алюмінієвих радіаторів, - одним елементом при різниці температур холодної та гарячої сторін 50°C продукує струм 1,3 А, напругою 5.5 В, за номінальної енергопродуктивності 3.6 Вт\*год. Параметри системи розраховані згідно з методикою наведеною у роботі [2]. Де струм, зокрема виражається наступним рівнянням (1):

$$I_g = q^* \alpha T_0 Z T_0 (1 + m + Z T_0), \quad (1)$$

де  $I_g$  – генерований модулем струм,  $q^*$  - тепловий потік через елемент Пельтьє,  $Z$  – внутрішній опір елемента,  $T_0$  – термоелектрична добротність,  $\alpha$  – термоерс,  $m$  - відношення опору навантаження  $R_n$  до внутрішнього опору термоелемента  $R_i = L/\sigma$ , де  $L$  – довжина елемента,  $\sigma$  – питома електропровідність елемента. [2]

За умов де різниця температур гарячої та холодної сторін елементів становитиме 30°C - розглянутий термоелектричний модуль буде продукувати з одного елемента Пельтьє за одну годину роботи - струм 0,85 А, напругою 2,5 В, а сумарна енергопродуктивність модуля з п'яти елементів за годину роботи складе 11 Вт [2]. Враховуючи охолодження поверхні труб парової системи опалення у процесі роботи модуля, при чому сам модуль буде нагріватись його енергопродуктивність знизиться за другу годину роботи до 45% від номінальної - де різниця температур гарячої та холодної сторін елементів становитиме 23°C, і до 15% від номінальної за третю годину роботи модуля гарячої та холодної сторін елементів становитиме 12°C. За один опалювальний цикл, - тривалістю 9 годин – модулем буде згенеровано лише 0,03 кВт, чого недостатньо для заміщення живлення від мережі малопотужних інкубаторів з мінімальним споживанням близько 50 Вт\*год, та достатньо лише для світлодіодного освітлення, заряджання мобільних пристроїв зв'язку, або живлення брудерів з інфрачервоним обігрівом за умови споживання до 40 Вт\*год.

Враховуючи нестабільний характер генерованих вольтамперних характеристик модуля, його використання для заряджання літій-полімерних батарей без підвищуючого

перетворювача не є можливим оскільки може викликати їх швидке зношення і вихід з ладу.

### **Список літератури**

1. Плешков, П. Г. Оцінка можливостей використання термоелектричних модулів для часткового заміщення електропостачання від мережі у сільській місцевості Кіровоградської області / П. Г. Плешков, С. П. Плешков, П. Г. Стець // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в с-г. виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. - Кропивницький : ЦНТУ, 2017. - Вип. 30. - С. 168-174.

2. Иоффе, А.Ф. Термоэлектрическое охлаждение / А.Ф. Иоффе, Л.С. Стильбанс, Е.К. Иорданшвили, Т.С. Ставицкая ; АН СССР, Ин-т полупроводников. – М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1956. – 108 с

## **УДК 620.9**

**П.Г. Плешков, канд. техн. наук, проф.,  
Л.Г. Віхрова, канд. техн. наук, проф.,  
В.П. Солдатенко, викл.**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

### **ПІДВИЩЕННЯ ПРОФЕСІЙНОГО РІВНЯ ЕНЕРГОМЕНЕДЖЕРІВ**

Технічна освіта в Україні перебуває в глибокій кризі. Причому головною причиною, на думку авторів, є ні банальна відсутність фінансування, або обладнання, чи кадрів відповідної кваліфікації. Зовсім ні. Основна причина — це втрата популярності та престижності інженерних спеціальностей. Навіть за умови повної уваги держави до технічної освіти дефіциту кадрів уже не уникнути. Ця проблема вже гостро стоїть для центрального регіону України, але характерна для країни в цілому, і держава поволі але звертає на це увагу.

Абітурієнти, що приходять навчатися на інженерні спеціальності, в більшості мають слабкі знання з математики та фізики, які завжди були «базою» технічної освіти. Причиною цього є як втрата популярності фаху інженера, так і наслідки реформи середньої освіти, соціально-економічна ситуація в Україні. Зауважимо, що мова іде саме про усвідомлені і засвоєні знання з математики і фізики, а не набрані бали ЗНО, яких для вступу вистачає.

Більш популярними в абітурієнтів залишаються спеціальності гуманітарного і економічного профілю, які окрім того що престижні, краще оплачуються.

Автори вважають, що підготовка спеціалістів з енергетичного менеджменту є одним із провідних напрямків (наряду із ІТ-технологіями) переорієнтації молоді та повернення « моди » на технічну освіту, відновлення її престижності. Адже спеціалісту з енергетичного менеджменту крім суто енергетичних дисциплін необхідно засвоїти дисципліни із загального менеджменту, ринків енергії, ціноутворення, маркетинг, управлінська економіка, тощо. А це вже значно ближче до популярних поки-що спеціальностей економічного та управлінського блоку, і є чудовою альтернативою суто економічній освіті. Більше того, за відгуками роботодавців центрального регіону України технічно грамотний спеціаліст, що фахово володіє знаннями з економіки цінується вище від фахового економіста. Об'єм знань, який необхідно засвоїти енергетичному менеджеру уже призвів до необхідності створення окремих напрямків з енергетичного менеджменту на кафедрі ЕТС та ЕМ ЦНТУ.

Україна взяла курс на енергетичну ефективність та приєдналася до стандарту ISO 50001. Цей документ впроваджує енергетичний менеджмент в щоденну практику організацій та ґрунтується на методології постійного поліпшення PDCA (плануй-впроваджуй-перевірй-дій) [1]. Керуючись цією методологією автори пропонують залучати талановиту молодь до підготовки з напрямку «Енергетичний менеджмент» іще на етапі шкільної навчання. Здійснити це можливо в рамках запровадження STEM-освіти в Україні та співпраці вишів з Інститутами післядипломної освіти,

шкільними закладами. Зокрема, можливо залучати учнів до ознайомлення, розробки та впровадження системи енергоменеджменту за стандартом [1] в навчальних закладах, підприємствах що активно впроваджують СЕНМ, участі в розробці систем муніципального менеджменту. Це буде цікаво не лише для технічно орієнтованої молоді, а і для активних гуманітаріїв, які поки що бачать свою подальшу професію в області менеджменту, економіки, управління, юриспруденції, сприятиме розширенню їх енергетичної грамотності, і в далекій перспективі сприятиме загальному підвищенню якості освіти в енергетичній галузі.

Технічна освіта в Україні вимагає активної популяризації та залучення здібної молоді. Залучення школярів до сумісної роботи із студентами з розробки і впровадження проектів з енергетичного менеджменту, зокрема муніципального дозволить популяризувати підготовку фахівців в енергетичній галузі.

### **Список літератури**

1. Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання (ISO 50001:2011, ІДТ): ДСТУ ISO 50001:2014 – К.: Мінекономрозвитку України, 2015. — 27 с.

**УДК 697.12**

**О.І. Сіріков, канд. техн. наук., доц.,  
П.Б. Буркацький, магістр гр. ЕНМ-16М**  
Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

### **ВИЗНАЧЕННЯ ТА АНАЛІЗ ПИТОМИХ НОРМ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ НА ОПАЛЕННЯ ПРИМІЩЕНЬ**

Широке впровадження енергозбереження та підвищення енергоефективності є важливим завданням для сталого економічного розвитку України, як енергозалежної держави. Найбільшими секторами економіки, що споживають



енергетичні ресурси є промисловість, транспорт та комунально-побутовий сектор. Так, більше 40% усіх паливноенергетичних ресурсів (ПЕР) витрачається на теплопостачання будівель різного призначення. Такий високий відсоток пояснюється застарілим житловим фондом, який будувався за заниженими нормативами щодо теплоізоляції огорожуваних конструкцій будівель. З 2006 р. діють нові нормативи теплозахисту будівель, згідно яких встановлено нові значення термічних опорів для огорожувальних конструкцій. Порівняльний аналіз показників нормативів теплоспоживання різних за призначенням будівель з іншими розвиненими країнами дозволить визначити резерви підвищення енергоефективності та економії ПЕР.

З метою зменшення споживання ПЕР створена державна програма з енергозбереження. Встановлені нові більш вибагливі нормативи щодо витрати теплової енергії для різних типів будівель. Впроваджуються різні державні та комерційні програми з термомодернізації існуючих будівель, де знаходяться основні резерви енергозбереження. Верховна Рада України в 2016 р. прийняла закон «Про енергетичну ефективність будівель» яким зобов'язала обов'язкову сертифікацію енергоефективності будівель.

Норма витрати це максимально допустиме споживання теплової енергії для забезпечення нормативного опалення, вентиляції та гарячого водопостачання на одного споживача в житлових будівлях, організаціях та установах. З метою можливості аналізу споживання ПЕР та підвищення відповідальності за економне використання теплової енергії розробляються відповідні норми. При їх розробці застосовуються різні методи, але найбільш поширеним є розрахунково-аналітичний метод. Даний метод базується на визначенні питомих норм споживання теплової енергії за статтями на основі прогресивних показників використання з урахуванням запланованих заходів з економії. Це дозволяє порівняти величини зміни споживання теплової енергії між нормативною за даних умов (базовою лінією) та прогресивною з урахуванням запропонованих методів енергозбереження

(МЕЗ). Фактичний рівень споживання теплової енергії є лише орієнтовним, адже зниження фактичного рівня споживання відносно базового відбувається, як правило, шляхом зниження нормативних (якісних та кількісних) показників комфорту (зниженням температури, відключенням від опалення другорядних приміщень, тощо). Для визначення питомих норм споживання теплової енергії основними вихідними даними є:

- технічна документація на будівлю;
- номінальні паспортні дані енергетичного та технологічного обладнання;
- санітарні норми, теплові характеристики приміщень;
- фактичне споживання енергоносіїв;
- організаційно-технічні заходи з енергозбереження.

Розрахунок норми витрати теплової енергії на опалення дозволяє не тільки визначити цифру для її порівняння, а і при розрахунку обчислити складові витрат, що в подальшому може слугувати вихідними даними для розробки МЕЗ та визначення їх важливості і актуальності. Крім того при виборі автономного опалення для побутових споживачів необхідно ґрунтуватися на певній розрахунковій величині теплового навантаження, що дозволить вибрати правильну потужність теплового обладнання. Також наявність норми витрати теплової енергії на опалення дозволяє визначити річне споживання теплової енергії, що в свою чергу дозволяє вибрати оптимальний вид ПЕР (природний газ, пілети, електроенергія, тощо) для отримання тепла.

Отже, аналіз отриманих норм питомої витрати теплової енергії на опалення приміщень дозволяє оцінити можливості енергозбереження, величини економії ПЕР, слугують вихідними даними для розробки МЕЗ, дозволяють вибрати оптимальний вид ПЕР для отримання тепла.

**О.І. Сіріков, канд. техн. наук., доц.,  
М.М. Козаков, магістр гр. ЕНМ-16М**  
Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

## **ВИКОРИСТАННЯ ЕФЕКТУ ПЕЛЬТЬЄ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ**

Підвищення енергоефективності та здобуття енергетичної незалежності залишається важливою задачею для України. Одним з енерговитратних секторів економіки є побутові споживачі і населення. Так, на побутові потреби і опалення в Україні щорічно витрачається біля 20 млрд. м<sup>3</sup> природного газу, левова частка якого іде на опалення. Вартість природного газу для населення та теплокомуненерго наближається до світових цін, що призводить до відчутних рахунків за природній газ та опалення для більшості сімей українців. Побутовий сектор має найбільший потенціал з підвищення енергоефективності та переходу на альтернативні джерела енергії.

Отримання тепла на опалення можливо шляхом використання різних видів палив але найбільш розповсюдженим в Україні залишається використання природного газу. Останнім часом намічається тенденція збільшення використання альтернативних видів палив (пілетів, брикетів, дров), але стрімко зростаючий попит випереджає швидкість зростання виробництва, що призводить до дефіциту та зниження якості альтернативних видів палив. Актуальною залишається і логістична проблема. Пряме використання електричної енергії на опалення хоча і має найменші капіталовкладення в обладнання, але має найбільшу вартість на одиницю отриманого тепла.

Одним з енергоефективних і екологічно чистих джерел тепла є використання теплових насосів, які мають найменшу вартість на одиницю отриманого тепла, випереджаючи використання органічних видів палив. В той же час, теплові

насоси мають найбільші капіталовкладення, що стримує їх широке впровадження в побуті. До того ж в певних випадках є технічні труднощі застосування теплових насосів з використанням в якості джерела тепла ґрунту або води. Найбільш зручним є використання в якості джерела тепла оточуючого повітря, тому такі теплові насоси отримали найбільше розповсюдження. Недоліком усіх типів компресорних теплових насосів невеликої потужності є складність їх створення і виробництва. Так, найменша потужність теплового насосу «повітря-повітря» складає 2,5 кВт, що достатньо для опалення 50 м<sup>2</sup> площі достатньо утепленого приміщення. Отже, при використанні компресорних теплових насосів для опалення приміщень меншої площі або більш утеплених приміщень відбувається недовикористання встановленої потужності, що призведе до погіршення техніко-економічних показників теплового насосу.

Наявність компресору з рухомими частинами в тепловому насосі обмежує їх надійність і термін експлуатації. Загустівання масла у компресорі під час морозів потребує особливого «холодного» старту. Регулювання потужності компресора в сучасних моделях теплових насосів здійснюється шляхом зміни швидкості обертання електродвигуна компресора з допомогою інвертора. Все це збільшує вартість та ускладнює конструкцію теплового насосу, що стримує їх широке застосування в якості джерела тепла.

Нами запропоновано використати ефект Пельтьє для створення теплових насосів малої потужності. Перевагою елементів Пельтьє є відсутність рухомих частин, що значно спрощує конструкцію та підвищує надійність теплового насосу, а керування теплопродуктивністю можливо шляхом регулювання струму крізь елементи з допомогою керованого випрямляча. Хоча ефект Пельтьє відомий вже давно, використання його для створення теплових насосів був обмежений занадто високою їх вартістю, що дозволяло їх використання лише у вузькоспеціальних пристроях. Здешевлення виробництва елементів Пельтьє, яке спостерігається останнім часом, робить їх використання в

теплових насосах конкурентоздатним. В той же час теплова ефективність елемента Пельтьє, що виражається коефіцієнтом перетворення теплоти – COP, сильно залежить від різниці температур між спаями і сили струму, та на думку деяких експертів не може перевищувати 1,5. Отже, дослідження теплоелектричних характеристик елементів Пельтьє є важливою науково-практичною задачею, що потребує вирішення.

**УДК 621.316.1: 313.322**

**А.Ю. Орлович, канд. техн. наук, проф.,  
В.В. Хандусь, магістрант**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

### **ВПЛИВ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ НА РЕЖИМ НАПРУГИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ**

Збільшення кількості розподілених джерел електричної енергії (РДЕ) викликає зростаючу зацікавленість в підвищенні рівня надійності локальних електричних систем (ЛЕС) в яких вони працюють. Також актуальними постають питання стійкості і оптимального розподілу струму в вітках таких ЛЕС [1 – 3].

РДЕ, які використовують відновлювальні джерела енергії (ВДЕ) такі, як сонце, вітер і т. ін., все ширше використовуються не лише в найбільш розвинених країнах світу таких, як США, Німеччина, Данія, та ін., а і в Україні. . Станом на 1 січня 2015 року в Україні встановлена потужність об'єктів відновлюваної енергетики, яким встановлено «зелений» тариф, становила 1462,2 МВт, з яких у 2014 році було введено 280,6 МВт. Різними розосередженими джерелами енергії у 2014 році вироблено 2,01 млрд. кВт·год. електроенергії, що на 32 % більше, ніж у 2013 році.

Дослідженнями доведено, що між 11 та 14 годинами дня генерування електричної енергії сонячним електричними станціями (СЕС) може перевищити максимальне

навантаження фідера, до якого підключена СЕС, викликаючи зворотний потік потужності від СЕС до центру живлення (ЦЖ) ЛЕС, а не так, як це було від ЦЖ ЛЕС до споживачів РЕМ.

Інколи, це призводить до понаднормового зростання напруги в кінці фідера, через який здійснюється живлення споживачів. Двонаправлені потоки електричної потужності в радіальних ЛЕП, різкі зміни напруги на шинах електричних підстанцій (ПС), швидка зміна режимів ЛЕС стають все більш поширеними в сучасних ЛЕС. Це потребує внесення комплексних змін у систему планування режимів ЛЕС і оперативного впливу на них. Розуміння цих проблем вимагає подальших досліджень динаміки процесів в ЛЕС під час генерування електричної енергії РДЕ, транспортування та споживання. Для цього потрібні більш детальні інженерні дослідження і нові методи математичного та комп'ютерного моделювання.

### Список літератури

1. Дьяконов В. Зеленая энергетика поможет соскочить с российской газовой иглы [Электронный Режим доступа:– С 1. – 27.03.2015. –ресурс] / Валерий Дьяконов // Экономические известия. <http://ekonomika.eizvestia.com/full/213-zelenaya-energetika-pomozhet-soskochit-s-rossijskoj-gazovoj-igly>.

2. Лежнюк, П. Д. Вплив інверторів СЕС на показники якості електричної енергії в ЛЕС / П. Д. Лежнюк, Рубаненко О. Є., І. О. Гунько // Вісник Хмельницького національного технічного університету. Серія: Технічні науки. – 2015. – №2. – С. 134-139

3. Патент України № 89096, МПК H02M 11/00 — Спосіб локального регулювання напруги при електропостачанні від потужної геліоустановки / Шестеренко В.Є., Балюта С.М., Софілканич В.В.; опубл. 10.04. 2014.

**Р.В. Телюта**, канд. техн. наук, доц.,

**О. А. Єсауленко**, магістр

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВИТРАТИ РЕСУРСУ ІЗОЛЯЦІЇ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА

В основу дослідження витрати ресурсу ізоляції асинхронного електродвигуна покладені закономірності теплового старіння ізоляції, зокрема, залежність швидкості теплового зношення ізоляції від температури:

$$\varepsilon = \varepsilon_n e^{B\left(\frac{1}{\theta_n} - \frac{1}{\theta}\right)},$$

де  $\varepsilon$  – швидкість теплового зношення ізоляції, базових годин за годину (бгод/год);

$\varepsilon_n$  – номінальна швидкість теплового зношення ізоляції, бгод/год;

$B$  – параметр ізоляції, К;

$\theta_n$  – абсолютна номінальна температура ізоляції, К;

$\theta$  – абсолютна фактична температура ізоляції К.

Використаємо коефіцієнт перетворення активної енергії в асинхронному електродвигуні:

$$k_{ne} = \frac{a + k^2}{a + 1},$$

Для аналізу витрати ресурсу ізоляції асинхронного електродвигуна використаємо коефіцієнт витрати ресурсу:

$$k_{ep} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_n},$$

А також знайдену його розрахункову формулу:

$$k_{ep} = e^{B\left(\frac{1}{\theta_n} - \frac{1}{k_{ne}\tau_n + \vartheta_{ep} + 273}\right)}.$$

Результати дослідження коефіцієнта витрати ресурсу у функції коефіцієнта завантаження та температури навколишнього середовища наведені на рис. 1.

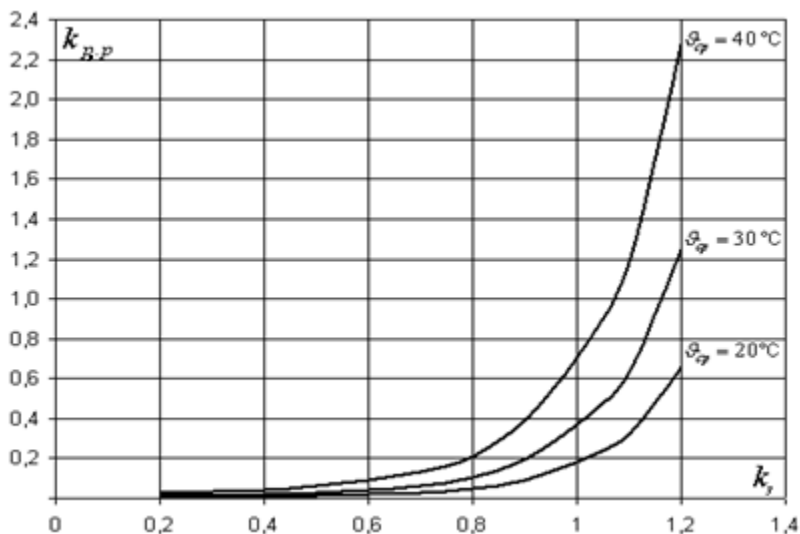


Рисунок 1. Залежність коефіцієнта витрати ресурсу електродвигуна від коефіцієнта завантаження та температури навколишнього середовища

Аналіз отриманих залежностей показує, що знаючи коефіцієнт завантаження електродвигуна та температуру навколишнього середовища, можливо створити систему діагностування теплового режиму роботи останнього за допомогою коефіцієнта витрати ресурсу.



**Р.В. Телюта**, канд. техн. наук, доц.,  
**В.П. Левченко**, магістр  
Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

### ДІАГНОСТУВАННЯ ВИТРАТИ РЕСУРСУ ІЗОЛЯЦІЇ ЗАГЛИБНОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА

Для обґрунтування критерію діагностування електродвигуна було записано вираз швидкості зносу ізоляції:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_n e^{B \left( \frac{1}{\theta_n} \frac{1}{\tau_y + t_{cp} + 273} \right)},$$

де  $\mathcal{E}_n$  – номінальна швидкість теплового зносу ізоляції, бгод/год;

$\theta_n$  – абсолютна номінальна температура ізоляції даного класу, К;

$B$  – показник, що характеризує ізоляцію даного класу, К.

Усталене перевищення температури ізоляції обмотки над температурою навколишнього середовища знаходилося за виразом:

$$\tau_y = \tau_n \frac{a + k^2}{a + 1},$$

де  $\tau_n$  – номінальне перевищення температури ізоляції, °С;

$k$  – кратність сили електричного струму по відношенню до номінального значення;

$a$  – коефіцієнт втрат.

Використаємо поняття коефіцієнтів втрат електроенергії  $k_n$  та витрати ресурсу ізоляції  $k_p$ :

$$k_n = \frac{a + k^2}{a + 1},$$

$$k_p = e^{B \left( \frac{1}{\theta_n} \frac{1}{\tau + t_{cp} + 273} \right)},$$

де  $\tau$  – поточне перевищення температури ізоляції, °С.

Останнє знаходилось наступним чином:

$$\tau = \tau_y \left( 1 - e^{-\frac{t}{T'}} \right) + \tau_{\text{поч}} e^{-\frac{t}{T'}}$$

де  $\tau_{\text{поч}}$  – початкове перевищення температури обмотки статора, °С.

Дослідження залежності  $k_n = f(k)$ ,  $k_p = f(k)$  наведені на рисунку 1 і 2.

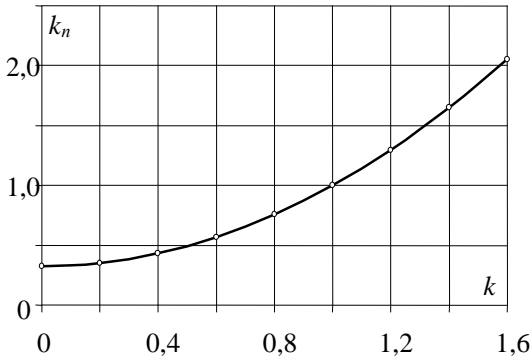


Рисунок 1. Залежність  $k_n = f(k)$  для заглибного електродвигуна

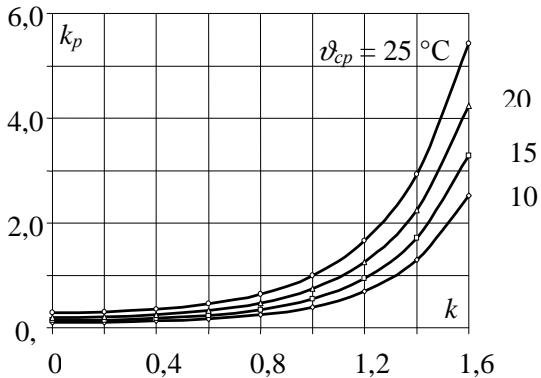


Рисунок 2. Залежність  $k_p = f(k)$  для заглибного електродвигуна

На основі графіків визначено, що значення нормального режиму перетворення електричної енергії і витрати ресурсу ізоляції в заглибному електродвигуні, знаходяться в межах від деякого значення до одиниці.

**С.М.Некраса, ст.,  
С.Б. Анедченко, ст.,**

**І.В. Савеленко, канд. техн. наук, ст. викл.**  
Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

### **КЕРУВАННЯ СИНХРОННИМ ДВИГУНОМ З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ БЕЗ ВИКОРИСТАННЯ ДАВАЧІВ ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ОБЕРТАННЯ РОТОРА**

В існуючих системах автоматичного керування електроприводами (ЕП) в якості давачів для визначення частоти обертання ротора застосовують тахогенератори, які мають значну похибку вимірювання на малих швидкостях і в динаміці, що впливає на якість керування.

Розроблення систем керування синхронних машин з постійними магнітами (СПДМ) без використання давачів вимірювання швидкості обертання ротора дозволяє більш точно визначити швидкості СДПМ, як на низьких та високих частотах обертання, а також під час перехідних (динамічних) режимів роботи двигуна [1].

За відсутності датчика положення найпростіше рішення - подати напругу на одну з фаз статора і дочекатися, поки ротор зорієнтується по полю [2]. Але, при розбіжності положення полюсів ротора і фази статора, ротор може прийняти невірне положення.

Так як в початковий момент пуску ротор знаходиться в нерухомому стані, проти е.р.с., яка дозволяє визначити його положення, дорівнює нулю. У загальновідомих методах визначення початкового положення ротора використовують спеціальний тестовий сигнал, який подається на статор машини і спеціальний алгоритм аналізу відгуку на нього.

Найчастіше використовують наступні методи визначення початкового положення ротора, такі як метод подачі сигналу

високої частоти, широтно-імпульсний метод та метод імпульсів струму.

Вірно визначити положення ротора можливо лише при застосуванні методу імпульсів струму [3], який є оптимальним для САК ЕП з СДПМ без датчиків контролю положення ротора.

За даним методом були проведені математичні перетворення та диференціювання системи диференційних рівнянь Парка-Горева, що описують СДПМ в рухомій системі координат  $d-q$  відносно поздовжньої складової струму. А результаті дослідження отримані електричні параметри двигуна для розрахунку динаміки поздовжньої складової струму. Знаючи складову вектору поздовжньої складової струму і значення вектору струму статора можна визначити значення кута вибігу ротора  $\theta$ .

Результати комп'ютерного моделювання роботи СДПМ в перехідних (динамічних) режимах роботи двигуна в Matlab Simulink показали, що графік перехідного процесу за швидкістю, який практично повністю збігається з графіком перехідного процесу комп'ютерної моделі.

За результатами проведеного дослідження можна зробити наступні висновки:

1. Покращення якості керування регульованого ЕП з СДПМ може бути досягнуте шляхом підвищення точності визначення швидкості обертання ротора за рахунок відмови від використання датчика швидкості обертання, що механічно пов'язаний з ротором СДПМ.

2. Застосування розробленого алгоритму дозволяє визначити швидкість обертання ротора що значно розширює діапазон і покращує якість регулювання.

### Список літератури

1. С. Г. Воронин. Некоторые схемы и алгоритмы векторного управления синхронными двигателями с возбуждением от постоянных магнитов / С. Г. Воронин, Д. А. Курносов, А. С. Кульмухаметова // Электротехника 2013 – №10 с. 50-54.

2. Савеленко І.В. Безконтактна система керування синхронним двигуном з постійними магнітами /І. В. Савеленко//Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем управління організаційно-технічними та технологічними комплексами», [Електронний ресурс] – К: НУХТ, 2014 р. – С. 86-87. — Режим доступу: <http://nuft.edu.ua/page/view/konferentsii>.

3. Jan Persson. Innovative standstill position detection combined with sensorless control of synchronous motors.- Lausanne, Switzerland.: École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), 2005.

**УДК 620.4+658.22**

**Н.Ю.Гарасьова, канд. техн. наук, доц.,  
Р.О.Маковійчук, магістр гр. ЕЕ-16М**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

### **ОЦІНКА ВПЛИВУ ЧАСТОТНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ**

Модернізація існуючих насосних станцій шляхом встановлення частотнорегульованного електроприводу (ЧРЕ) призводить до значної економії електроенергії та води. Але повне переоснащення системи з використанням спеціальних електродвигунів, що працюють разом з перетворювачами частоти, часто неможливо через велику вартість системи. В умовах складної економічної ситуації, частіше використовують для роботи з перетворювачами частоти асинхронні двигуни (АД), що вже встановлені на насосній станції та спеціально не спроектовані для роботи з перетворювачами частоти.

Відомо, що застосування перетворювачів частоти при роботі з асинхронними двигунами призводить до ряду

негативних факторів: виникають додаткові втрати від вищих гармонік напруги, знижається максимально допустимий момент двигуна через підвищений нагрів, з'являються пульсації моменту, знижується довговічність ізоляції, виникають підшипникові струми, знижується к.к.д. двигуна. Найчастіше вихід з ладу АД трапляється через пошкодження обмоток статора та відмову підшипникового вузла [1].

Крім того, проведені дослідження [2] підтверджують той факт, що алгоритм управління ЧРЕ також впливає на експлуатаційні характеристики електродвигунів. При векторному алгоритмі управління електродвигуном спостерігається менше збільшення віброшвидкості порівняно зі скалярним алгоритмом управління. Тобто при векторному алгоритмі управління збільшується період міжремонтної експлуатації.

Спостерігається вплив режимів роботи на знижених частотах на електродвигуни насосів та додаткові витрати електроенергії. Тобто частота живлячої напруги на виході перетворювача частоти впливає на рівень спотворень синусоїдальної форми кривої напруги живлячої мережі для двигунів загальнопромислового призначення. Існує нижня границя частоти, при якій спостерігається різке збільшення гармонічних спотворень і вона становить 30-40 Гц в залежності від типу електродвигуна. Має місце тенденція збільшення коефіцієнта спотворень при зниженні частоти. Зниження частоти призводить до росту гармонік. При цьому струмові гармоніки не виконують корисної роботи, збільшують втрати у проводах, витрачаються на нагрів. В цьому випадку обов'язкове застосування фільтрів, встановлення яких ще більше знижує к.к.д. установки через додаткові втрати.

Це означає, що потрібно таким чином будувати алгоритм управління роботою двигунів насосної станції з ЧРЕ, щоб не допускати суттєвого зниження частоти регульованого електроприводу. Тобто, більшу частину часу двигунам бажано працювати з номінальними параметрами, з допустимим регулюванням частоти у вузькому діапазоні.

Для насосної станції, що складається з чотирьох насосних агрегатів, досліджений алгоритм управління, який дозволяє отримати економічний режим роботи насосної станції та виключити експлуатацію двигунів при небажаних для них параметрах живлячої напруги. Для виключення суттєвих додаткових втрат, що виникають при використанні перетворювачів частоти, застосовується обмеження діапазону частотного регулювання. Обмеження на зниження частоти живлячої напруги встановлюється у межах 20 % від номінальної частоти.

### Список літератури

1. Діагностика асинхронних двигунів на основі аналізу сигналу споживаної потужності : монографія / М.В.Загірняк, Д.Г.Мамчур, А.П.Калінов, А.В.Чумакова – Кременчук: видавець ПП Щербатих О.В., 2013. – 208 с.

2. Лиходедов А.Д., Портнягин Н.Н. Моделирование векторного управления асинхронным электроприводом // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 1; URL: <http://www.scienceeducation.ru/107-8213> (дата обращения: 28.01.2013).

3. Н.Ю. Гарасьова, Т.В. Величко, С.І. Ставицький Аналіз впливу вибору параметрів насосних агрегатів з частотнорегульованим електроприводом на енергоефективність насосних станцій. Збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми енергоефективності та автоматизації в промисловості та сільському господарстві», 21-22 жовтня 2015 року. – С. 114-115.

**В.В. Зінзура, канд. техн. наук, доц.,  
А.О. Синяокий, студент**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

## **РЕГУЛЮВАННЯ НАПРУГИ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ НА ОСНОВІ МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ**

На сучасному етапі розвитку енергетики України особливо актуальним постає питання максимального зниження витрат на вирішення задач, пов'язаних з керуванням, оптимізацією і плануванням режимів роботи електричних мереж. В першу чергу, це пов'язано з підвищенням швидкодії і ефективності алгоритмів, що застосовуються в пристроях автоматизації енергосистем.

Поява нових методів обумовлена тим, що при експлуатації складних систем приходиться стикатись з одним і тим же рядом проблем, вирішення яких традиційними методами є неефективним. Одним із таких методів є апарат теорії нечітких множин, більш відомий як «нечітка логіка».

Нечітка логіка найбільш придатна для вирішення задач оцінки ситуації, керування і прийняття рішень в умовах невизначеності та ін. В зв'язку з цим передбачається перспективним застосування нечіткого керування в різних областях електроенергетики.

Однією із таких областей є застосування нечіткого регулювання напруги в розподільчих електричних мережах напругою 10-35 кВ. При цьому задачею регулювання є забезпечення напруги у споживачів в межах, регламентованих в [1].

Схема комп'ютерної імітаційної моделі енергосистеми, з допомогою якої було проведено дослідження процесу нечіткого регулювання напруги, зображена на рис. 1.



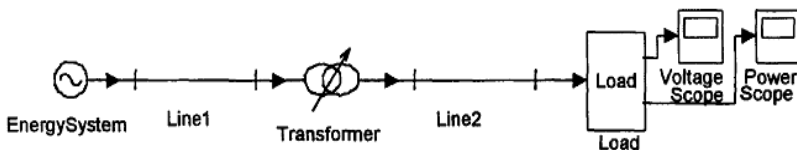


Рисунок 1. Комп'ютерна імітаційна модель енергосистеми

Для випадку енергосистеми, комп'ютерна модель якої зображена на рис. 1 (випадок регулювання напруги на шинах електроспоживачів) в якості нечіткого алгоритму було обрано алгоритм Мамдані [2], зважаючи на його відносну простоту програмування.

При поздовжньому регулюванні напруги на основі розробленої бази правил виявилось, що кількість перемикачів пристрою РПН силового трансформатора зменшилось на 20-25 %, що значно подовжує міжремонтний період та загальний термін експлуатації силового трансформатора з пристроєм РПН. Окрім того, регулятор став більш «інтелектуальним» - не відбувається спрацювань під час коротких замкнень, зменшується ймовірність «застрягання» перемикача в своїх крайніх положеннях, відбувається відпрацювання кількості перемикачів за день, що дозволяє задати граничну кількість перемикачів за добу. При цьому рівні усталеного відхилення напруги на шинах споживача залишаються в межах, регламентованих в [1].

### Список літератури

1. ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

2. Алгоритмы нечёткого вывода: алгоритм Мамдани и алгоритм Сугэно. // В. Дьяконов, В. Круглов. Математические пакеты расширения MATLAB. Специальный справочник. — Санкт-Петербург: Питер, 2001 — С. 307–309.

**В.Б. Бондаренко, асп.**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

## **ДІАГНОСТИКА ФЕРОМАГНІТНИХ МАТЕРІАЛІВ МЕТОДОМ ВИХРОВИХ СТРУМІВ**

**Вступ.** Метод вихорострумів дозволяє проводити неруйнівний контроль виробів з феромагнітних матеріалів. Проведено експериментальну перевірку впливу різних параметрів зразка конструкцій залізобетонних опор [1] на вихідні параметри вихоротокового давача в широкому діапазоні частот збудливого електромагнітного поля. Для визначення параметрів вихорострумів застосовували цифрові методи обробки, використовуючи апроксимацію миттєвих значень сигналу вихідної модельної функцією, параметри якої визначали за методом найменших квадратів. Це дозволило ефективно позбутися від перешкод і суттєво підвищити точність вимірювань. Отримані результати показали, що запропонована методика обробки результатів вимірювань забезпечує досить надійну побудову годографів.

**Постановка проблеми.** Тріщини в арматурі опор утворюються внаслідок періодичних вигинаючих деформацій під дією асиметричних атмосферних навантажень. Статистика показує, що наскрізні тріщини виникають переважно в місцях, прилеглих до поверхні фундаменту, а саме – на висоті від 0 до 1,5 м. Один з методів неруйнівного контролю металевих матеріалів - метод вихрових струмів, який дозволяє виявляти поверхневі і підповерхневі дефекти, визначати геометричні параметри дефектів, такі як тріщина та неоднорідність металевих армуючих стрижнів опор ЛЕП. Основна складність при реалізації даного методу полягає в тому, що він є багатопараметровий і варіація будь-якого параметра контрольованого зразка може призвести до зміни вихідного сигналу вимірювального давача.

**Розв'язання проблеми.** Тріщини під шаром бетону є недоступними для візуального зовнішнього огляду [2] тому в

якості перетворювача застосовували параметричний давач з розміром зони контролю 5x15 мм, який був включений в вимірювальний ланцюг (рис. 1)

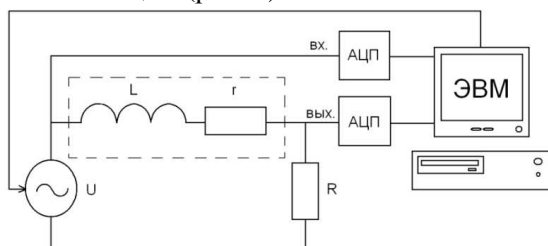


Рисунок 1. Схема вимірів

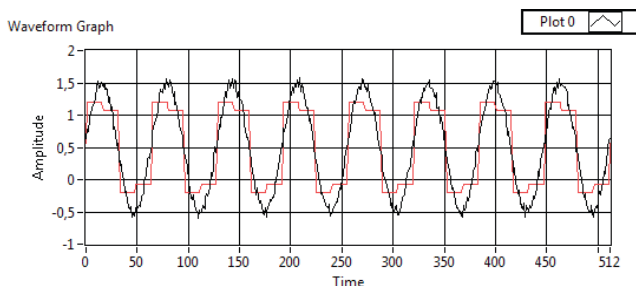


Рисунок 2. Апроксимація гармонійного сигналу

Вимірювання проводили на частотах: 100; 200; 400; 800 Гц; 1,6; 3,2 і 6,4 кГц. В ході експерименту синхронно реєстрували миттєві значення вхідного і вихідного сигналів з допомогою 12-розрядних аналого-цифрових перетворювачів з частотою вибірки 44100 Гц протягом 1 секунди для кожної частоти (рис. 2).

### Висновки

1. Отримані результати показують досить надійну побудову годографів. Це робить її перспективною для проведення багатопараметричного контролю арматури залізобетонних опор ЛЕП безпосередньо в умовах експлуатації та уникнути виникнення аварійних ситуацій.

### Список літератури

1. Гунгер Ю.Р., Чернев В.Т. Диагностика опор и фундаментов воздушных линий электропередачи. Современные методы оценки // – Новости электротехники, № 2. – 2006. – С. 134-136.
2. Александров В.Н. и др. Индукционный датчик дефекта арматуры железобетонных конструкций // материалы науч.-технич. конференции «Датчик 2000». М.: МГИЭМ.-2000.- с. 85-86.

**УДК 621.313**

**А.О. Микитюк, магістр гр. ЕЕ-16М,  
І.О. Переверзєв, канд. техн. наук, доц.**  
Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

### **ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ФАЗОПОВОРОТНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ ДЛЯ РОБОТИ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ**

Відповідність якості електричної енергії до встановлених у нормативних документах допустимих значень є основною умовою електромагнітної сумісності та надійного функціонування електротехнічного обладнання. Водночас одним із проявів сучасного розвитку світової економіки є збільшення енергоспоживання у промисловому та побутовому секторі. За цих обставин питання раціонального використання енергетичних ресурсів не перестає бути актуальним. Одним із методів раціонального використання енергетичних ресурсів є впровадження інтелектуальних мереж.

Одним із засобів, що створюють основу для практичної реалізації інтелектуальної мережі, є розвиток і впровадження в енергосистему технології гнучких (керованих) систем електропередач змінного струму - FACTS (Flexible Alternative Current Transmission Systems). Технологія FACTS має на увазі використання в складі енергосистеми керованих пристроїв силової електроніки з метою впливу на режими роботи ліній електропередачі[1]. Поряд з безліччю пристроїв технології

FACTS, фазоповоротні пристрої (ФПП) є одними з перспективних пристроїв, здатних здійснювати керований вплив на режими роботи лінії електропередачі. Відзначимо, що в експлуатованих в даний час ФПП, керування режимами роботи здійснюється за допомогою механічних перемикачів, що погіршує надійність і швидкодію ФПП в цілому[2]. Реалізація ФПП з механічними комутаторами ускладнює їх інтеграцію до складу інтелектуальної мережі. Установка комутаторів на основі напівпровідникових приладів силової електроніки дозволяє вирішити цю проблему.

Принцип дії ФПП полягає в створенні додаткової комплексної добавки напруги в місці його установки в складі енергосистеми. Інтеграція ФПП до складу інтелектуальної мережі мають на увазі автоматичне і своєчасне регулювання параметрів добавки напруги ФПП з метою встановлення, чи підтримки необхідного режиму роботи. Реалізації подібних функцій має на увазі формування відповідних управляючих впливів на ФПП за допомогою інтелектуальних систем керування (СК) ФПП при зміні параметрів режиму лінії електропередачі. Таким чином, застосування СК ФПП, є необхідною умовою для використання ФПП в складі інтелектуальної мережі.

Отже, застосування новітніх СК ФПП інтелектуальної мережі дозволить: підвищити надійність електропостачання споживачів, підвищити ефективність використання електроенергії, знизити загальну вартість доставки електроенергії, збільшити стабільність і якість подачі електроенергії, збільшити гнучкість подачі живлення і багато іншого.

### **Список літератури**

1. Кочкин В.И., Шакарян Ю.Г. Применение гибких (управляемых) систем электропередачи переменного тока в энергосистемах – Москва: Торус–пресс, 2011.
2. Яндутьський О. С. Підвищення якості роботи енергосистем засобами систем гнучких передач змінного струму / О. С. Яндутьський, В. В. Мацейко. // Вісник чернігівського державного технологічного університету. – 2013. – С.

21.314.21

**К.Г. Петрова, канд.техн.наук, ст. викл.,  
О.С. Гвоздик, ст. гр. ЕЕ-16 М**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

**ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ  
ТЕХНІЧНОГО СТАНУ РОЗПОДІЛЬЧИХ  
ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ  
ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ  
ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ**

В умовах структурних зрушень на роздрібному ринку, перманентного зростання обсягів електроспоживання, зношеності основних фондів особливої актуальності набуває перспективний розвиток розподільних електричних мереж України, оцінювання їх поточного стану та пошук можливостей продовження термінів їх експлуатації.

Останнім часом в зв'язку з поглибленням приватизаційних процесів у сфері розподілу електричної енергії та обмеженості обсягів фінансування енергетичної галузі спостерігається тенденція послідовного переходу від системи планово-попереджувальних ремонтів до ремонтів за поточним технічним станом електроустаткування. Відповідно до Закону України «Про електроенергетику» розвиток електричних мереж повинні забезпечувати електропередавальні організації, кожна з яких працює на визначеній території й має в своєму підпорядкуванні визначену кількість електричних мереж.

А отже, на сьогодні найефективнішим засобом підвищення ефективності функціонування систем електропостачання є впровадження систем моніторингу технічного стану розподільчих електричних мереж. Отримана від системи моніторингу інформація надає можливість швидко виявляти пошкоджені елементи для виконання ремонтних робіт з метою відновлення нормального режиму роботи електричних мереж у разі виникнення аварії.

Оцінювання поточного технічного стану дає спрогнозувати термін наступного ремонту обладнання, підвищити надійність його роботи, зменшити збитки від

неповідпуску електричної енергії, суттєво скоротити витрати на ремонт та відновлення працездатності, витрати на обслуговування та експлуатацію електрообладнання.

На сьогодні аварійність в розподільчих електричних мережах найбільше залежить від частоти природних стихійних явищ та складних погодних умов, рідше пов'язане з несанкціонованим втручанням в роботу електрообладнання.

В роботі розглянуто аналіз сучасного стану систем оцінювання технічного стану обладнання електричних мереж, виявлено найхарактерніші дефекти елементів повітряних ліній, розглянуто методи їх усунення. Запропоновано систему моніторингу технічного стану розподільчих електричних мереж, подано результати впровадження системи моніторингу технічного стану розподільчих електричних мереж. Визначена економічна ефективність впровадження системи моніторингу технічного стану розподільчих електричних мереж.

### **Список літератури**

1. Кириленко О.В. Визначення місць пошкоджень на лініях електропередачі з використанням штучних нейронних мереж / О.В.Кириленко, І.В. Блінов //Наукові праці ДонНТУ: Електротехніка і енергетика. –2008. - Вип.8 (140). – С.8-12.

2. Пазій В.Г. Аналіз проблем діагностики технічного стану та моніторингу режимів розподільчих електричних мереж / В.Г. Пазій, О.О. Мірошник // Науковий вісник ТДАТУ. – 2007. – Вип.7, т.1 - С.187-195.

3. Лежнюк П. Д. Оперативне діагностування високовольтного обладнання в задачах оптимального керування режимами електроенергетичних систем / П. Д. Лежнюк, О. Є. Рубаненко, О.В. Нікіторович// Технічна електродинаміка. – 2012. – № 3. – С. 35 - 36.

4. Оцінка технічного стану повітряних ліній електропередавання напругою від 35 до 750 кВ: методичні вказівки у двох частинах: СОУ-Н ЕЕ 20.571:2007. – Офіц. вид. – К.: ГРІФРЕ: М-во палива та енергетики України, 2007. (Нормативний документ Мінпаливенерго України. Методичні вказівки).

## **ВПРОВАДЖЕННЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ З ДОСЛІДЖЕННЯМ ЙОГО ВПЛИВУ НА ЯКІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ**

Однією з найбільш гострих проблем, що існують на сьогодні в Україні є питання стабільного енергозабезпечення і, як наслідок, виникає проблема заощадження енергоносіїв. Кризовий стан в паливно-енергетичному комплексі ставить перед побутовими споживачами та промисловими підприємствами практично безальтернативний вибір – підвищення рівня ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів й головним чином електричної енергії.

Енергозбереження є найдешевим та безпечним способом збільшення енергогенеруючих потужностей, так як затрати на економію кіловату потужності менші приблизно в 4-5 разів, ніж вартість нового кіловату. Основні втрати (до 90 %) припадають на сферу енергоспоживання, в якій повинні бути сконцентровані основні зусилля зі збереження електроенергії. Так як, електроприводи споживають приблизно до 70 % електроенергії, що виробляється, найбільш суттєва економія може бути досягнута шляхом впровадження регульованих електроприводів для управління технологічними процесами, що в поєднанні з можливостями автоматизації може забезпечити оптимальне використання електроенергії та інших ресурсів.

В зв'язку з тим, що серед регульованих електроприводів домінуючі позиції займають частотно-регульовані асинхронні електроприводи, розглядається саме їх масове застосування.

В результаті порівнянь було визначено, що найефективним є впровадження ЧРЕП для тих навантажень, механічна характеристика яких описується рівнянням



квадратичної параболи, а отже, споживана потужність пропорційна кубу швидкості обертання. Тобто, навіть незначне зниження швидкості електропривода може дати значну економію електричної енергії. Теоретично для такого типу навантаження зниження швидкості на 10 % дає 30 % економію потужності. До такого типу навантажень відносяться відцентрові насоси та вентилятори. Використання частотно-регульованого електроприводу (ЧРЕП), разом з обслуговуванням технологічного процесу, часто дає можливість раціонального розв'язку енергетичних задач. Проте, його застосування призводить до генерування ним вищих гармонічних складових та спотворення синусоїдальної форми напруги та струму. Джерелом генерування вищих гармонік є силова частина регульованого електропривода. Тому, застосування ЧРЕП вимагає використання додаткових методів та засобів зниження рівнів ВГ.

Підсумовуючи вищесказане, можна зробити висновок, що на сучасному етапі розвитку електроенергетики впровадження ЧРЕП та проблема його впливу на якість електроенергії є досить актуальною, а її вирішення залежить від багатьох факторів, в тому числі від правильного вибору технічних засобів забезпечення якості електричної енергії.

### **Список літератури**

1. Ключев В. И. Теория электропривода: Учеб. для вузов — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1988.

2. Deregeltete Asynchronantriebe — eine Moeglichkeit zur Energiespa-rung / I. Braslavsky, Z. Ishmatov, S. Shilin, W. Haehle. Beitrage fuer Lehre und Forschung. Heft 1/98.— Leipzig: Hochschule Technik, Wirtschaft, Kultur 1998.

3. Электропривод и автоматизация промышленных установок как средство энергосбережения / И.А.Авербах, Е.И.Барац, И.Я.Браславский, З.Ш. Ишматов. — Екатеринбург: Свердловгосэнергонадзор, 2002. — 28 с.

4. Braslavsky I. Energy saving in electric drive // Proceeding of the 5-th international conference on unconventional and electrical systems. — Vol. 2. — Szczecin, 2001.

УДК 620.179.14

**С.В. Серебренніков, канд. техн. наук, проф.,  
А.Г. Бабенко, студент,  
В.Б. Бондаренко, асп.**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ВИХОРОСТРУМОВОГО КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТИКИ ОСЕРДЬ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ**

Проблема доремонтної діагностики силових трансформаторів є вельми актуальною, оскільки температурний відпал електротехнічної сталі призводить до зниження магнітної індукції, зростання втрат в сталі внаслідок руйнування міжлистової ізоляції та механічних пошкоджень.

Оцінка фактичного стану силового електроустаткування за наслідками діагностичних вимірювань є на сьогоднішній день складним завданням. Значна його частина виробила свій ресурс, але продовжує експлуатуватися через нестачу фінансових коштів на його заміну. Відповідно з кожним роком зростають витрати на проведення комплексних обстежень та діагностики. Трансформатори з дефектами в активній частині можуть нормально експлуатуватися ще протягом багатьох років, хоча в місці дефекту йдуть процеси розвитку нагріву і часткових розрядів в ізоляції. При подальшій експлуатації, а також у разі наступного К.З., вже вірогідний аварійний вихід з ладу трансформатора з важкими наслідками.

Використання системи моніторингу, що забезпечує постійний контроль основних параметрів трансформаторів в процесі експлуатації, за ефективністю в багато разів перевершує метод аварійних і планово-запобіжних ремонтів у плані зниження загальної кількості аварій трансформаторного устаткування та зменшення підсумкового збитку. Це пояснюється тим, що час реакції системи моніторингу на зміну технічного стану трансформатора не перевищує значення від хвилин до однієї години. Завдяки цьому є можливість надійно запобігти тим аваріям, «інкубаційний» час яких більше або рівний вказаному інтервалу часу. Причому

відключення устаткування може бути виконане в автоматичному режимі, що в багато разів знижує збиток від виникаючої аварійної ситуації. Використання моніторингу на 50 - 80 % знижує кількість аварій, що відбуваються з трансформаторним устаткуванням.

В роботі виконано аналіз сучасного стану діагностування силових трансформаторів, визначений набір інформативних параметрів; проведено моделювання взаємодії прямокутного вихрострумowego перетворювача з вертикально-шаровими середовищами [1]. Отримано аналітичні вирази, що встановлюють функціональний зв'язок еквівалентної провідності  $\sigma^i$  з провідностями та товщинами окремих шарів шихтованого осердя. Результати розрахунку модуляційних характеристик  $\sigma$  довели можливість вирішення зворотної задачі по визначенню електричних і геометричних параметрів шарів.

Кардинальним шляхом зниження об'ємів і вартості технічного обслуговування електроустаткування є перехід від жорсткої регламентації ремонтного циклу до обслуговування за фактичним технічним станом обладнання. При переході до системи ремонтів за технічним станом якісно змінюються вимоги до системи діагностування електроустаткування, при яких головним завданням діагностування стає прогноз технічного стану на тривалий період.

Розроблено математичну модель для економічної оцінки технічних заходів з підвищення ефективності функціонування системи електропостачання; виконано аналіз результатів впровадження системи моніторингу на підстанції. Проведено розрахунки економічної ефективності впровадження системи моніторингу силових трансформаторів. З результатів розрахунків експлуатаційних витрат, величини економічної ефективності та орієнтовного періоду окупності, який склав близько 3 років, видно, що впровадження запропонованих в роботі заходів є економічно доцільними.

### Список літератури

1. Серебренников С.В., Хандецкий В.С. Расчет эквивалентной проводимости вертикальнослоистой среды в поле прямоугольного вихретокового преобразователя // Дефектоскопия. – 1992. – №4. – С 44-55.

**С.В. Серебренніков, канд. техн. наук, проф.,  
О.Ю. Теслов, студ.,  
С.С. Чернов, студ.**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВИРІВНЮВАННЯ ГРФІКІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ СПОЖИВАЧІВ**

Економія однієї тонни умовного палива обходиться у 2,5 – 3 рази дешевше, ніж видобуток первинних ПЕР, що робить економію вторинним джерелом енергії.

Відповідно до Енергетичної стратегії України до 2030 року пріоритетний напрямок в розвитку енергетики віддають енергозбереженню, оскільки невикористаний потенціал енергозбереження в Україні сягає (40–45)% від сучасного електроспоживання.

Генеруюче устаткування найекономічніше використовується при рівномірному графіку електронавантаження (ГЕН), натомість споживаюче електроенергію устаткування працює по вільному графіку електроспоживання, який є нерівномірним (електричне навантаження змінюється в межах від  $P_{\min}$  до  $P_{\max}$ , причому  $P_{\min} \ll P_{\max}$ ). Тому завдання раціонального покриття змінної частини графіків електричного навантаження електроенергетичної системи (ЕЕС) є однією з важливіших проблем електроенергетики.

Під час передачі електричної енергії побутовим споживачам загальні втрати в мережах 0,4 кВ складають близько 30 %, що обумовлено нерівномірністю споживання електричної потужності у часі, а також несиметрією навантаження в різних фазах мережі. Разом з тим, за останні десять років спостерігається стійке зростання корисного відпуску електричної енергії і потужності населенню - з 19 % від загального споживання у 2007 р. до 31 % у 2017 році [1].

Розробка та впровадження методів та заходів з вирівнювання ГЕН та симетрування режимів споживання електричної енергії за рахунок побутових споживачів-

регуляторів (СР) дозволяє отримати вагому альтернативу експлуатації блоків теплових електричних станцій у маневрених режимах, розвантаженню атомних електростанцій та ін. для підтримання балансу потужності в ЕЕС [2].

У роботі вирішена задача підвищення енергоефективності режимів роботи розподільчих мереж систем електропостачання у побутовому секторі за рахунок розроблених методів вирівнювання ГЕН та симетрування режимів споживання електричної енергії за фазами системи у побуті за рахунок ресурсу побутових споживачів-регуляторів.

Проведений аналіз сучасних методів та засобів підвищення енергоефективності режимів роботи систем електропостачання побутових споживачів, на основі якого зроблено висновок, що найбільш ефективними з них є методи активного керування кінцевими споживачами для можливості активного впливу на рівень втрат електричної енергії. На основі аналізу існуючих методів вирівнювання ГЕН визначено, що найбільш ефективним з них для умов споживання побутового сектору є пріоритетно-кроковий метод, пристосований до умов побуту. На основі цього отримана можливість управління споживачами-регуляторами в цьому секторі.

Удосконалений метод керування при несиметричних режимах систем електроспоживання побутового сектору за рахунок ресурсу побутових СР дає можливість в режимі реального часу рівномірно розподілити споживання за фазами системи електропостачання.

Розроблено методику визначення плати за послуги регулювання побутовим споживачам-регуляторам.

### **Список літератури**

1. Черкашина Г.И. Новый подход к классификации потребителей электрической энергии / А.П. Лазуренко, Г.И. Черкашина, Д.С. Лисичкина // Світлотехніка та електроенергетика. – Харків: ХНАМГ. – 2008 р. – №1. – С. 76 – 80.
2. Серебрєнников Б.С. Управление режимом электроспоживання промислових підприємств з використанням технологічного ресурсу // Електротехніка та електроенергетика. – 2013. – №1. С. 70 – 76

**А.П. Свірідов, канд. техн. наук, доц.,**

**Т.В. Величко, ст.викл.,**

**І.А. Козирєв, магістр**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

## **ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ ТА ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ДАЛЬНІХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ З РІЗНИМИ СХЕМАМИ ВИКОНАННЯ**

Дальня електропередача (ДЕП) - це електропередача надвисокої напруги (НВН - 500, 750 кВ) і ультрависокої напруги (УВН - 1000, 1150 кВ), що забезпечує передачу електроенергії на далекі відстані і виконує функції міжсистемного зв'язку на рівні об'єднаної енергосистеми (ОЕС) і національної єдиної енергосистеми (СЕС).

Спорудження нових ліній електропередачі НВН і УВН вимагає колосальних капіталовкладень, що може бути доступно країнам з динамічною розвиваючою економікою (США, Китай, Бразилія). Тому в даний час країни Євросоюзу і взаємодіючи з ним країни активно ведуть дослідження і розробки в галузі вдосконалення тих ДЕП, що існують. Створюються новітні технології передачі та розподілу електроенергії з метою поліпшення їх як технічних, так і економічних показників, а також зниження екологічного впливу електропередачі високої і надвисокої напруги на навколишнє середовище.

Період модернізації ДЕП характеризується інтенсивними дослідженнями пристроїв типу FACTS (гнучких систем передачі енергії змінним струмом). До пристроїв типу FACTS відносяться керовані шунтуючі реактори; статичні компенсатори тиристорів реактивній потужності; керовані пристрої подовжньої компенсації; керовані фазоповоротні пристрої; статичні компенсатори реактивній потужності; послідовний регулятор потужності, об'єднаний регулятор потоків потужності, вставки і лінії електропередачі постійного струму.

З метою підвищення пропускної спроможності дальньої електропередачі використовують компенсацію її параметрів або настроювання на заданий режим хвилі струму (напруги) (звідси терміни - «компенсовані» або «настроєні» ДЕП).

У роботі наведено аналіз різних схем виконання ДЕП, розглянуті схеми з пропускною спроможністю на рівні натуральної потужності ( $P_{\text{нат}}$ ) і з підвищеною пропускною спроможністю  $P > P_{\text{нат}}$ . До розгляду були прийняті дві лінії 750 кВ, протяжністю 600 і 1100 км. Обмеженнями на пропускну здатність протяжних ліній є статична стійкість і режим напруги вздовж лінії. Хвильова довжина першої лінії дорівнює  $36,2^\circ$  і проблеми зі статичною стійкістю тут не очікується. Проблема для даної лінії виникає з підвищенням напруги в кінці лінії при холостому ході. Установка в кінці лінії керованого ректора потужністю 700 Мвар забезпечує в середині лінії напругу рівну допустимій ( $U_{300}=787,4$  кВ). У режимі передачі натуральної потужності напруга уздовж лінії знаходиться в допустимих межах, кут  $\delta_{\text{л}}$  дорівнює  $38,5^\circ$ , так що коефіцієнт запасу по статичній стійкості забезпечений. В режимі передачі натуральної потужності практично відсутні перетікання реактивної потужності. Друга лінія (1100 км) не працездатна з умов забезпечення статичної стійкості ( $\delta_{\text{л}}=66,33^\circ$ ) та недопустимому підвищенню напруги на відкритому кінці лінії в режимі холостого ходу ( $U_2=1862,5$  кВ). Для забезпечення працездатності даної лінії необхідно втручання в її параметри. Встановленням на лінії трьох реакторів ( $Y_{P1}=-j0,4$ ;  $Y_{P2}=-j0,1$ ;  $Y_{P3}=-j0,23$ ) забезпечується допустимі рівні напруги тільки на передачу активної потужності всього  $0,5P_{\text{нат}}$ .

Були розглянуті схеми з поздовжньою ємнісною компенсацією, з двома і чотирма пунктами установки конденсаторів (ППК). При двох ППК на лінії пропускну здатність складає  $0,9P_{\text{нат}}$ . Спорудження чотирьох пунктів ППК для даної лінії дозволяє форсувати передачу потужності до  $1,35P_{\text{нат}}$ , кут компенсації  $\delta_{\text{л}}=35,15^\circ$ . Схема з поздовжньо-поперечною компенсацією забезпечує пропускну здатність на рівні  $1,0P_{\text{нат}}$ , кут компенсації дорівнює  $36^\circ$ . Керовані пристрої

компенсації розміщенні в середині лінії. Максимальна напруга на лінії дорівнює  $1,039U_{ном}$ , що менше допустимої.

Проведенні дослідження різних схем компенсації лінії 1100 км дозволяють забезпечити пропускну здатність (0,9-1,35) Рнат та статичну стійкість при куті компенсації  $\delta_n=(35-36^\circ)$ .

### **Список літератури**

1. Ю.П.Рыжов. Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения / Учебник для вузов. - Изд. дом МЭИ, 2007. - 488 с.: ил.

2. В.Н.Сулейманов, Т.Л.Кацадзе. Электрические сети и системы / Учеб. – К.:НТУУ «КПІ», 2007.-504с.

**УДК 621.316.1.05**

**А.П. Свірідов, канд. техн. наук, доц.,**

**Т.В. Величко, ст.викл.**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

### **ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ НЕОДНОРІДНОЇ ЗАМКНУТОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ**

Однією з основних причин неоптимальності режимів електроенергетичної системи (ЕЕС) і, відповідно, додаткових втрат електроенергії, є неоднорідність її параметрів. Неоднорідність ЕЕС призводить також до інших негативних явищ: зниженню якості електроенергії, додаткового завантаження ліній електропередачі (ЛЕП) розподільчих електромереж, а також зниження пропускну здатності системи в цілому.

Неоднорідність є конструктивним параметром ЕЕС, тому негативно впливає на її режими протягом часу функціонування системи. Зниження ступеня неоднорідності ЕЕС досягається за рахунок впровадження установок поздовжньої компенсації (КПК), реакторів або зміни конструкції ЛЕП, що вимагає значних капітальних витрат.



Зменшити додаткові втрати потужності та електроенергії в ЕЕС, викликані її неоднорідністю, можливо шляхом регулювання напруги в вузлах ЕС, або введення в контури зрівняльних ЕРС. При такій постановці завдання, керованими змінними є контурні ЕРС, які необхідно ввести за рахунок зміни коефіцієнтів трансформації трансформаторів для реалізації оптимального струморозподілення.

В роботі досліджувалися схеми неоднорідної замкненої мережі 150 кВ з різною ступеню неоднорідності. Задача оптимізації сформульована як задача нелінійного програмування, з обмеженнями у вигляді рівності. Для двох замкнених неоднорідних мереж 330/150 кВ проводився направлений пошук оптимальних коефіцієнтів трансформації автотрансформаторів зв'язку. Схема неоднорідної замкненої мережі включає в себе дві лінії (Л1-330 кВ, Л2-150 кВ) та дві підстанції 330/150 кВ з автотрансформаторами зв'язку АТ1 та АТ2. Навантаження було задано на шинах підстанції 2.

Для неоднорідної замкнутої електричної мережі визначалися оптимальні коефіцієнти трансформації автотрансформаторів та умови розмикання контуру на шинах підстанції 2 для зниження втрат активної потужності в мережі. Оптимізаційні розрахунки проводилися при номінальних коефіцієнтах трансформації автотрансформаторів зв'язку АТ1 та АТ2 ( $K_{т.ном}=330/158=2,089$ ), в початковому режимі втрати активної потужності дорівнюють 17,262 МВт. Цільонаправленою зміною коефіцієнтів трансформації автотрансформаторів зв'язку можна знизити втрати активної потужності. Для замкнутою мережі мінімум втрат активної потужності при допустимих напругах має місце при  $K_{тАТ1}=2,22$  та  $K_{тАТ2}=2,089$  ( $\Delta P=13,282$  МВт). За рахунок зміни коефіцієнта трансформації автотрансформатора зниження втрат складає  $\Delta \Delta P=4$  МВт.

Приведений аналіз режимів розімкненої схеми даної мережі При врівноважених коефіцієнтах трансформації ( $K_{тАТ1}=2,089$ ,  $K_{тАТ2}=2,089$ ) втрати потужності дорівнюють  $\Delta P=9,037$  МВт. Для розімкненої схеми маємо мінімальні втрати активної потужності  $\Delta P=7,376$  МВт. Розімкнення

досліджувальної мережі та оптимізація коефіцієнтів трансформації привели до зниження втрат потужності на величину  $\Delta P=9,89$  МВт.

Розрахунки режимів повної замкнутої схеми з урахуванням установки поздовжньої ємності в лінії ЛЛ привели до зниження втрат активної потужності в мережі на 2,7 МВт, напруга у вузлах мережі знаходилася в допустимих межах.

### **Список літератури**

1. Романюк Ю.Ф. Електричні системи та мережі. Навч. посібник. – К.: Знання, 2007.-292с.

2. В.Н.Сулейманов, Т.Л.Кацадзе. Электрические сети и системы / Учеб. – К.:НТУУ «КПІ», 2007.-504с.

3. Лежнюк П. Д. Реализация контроля и управления функционированием трансформаторов в электроэнергетических системах / П. Д. Лежнюк, К. И. Кравцов // Весник Винницького політехнічного інститута. – 2010. – №6. – С. 84 – 86.

**УДК 621.316**

**П. Г. Плешков, канд. техн. наук., проф.,  
К. О. Харченко, магістр.**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

### **ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ СПОЖИВАЧІВ З МЕТОЮ ВИРІВНЮВАННЯ ДОБОВОГО ГРАФІКУ НАВАНТАЖЕННЯ**

Ефективність функціонування енергетики і ефективність енерговикористання, залежать від технічних чинників, основними серед яких є: структура і якісний склад генеруючої потужностей, збалансованість попиту і пропозицій на

електричну енергію (ел.ен.) і потужність у будь-який момент часу, стан електричних мереж.

Однією з найважливіших проблем електроенергетики України є проблема підтримки балансу між попитом і пропозицією на ел. ен. і потужність. Проблема викликана нерівномірністю електроспоживання. При регулюванні електроспоживання використовують графіки, отримані дискретним осередненням безперервного графіка  $P(t)$  на послідовних інтервалах часу  $\Delta t = \frac{T}{M}$ , тобто ступінчасті функції виду[1]:

$$P_{\Delta t}(t_k) = \frac{1}{\Delta t} \int_{t_k}^{t_k + \Delta t} P(t) dt; \\ (k + 1)\Delta t \leq t_k \leq k\Delta t, \quad k = 1, 2, 3, \dots, M \quad (1)$$

де  $M$  - число інтервалів усереднення.

Нерівномірність електроспоживання визначається структурою і режимами роботи споживачів. Режими роботи споживачів обумовлюються технологіями, соціальними умовами і обмеженнями. Підсумовування великої кількості навантажень, різних по характеру споживачів, формує графік енергоспоживання системи. Сумарна нерівномірність електроспоживання достатньо повно описується добовим споживанням ел. ен., ранішнім і вечірнім максимумами, нічним і денним мінімумами і швидкостями зміни при переході від мінімальних до максимальних значень і навпаки, при чому коливання між максимальним та мінімальним значеннями потужності досягає 15...30%.

Основними показниками режиму електроспоживання є: кількість спожитої активної ел.ен., максимальне значення середньої активної та реактивної потужностей підприємства за півгодинний інтервал часу, зареєстрований в часи максимального навантаження енергосистеми, середнє значення потужності підприємства, показники якості ел.ен. на межі розподілу балансової належності електричних мереж.

При експлуатації підприємств споживання електроенергії і її витрати в системі електропостачання визначаються за лічильниками і розрахунковим шляхом. Кількість спожитої

ел.ен.  $W_a$  за час  $t$  при відомому графіку  $P(t)$  електроприймача визначають за відомою формулою:  $W_a(t) = \int_0^t P(t) dt$  (2).

Втрати ел.ен. в мережах підприємства при відомих значеннях ел.ен., отриманої від енергосистеми  $W_{an}(t)$ , визначають за формулою:  $\Delta W_a(t) = W_{an}(t) - W_{au}(t)$  (3). Основна розрахункова формула втрат на ділянках мережі за час  $T$  [2]:

$$\Delta W_{aT} = R \int_0^T I^2(t) dt = I_{ck}^2 RT, \quad 0 \leq t \leq T, \quad (4)$$

де  $R$  – активний опір мережі;  $I(t)$  – його струмове навантаження, А;

$$I_{ck} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T I^2(t) dt} \quad (5) \text{ середньоквадратичний струм.}$$

Вирівнювання графіків електронавантаження сприяє підтриманню балансу ел.ен., скороченню кількості маневрових електростанцій, заощадженню паливно-енергетичних ресурсів, зменшенню втрат ел.ен. та підвищенню її якості тощо. Тому вельми актуальним є дослідження методів і засобів цілеспрямованого регулювання режиму електроспоживання на всіх рівнях електроенергетичної системи.

### Список літератури

1. Праховник А.В. Управління енерговикористанням: проблеми, завдання та методи вирішення/ А.В. Праховник //Управління енерговикористанням: зб.доп./за заг. ред. А.В. Праховника.-К.:Альянс за збереження енергії, 2001.-С.169-190.
2. Шкрабець Ф.П., Плешков П.Г. Основи електропостачання, Навчальний посібник.- К.:Кіровоградський Національний технічний університет, 2009.-495с.

**І.О. Переверзєв, канд. техн. наук, доц.,**  
**М.О. Луценко, магістр гр. ЕЕ-16М**  
Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

**РОЗРАХУНОК ЕКВІВАЛЕНТНОГО ОПОРУ ЛЕП  
НОМІНАЛЬНОЇ НАПРУГИ 0.38 кВ ЗА  
УЗАГАЛЬНЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ**

Пряме застосування алгоритмів для розрахунку еквівалентного опору ЛЕП номінальної напруги 0,38 кВ є неможливим через те, що для середньої ЛЕП не можливо визначити значення приєднаної потужності (зауважимо, що вона сильно змінюється навіть протягом доби) та кількості ділянок.

Сумарні довжини та кількість ПЛ і КЛ номінальної напруги 0.38 кВ, а також дані про трансформатори 35-3/0.38 кВ, що живить мережу 0.38 кВ – таким обсягом даних вичерпується вихідна інформація для розрахунку еквівалентного опору ЛЕП. Окрім того ще є інформація про потоки енергії і потужності за розрахунковий період але, відповідно до основних вимог, до методик нормування втрат, режимна інформація для розрахунку фізичних параметрів мережі не може бути використана.

Для виведення розрахункової формули для умовної ЛЕП формується послідовність із ділянок у порядку спадання їх сумарної приєднаної потужності. Потім ЛЕП представляється у вигляді нерозгалуженої топологічної схеми, де дотримується той же принцип, що і при формуванні зазначеної послідовності ділянок – до точки живлення такої модельної лінії розташована ближче та ділянка, у якій величина сумарної приєднаної потужності більша. Очевидно, що першою (найближчою до точки живлення) буде головна ділянка, за нею розміщується ділянка, що живиться від головної і т. д. На далі будемо називати таку модель ЛЕП „моделлю втрат”. Геометричною інтерпретацією моделі втрат слугує об'єднання відкритих відрізків і кожний з яких

символізує собою ділянку. При цьому довжина відрізка дорівнює довжині ділянки (у масштабі).

На рисунку 1 зображена модель втрат ЛЕП номінальної напруги 0,38 кВ, що має 10 ділянок (насправді кількість ділянок набагато більша), довжиною 0,885 км.

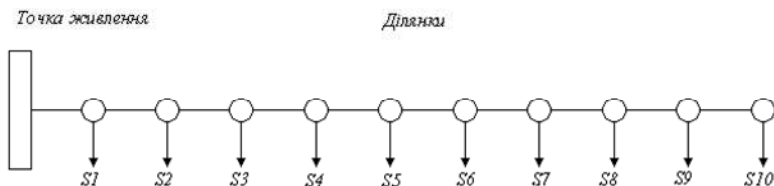


Рисунок 1. Геометрична інтерпретація моделі втрат ЛЕП номінальною напругою 0,38 кВ

На рис.1 стрілками показані місця приєднання сумарних приєднаних потужностей  $S_i$ . Відрізки є відкритими, тому що в загальному випадку кінці відрізків в моделі втрат не є реально початками відрізків, що слідує за ними. Очевидно, що сума довжин відрізків дорівнює довжині ЛЕП.

Визначення еквівалентного опору ЛЕП запишеться у такому вигляді

$$R_e = 1,33 \frac{\rho_{ae} K_{cu}}{S_l^2} \int_0^{L_n} \frac{S_{(x)}^2}{F_{(x)}} dx, \quad (1)$$

де  $\rho_{ae}$  - питомий опір алюмінію;

$S(x)$  – залежність приєднаної потужності ділянок від відстані до точки живлення;

$F(x)$  – закон зміни поперечного перетину проводів (кабелів) ЛЕП по ділянках моделі втрат;

$K_{cu}$  – коефіцієнт що враховує зменшення еквівалентного опору через наявність мідних кабелів, для ПЛ  $K_{(cu)} = 1$ , для ПЛ  $K_{(cu)} = 0,885$ .

Коефіцієнт збільшення 1,33 у формулі (1) враховує систематичне заниження результату розрахунку еквівалентного опору методом узагальнених параметрів.

Р.В. Телюта<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доц.,  
А.В. Телюта<sup>2</sup>, викл.,  
В.О. Ковальов<sup>2</sup>, викл.

<sup>1</sup>Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

<sup>2</sup>Кропивницький коледж механізації сільського господарства,  
м. Кропивницький, Україна

## МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВІДДАЧІ ВІД ТЕПЛОПЕРЕДАЮЧОЇ ПОВЕРХНІ

Середньодобова температура в опалювальній квартирі може бути знайдена таким чином:

$$v_{cp, \text{доб.}y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i,$$

де  $n$  – число вимірів за добу;

$v_i$  – температура в квартирі при  $i$  - тому вимірі, °С;

Середньодобова температура в квартирах будинку :

$$v_{cp, \text{доб}}^{кд} = \frac{1}{m} \sum_{y=1}^m v_{cp, \text{доб.}y},$$

де  $m$  – число квартир у будинку;

Середньодобова температура теплоносія :

$$v_{cp, \text{доб}}^{TH} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_{TH, i},$$

де  $n$  – число вимірів за добу;

$v_{TH, i}$  – температура теплоносія при  $i$  - тому вимірі, °С;

Загальна площа теплопередаючої поверхні будинку :

$$S = \sum_{k=1}^m S_k,$$

де  $S_k$  – площа теплопередаючої поверхні  $k$  - тій квартирі, м<sup>2</sup>;

$S$  – загальна площа теплопередаючої поверхні будинку, м<sup>2</sup>;

Середньодобове перевищення температури у будинку над температурою теплоносія:

$$\tau_{cp,доб}^{к\delta} = \vartheta_{cp,доб}^{ТН} - \vartheta_{cp,доб}^{к\delta},$$

де  $\tau_{cp,сут}^{к\delta}$  – середньодобове перевищення температури теплоносія над середньодобовою температурою в квартирах будинку, °С.

Кількість теплоти, отриманої квартирою будинку за добу:

$$Q_{сутк} = qS\tau_{cp,сут}^{к,\delta} t,$$

де  $q$  – питома тепловіддача теплопередаючої поверхні, Гкал/м<sup>2</sup>·год·°С.

Тоді питома тепловіддача від теплопередаючої поверхні рівна:

$$q = \frac{Q}{S \cdot \tau_{cp,доб}^{к\delta} \cdot t}$$

Кількість теплоти, отриманої квартирою за місяць :

$$Q_k = q \cdot S_k \sum_{x=1}^{24Z} \tau_x^k$$

де  $\tau_x^k$  – перевищення температури теплоносія в  $k$  - тій квартирі на  $x$  - й ділянці виміру, °С.

$$\tau_x^k = \vartheta_x^{mnk} - \vartheta_x^k$$

де  $\vartheta_x^{mnk}$  – температура теплоносія в кожній квартирі на  $x$  - й ділянці виміру, °С;

$\vartheta_x^k$  – температура в  $k$  - тій квартирі на  $x$  - й ділянці виміру, °С.

Отримані результати дослідження дозволяють використовувати їх для розрахунків споживання теплової енергії та в методиці обліку теплової енергії будинкових лічильників.



**А.І. Котиш, канд. техн. наук, доц.,**

**Т.С. Тельнов, студ. гр. ЕЕ-16М**

Центральноукраїнський національний технічний університет,

м. Кропивницький, Україна

## **РЕЗИСТИВНЕ ЗАЗЕМЛЕННЯ НЕЙТРАЛІ**

Проблема надійності електричних станцій, підстанцій, ліній електропередачі, електричних мереж і систем - одна з першочергових проблем енергетики. В окремих енергетичних системах число аварій протягом року досягає декількох десятків, а річний обсяг електричної енергії, яку не отримав споживач в результаті аварій - декількох мільонів кіловат-годин. Сумарна потужність генераторів, що одночасно простоюють в аварійному ремонті, становить мільйони кіловат. При такій високій аварійності в енергосистемах оцінка надійності окремих видів устаткування і установок, пошук шляхів підвищення надійності як в ході експлуатації, так і при проектуванні стають першочерговими завданнями.

В останні роки на основі результатів численних наукових досліджень, вітчизняного та зарубіжного досвіду у вітчизняній енергетиці є стійка тенденція до часткового перегляду режимів заземлення нейтралі в електроустановках 6-35 кВ, які прийнято називати електроустановками середньої напруги. Так наприклад, пропонуються та впроваджуються в практику наступні способи заземлення нейтралі:

- заземлення через активний опір (резистивне заземлення) в мережах з порівняно невеликою сумарною протяжністю ліній і особливо в повітряних мережах;

- комбіноване заземлення нейтралі в електричних мережах з великою сумарною протяжністю ліній, яке полягає в тому, що додатково паралельно дугогасильних реакторів підключається резистор з опором, яке підбирається певним чином;

- заземлення нейтралі через елементи, що забезпечують компенсацію, як ємнісної, так і активної складових струму в місці замикання.

Спосіб заземлення нейтралі вирішальним чином впливає на перенапруги, що виникають при дугових замиканнях на землю. Тому питання, пов'язані з вибором способу заземлення нейтралі, тісно переплітаються з іншими вживаними в даний час засобами обмеження перенапруг за допомогою різних технічних засобів, наприклад, розрядників, нелінійних обмежувачів перенапруг і ін. Важливо також те, що способи заземлення нейтралі визначають також і спосіб виконання селективного захисту від замикань на землю. За інших рівних умов перевага повинна бути віддана такому способу заземлення нейтралі, при якому захист від замикання на землю виходить досить простим і надійним [1], [2].

Останнім часом накопичений достатній досвід експлуатації резисторів в нейтралі мереж 6-35 кВ. Цей досвід є, безсумнівно, позитивним, оскільки після установки резисторів в нейтраль спостерігається помітне зниження пошкоджуваності відповідального обладнання мережі та відповідне зменшення економічних збитків.

Застосування резистивного та комбінованого заземлення нейтралі призводить не тільки до підвищення надійності роботи обладнання в розподільчих мережах, а також дає змогу реалізувати ефективний релейний захист від замикань на землю.

### **Список літератури**

1. Глушко В. В., Ямный О. Е., Ковалев Э. П., Бохан Н. В. Белорусские сети 6–35 кВ переходят на режим заземления нейтрали через резистор //Новости Электротехники, 2006, №3(39).
2. Сарин Л. И., Ширковец А. И., Ильиных М. В. Опыт применения резистивного заземления нейтрали в электрических сетях 6–35 кВ // Энергетик, 2009, № 4.

**А.І. Котиш, канд. техн. наук, доц.,**

**М.М. Тимчук, студ. гр. ЕЕ-16М**

Центральноукраїнський національний технічний університет,

м. Кропивницький, Україна

## **ВПЛИВ СУЧАСНИХ ГЕС НА ЕНЕРГОРИНОК УКРАЇНИ**

В ринкових умовах залишається актуальним питання довготривалого планування оптимальних режимів енергосистем. Особливо це актуально для енергосистем з великою долею ГЕС з водосховищами річкового і багатолітнього регулювання. В таких енергосистемах дії, що приймаються на нинішній момент часу, впливають на умови роботи в майбутньому. Крім того, для ефективного управління роботою енергосистем з ГЕС необхідно враховувати випадковий характер приточності води в водосховища. Для забезпечення надійного і безперебійного енергопостачання в таких енергосистемах необхідно планування і ведення довгострокових оптимальних режимів з можливістю їх оперативного корегування.

З прийняттям закону про "зелені" тарифи мала гідроенергетика отримала друге дихання. Однак справжнього прориву перспективною для України галузі заважають недосконале законодавство і брак підтримки з боку держави.

Функціонування електроенергетичної системи представляє собою складний зв'язок, одночасно протікаючи, але різним по фізичним властивостям, інтенсивності, характеру і управляємості процесів. До таких процесів відносяться: накопичення енергоресурсів (паливо на складах, води в водосховищах ГЕС), перетворення їх в електричну енергію, регулювання напруги і частоти, передача, розподіл і кінцеве споживання електроенергії. Данні процеси протікають в умовах зовнішнього середовища, що змінюється (річний стік, температура і т.п.) і перемінного складу працюючого генеруючого, переворюючого, передаючого і споживаючого обладнання.

В той же час є ще так звана мала гідроенергетика України. Реально на сьогоднішній день виробіток електроенергії «малими ГЕС» складає приблизно 288 млн. кВт·год на рік [1], тобто 2,5% від електроенергії виробленої на основних «великих» ГЕС.

Енергогенеруючі можливості малих річок України використовуються сьогодні менш ніж на 5 %. Реальний потенціал малої гідроенергетики в країні величезний. За даними Інституту відновлюваної енергетики НАН України, економічно доцільний першочерговим річний потенціал в цій галузі складає близько 3,75 млрд. кВт·год. на рік, що еквівалентно заміщенню 1,4 млн. тон умовного палива. Малі ГЕС володіють меншою собівартістю вироблення електроенергії, ніж «традиційні» атомні та теплові станції, і вважаються більш ефективними в порівнянні з вітро і сонячними електростанціями за співвідношенням вкладених коштів до кількості отриманої електроенергії [2].

Будівництво та реконструкція малих ГЕС дозволить не тільки отримати екологічно чисту електроенергію, а й забезпечити електрикою енергодефіцитні райони, де відсутні потужні джерела струму. Розвиток малої гідроенергетики сприяє децентралізації загальної енергетичної системи, що дозволяє стабільно забезпечувати важкодоступні села електрикою. Енергія, вироблена малими ГЕС, використовується найближчими споживачами, відповідно, знижуються витрати на її транспортування, і підвищується надійність енергозабезпечення. Крім того, ГЕС можуть виконувати й інші завдання, наприклад, захищати прилеглі території від сезонних паводків.

### **Список літератури**

1. Інтернет ресурс <http://www.experts.in.ua/> Малая гідроенергетика: реки энергии для Украины.
2. Інтернет ресурс <http://www.zamnoy.com/> Гидроэнергетика Украины: взгляд в будущее.

*Секція «КІБЕРБЕЗПЕКИ ТА ПРОГРАМНОГО  
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ»*

**UCD 004.33**

**Ghenadie Ciobanu, Phd, senior researcher**

National research institute of labour and social protection,  
Bucharest, Romania

**FORMATION OF DIGITAL ECONOMY IN ROMANIA**

Digital Agenda for Europe is one of the seven flagship initiatives of the Europe 2020 strategy and aims to define the essential driving role of information and communication technologies.

Considering that the digital economy is characterized by the characteristic features of: the digital economy infrastructure; electronic markets; ; products based on information and knowledge; presence of agents in the markets: consumers, businessmen, intermediaries; macroeconomic transformations and globalization processes; the progressive and aggressive penetration of the digital economy into the social economic life of modern society in the third millennium. Romania ranks 28th in DESI 2017. Urban areas are covered by high-speed broadband connections, Romania ranks second in the EU as regards the proportion of EU subscriptions. Consumer adoption of broadband mobile services is accelerating, the digitization rate of the economy, including public services, and the level of digital skills remain low. The Digital Economy and Society Index is a composite that measures the progress of the digital domain by five elements:

(1) Connectivity: Romania has one of the highest proportions of high-speed broadband subscriptions in the EU, and more and more people are using broadband mobile

services. Although the available spectrum is growing, coverage of fixed and mobile networks (4G) in the band

(2) Human Capital: More and more people are using the Internet, the level of digital skills is increasing, but it is still the penultimate place in the EU. In Romania there is a relatively high number of graduates in the fields of science, technology, mathematics and engineering.

(3) Internet use: Internet users in Romania perform far fewer online activities than the EU average, especially in e-commerce and electronic banking. Social networks and online video calls are intensely used.

(4) Integration of digital technology: Romania has not reduced its gap with the EU on enterprise digitization, the use of cloud computing technology, the exploitation of online marketing channels. Turnover from online sales has fallen slightly. The Romanian Information Society faces a number of essential problems, which are characterized by a good level of training of specialists in the field. The economic development gap at regional level is characterized by an important issue related to the provision of information (digital insurance). regions. It is necessary to create national and regional development networks, virtual organizations of different levels, and different branches of activity. Romania needs to address the severe digital divide and develop citizens' digital skills. In order to fully develop the digital economy in Romania, digital society needs to develop citizens' digital skills.

Without digitization and efficiency of productivity, Romanian companies can not fight effectively to be part of the European and world digital economy, they need to take advantage of the opportunities offered by online trade. The use of e-government is still low compared to other EU countries due to the low level of development of online public services. The efficiency and degree of services

provided by health systems can be enhanced by digitization. The real digital economy is where companies can take full advantage of the opportunities and benefits of digital technologies for effective improvement and productivity. Without the exploitation of online commerce, Romanian companies will have difficulty in European and international competition. Modern public services offered online, are effectively a vehicle for reducing government spending, and to increase the efficiency of business activity, but also for the population.

#### **Bibliography:**

1. New Markets and New Jobs in the Digital Economy, TECHNICAL NOTE NO8 UNEDITED TN/UNCTAD/ICT4D/08 OCTOBER

2017 [file:///C:/Users/Betty/Downloads/RomaniaDESIcountryprofile%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Betty/Downloads/RomaniaDESIcountryprofile%20(1).pdf)

2. Ghenadie Ciobanu, Cătălin Ghinăraru, Alina Ștefania Crețu, Adriana Ana Maria Davidescu, Beatrice Chiriac, Aspects of the digital economy development in Romania, Ed. Universitară, ISBN 978-606-28-0266-0

3. Digital Economy and Society Index 2017 – România, [file:///C:/Users/Betty/Downloads/RomaniaDESIcountryprofile%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Betty/Downloads/RomaniaDESIcountryprofile%20(3).pdf)

**UCD 004.33.65.01.007**

**A.V. Leahovcenco, master, postgraduate student**

Academy of Economic Studies of Moldova

### **DIGITAL ECONOMY AND CYBER THREATS FOR BUSINESS**

The new era of the economic system is already coming, so it's important to understand the fact, that current economic foundations will no longer work in the digital economy. The main prerogative of this research was the idea to analyze the threats and the areas which those can affect in the new economic system as well to

demonstrate the alternatives to classical mechanisms of the economy. For better understanding of idea let's make a remark from history, in 1997, the important work of American researchers was published „Bradford De Long J., Froomkin A.M. *The Next Economy. April 1997*”<sup>1</sup>, in which it was argued that modern technologies are beginning to undermine the properties that make the "Invisible Hand" of the market system an effective tool for organizing production and distribution of products<sup>1</sup>. The main questions of the work are: What alternatives can be find for classic economical mechanism? and which areas of digital economy are most vulnerable?

First question can be answered with next classical economic mechanisms and its alternatives in digital economy: (Charity - Impact Investing), (Uncontrolled emission of money - Cryptocurrency clearing mechanism {Bitcoin, Ethereum, Ripple, Litecoin, NXT }),( Microfinance of small enterprises - Peer to Peer Lending & Alternative Investing {<https://www.lendingclub.com>}), (Costly investment in new and uncertain projects – Crowdfunding {Kickstarter, IndieGoGo, RocketHub}), (World Banking Information Environment {SWIFT} - Network environment based on blockchain technology);

So, it's certainly that, the society self-organizes itself and its chooses: which enterprises or projects should be developed by direct financing, and it does so, bypassing the banking monopoly and this is only a small range of opportunities that can develop in a networked environment.

And since such a rapid development of network technologies occurs on its own, that is, there is no regulatory body that could at least indirectly indicate the right course of development, then it is necessary to think about the security of such incredible network, namely, the **cybersecurity of entrepreneurship**. Even though the digital economy is changing, its economic essence remains unchanged, so we can make some predictions about a possible threat to business in the digital environment. If we proceed from the fact that the information itself soon will represent a value. So, if the information as itself represents a valuable resource, appears another question. how do we measure its value so that can be compared with the product?



As a solution, the mechanism for generating crypto currency based on the computing resources of the earth was invented, as more and more computers are connected to this network every day and the cost of information is growing. As a result, a simple sequence appears that characterizes information as a valuable resource:

**Generation of Information → Its retention → Conversion  
→ Transfer**

And that means that the cyber threats will appear in the digital economy will manifest itself in one of these 4 stages. So, we have the next steps of **converting phases** and **risks** that may appear at each phase: **Generation of Information** (It is necessary to standardize the process of information formation as value. "To standardize the mechanism of mining for crypto currency in order to avoid uncontrol emission/), **Its retention** (To create a reliable knowledge bank, where could be stored the extracted information. "To avoid unauthorized access data to valuable data", **Conversion** (Ensure its liquid conversion and exchange, to avoid speculation." To create a legal framework or an inter-state coalition of institutions that could regulate and correlate the fair value of information and other resources to avoid speculation in exchange markets), **Transfer** (Organize reliable standards and solutions and create secure transmission channels to avoid unauthorized access." It is necessary to create a secure network that would guarantee almost 100% transaction protection between any entities of the system".

In conclusion, it should be noted that the generally accepted classification of cyberthreats should be clearly analyzed, since this is the most important part of creating a secure networked economic environment, and only after that we will see a new clear vision of economic relations in a digital society.

## ІНТЕГРУВАННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ANDROID ДОДАТКИ: VUFORIA SDK

У наш час технології обробки графічної інформації широко застосовуються: графічний інтерфейс став «де-факто» стандартом для програмного забезпечення. Однак, просто хорошим інтерфейсом вже нікого не здивуєш, особливо коли мова йде про додатки, інтерфейс яких виконує суто допоміжну функцію, а основна частина додатку – користувацький контент. Такі додатки мають пропонувати користувачеві нові можливості, адаптовані і безшовно інтегровані у його контент.

Розглянемо додаток для спілкування за допомогою відеочату, у який потрібно було додати доповнену реальність (augmented reality), і автор дослідив можливості реалізації даної функції за допомогою Vuforia SDK.

Постановка задачі: надати користувачеві можливість транслювати відео з доповненою реальністю. Механізм відеочату реалізований за допомогою OpenTok SDK, для реалізації доповненої реальності слід використати Vuforia SDK.

Vuforia – це платформа доповненої реальності та інструменти розробника (Software Development Kit — SDK) для мобільних пристроїв розроблені компанією Qualcomm. Vuforia надає інтерфейси програмування додатків на мовах C++, Java, Objective-C, и .Net через інтеграцію з ігровим рушієм Unity. Таким чином SDK підтримує розробку нативних додатків для iOS і Android,

OpenTok SDK – набір інструментів, що дозволяє використовувати сеанси відео OpenTok в Android додатках.

Складність інтегрування доповненої реальності полягає у поєднанні цих двох SDK. Спочатку стратегія інтегрування була наступна:

- від OpenTok SDK отримувати фрейми,
- у разі потреби обробляти їх,
- передавати їх до Vuforia SDK.

Однак у ході дослідження вихідного коду Vuforia SDK автором було виявлено, що Vuforia не потребує жодних фреймів ззовні для рендеренгу відео. Тож була розроблена наступна стратегія (що і була застосована):

- створити клас CustomRenderer, що наслідує BaseRenderer (рендерер з SDK OpenTok),
- реалізувати абстрактні методи, у методі onFrame() викликати функцію що ініціює рендеренг фрейму,
- імплементувати інтерфейс GLSurfaceView.Renderer,
- реалізувати рендеренг з додаванням доповненої реальності засобами Vuforia.

Такий метод більш витратний за часом та трудомісткістю, але виявився більш вигідним при подальшому розширенні додатку, адже вже готовий рендерер зручно інсталювати у будь-якій частині програми, а передача фреймів вимагає побудови програмного мосту між SDK, що робить код більш зв'язаним та вразливим.

### Список літератури

1. Vuforia. ([http https://ru.wikipedia.org/wiki/Vuforia](https://ru.wikipedia.org/wiki/Vuforia)).
2. OpenTok Android SDK. (<https://tokbox.com/developer/sdks/android/>).

**УДК 004.056**

**В. В. Пашинських, ст. гр. КІ-15,**  
 Центральноукраїнський національний технічний університет,  
 м. Кропивницький, Україна

### ARP-SPOOFING

Комп'ютери зараз використовуються майже всюди: у промисловості, телекомунікаціях, енергетиці, транспорті... Безпека інформації, з якою працюють на підприємствах є дуже важливою. Але у комп'ютерних мережах може бути багато

вразливостей, якими можуть скористатися хакери для отримання секретних даних. Найбільш простою є атака ARP-spoofing з використанням вразливості протоколу ARP. Це різновид мережевої атаки типу MITM (англ. Man in the middle), що застосовується в мережах з використанням протоколу ARP. Перш ніж описати принцип атаки, треба нагадати, що являє собою протокол ARP. ARP (Address Resolution Protocol) - протокол канального рівня, який використовується для визначення MAC-адреси по заданому IP-адресу в сімействі протоколів IPv4. У сімействі протоколів IPv6 ARP не існує, його функції покладені на ICMPv6. Однак ми все ще маємо величезну кількість мереж, що працюють з IPv4, тому нашою задачею є розглянути принцип атаки ARP-spoofing у комп'ютерній мережі і дізнатись про вразливість протоколу ARP.

Для вирішення поставленої задачі, припустимо, що нам потрібно прослуховувати дані, що передаються між комп'ютерами А і В. Наш комп'ютер знаходиться в одній локальній мережі з комп'ютером В. У нас є своя MAC-адреса, ми знаємо MAC-адресу комп'ютера В і MAC-адресу шлюзу нашої локальної мережі. Комп'ютери в сучасних локальних мережах з'єднані один з одним через комутатори. Комутатор «пам'ятає» до якого порту підключений хост і з якою MAC-адресою. Тобто отримавши пакет від комп'ютера В шлюзу, ми цей пакет не отримаємо, тому що він не буде відправлений на всі порти комутатора, а лише на той, до якого, на думку комутатора, зараз підключений шлюз. За часів, коли використовувалися хаби замість комутаторів, ми могли б слухати трафік без будь-яких проблем. Оскільки нам дозволено відправляти ARP-відповіді будь-якому вузлу мережі коли нам захочеться, ми відправимо ARP-відповідь шлюзу такого змісту «Я вузол мережі з IP-адресою комп'ютера В, і ось моя MAC-адреса: [MAC-адресу нашого хоста]», а комп'ютеру В відправимо ARP-відповідь такого змісту «Я шлюз і моя MAC-адреса: [знову MAC-адресу нашого хоста]». Отримавши такі пакети, шлюз і комп'ютер В оновлять свій ARP-кеш. Тепер, якщо комп'ютер В захоче відправити дані через Інтернет комп'ютеру А, він відправить свої дані, як він

вважає відповідно до своєї ARP-таблиці, на MAC-адресу шлюзу, тоді як в дійсності дані будуть відправлені на нашу MAC-адресу, а ми, в свою чергу, відправимо їх далі на справжній MAC-адресу шлюзу. Відповідь від комп'ютера А знову пройде через нашу машину.

Отже, використовуючи вразливість протоколу ARP, ми можемо прослуховувати весь трафік учасників мережі, перехоплювати усі їх логіни/паролі і навіть продивлятися у реальному часі веб-сторінки, на яких знаходиться жертва нашої атаки. Розглянута вразливість полягає у тому, що ARP не перевіряє справжність ARP-запитів і ARP-відповідей і дозволяє відправляти відповіді вузлам мережі довільно, тобто навіть якщо вузол не відправляв в мережі ніяких ARP-запитів.

### Список літератури

1. ARP-spoofing в Kali Linux (<https://defcon.ru/network-security/3731/>);
2. An Ethernet Address Resolution Protocol (<https://tools.ietf.org/html/rfc826>);
3. ARP Cache Poisoning (<https://www.grc.com/nat/arp.htm>);

**УДК 004.33.65.01.005**

**Лефтер Дмитрій, студент I курсу**

Економическая Академия, Кишинев, Республика Молдова

### **ПОСТРОЕНИЕ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ**

Цифровая экономика – это экономика интернета, построенная на открытых стандартах и платформах, агрегирующих и повышающих ценность больших объемов данных. Для более быстрого становления цифровой экономики нужно решить целый ряд проблем – причем скорее ментальных и организационных, чем технологических. В их числе следующие.

Новые платформы. В цифровой экономике ядром новой инфраструктуры выступает софт, который ложится поверх

сетей, гаджетов и датчиков, уже развернутых, но зачастую не утилизированных в полной мере. Тысячи и миллионы строчек сложного кода, объединенные мощной глобальной идеей и бизнес-моделью, способны менять целые рынки.

Данные – это новая нефть. Но есть один важный нюанс: ценность нефти не снижается в зависимости от времени, которое ушло на ее хранение. В отношении данных это не совсем верно. Данные без движения, без обмена между компаниями легко обесцениваются. Просто накопить много данных, а затем продавать их куда-то на сторону – то же самое, что топить печку ассигнациями. Но синергетический эффект в цифровой экономике возрастает только при свободном обмене данными. Для этого надо создать правила и условия обмена, соответствующие технологии, API – в общем, ту самую инфраструктуру. На базе этой инфраструктуры появится масса дополнительных сервисов и стартапов.

Стимулирующие стандарты. На пути к становлению цифровой экономики предстоит решить целый ряд проблем. Например, проблему так называемого цифрового феодализма, когда каждый уважающий себя IT-специалист разрабатывает собственную информационную систему как для бизнеса, так и для государства. Создание объединенной информационной системы или реестра таких систем – тупиковый путь: как только ты написал ТЗ на такую систему, оно в тот же момент становится устаревшим. Преодолеть проблему цифрового феодализма можно с помощью агентов по обмену данными, которые будут обеспечивать передачу информации между всеми этими системами.

## **ВЛИЯНИЕ ВРЕДНОСНЫХ ПРОГРАММ НА МОБИЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА**

Мобильные технологии открывают перед владельцами и разработчиками платформ не только массу возможностей, но и немало проблем. Благодаря тенденции BYOD, которая сейчас хорошо зарекомендовала себя на рабочем месте, сотрудники стали менее бдительны в отношении предотвращения злонамеренных ссылок и т.д. Когда личная и профессиональная информация пересекается на мобильном устройстве - что часто включает конфиденциальные корпоративные данные и электронную почту - неизбежно, что кто-то наткнется на вредоносное ПО. Разработчики ОС для мобильных устройств с момента разработки учитывали в своих продуктах высокий уровень защищенности от вредоносных программ. ОС для мобильных устройств и не позволяли вредоносным программам управлять устройством. В докладе предложено краткое изложение наиболее распространенных угроз безопасности для мобильных устройств. К основным относятся следующие.

**Недостоверные устройства.** Само устройство может быть ошибочно или злонамеренно настроено, обеспечивая нарушение конфиденциальности, целостности, доступности.

**Вредоносные приложения.** Установленные приложения, которые утверждают, что выполняют одну задачу, но на самом деле делают что-то еще, представляют собой труднодоступную уязвимость. Например, рекламное ПО с автоматическим щелчком использует зараженные устройства для генерации большого количества мошеннических кликов по рекламе, генерируя доходы для нарушителей.

**Полезные приложения с нежелательной утечкой информации.** Многие приложения, установленные для законного использования, все равно могут привести к

незаконному присвоению информации, например, извлечению контактов с телефона.

Банковское вредоносное ПО. Киберпреступники используют фишинговые окна для перекрытия банковских приложений и кражи учетных данных у клиентов мобильных банковских услуг. Они также могут перекрывать другие приложения и красть детали кредитной карты. Вредоносная программа также отображает фишинговые страницы, чтобы украсть информацию о кредитной карте - и она может читать и отправлять текстовые сообщения.

Вымогатели. Ransomware блокирует устройство, накладывая свое окно спроса на оплату на все другие окна, включая системные окна. После этого они требуют денег, чтобы разблокировать устройство. Ransomware поставляется в самых разных формах, совсем недавно, как вредоносная программа WannaCry.

Существуют следующие типы вредоносных программ: троянская программа, отправляющая смс-сообщения; троянские программы; коммерческие программы-шпионы; рекламные модули и прочие программы, сочетающие в себе различные функции.

На фоне анализа общей ситуации в сфере информационной безопасности, касающейся вредоносных программ для мобильных устройств, можно сделать вывод, что рост популярности мобильных устройств и их функциональных возможностей, расширение функционала приводит к количественному и качественному росту вредоносных программ. Следует отметить, что опасности и угрозы всегда указывают на взаимодействие двух сторон-субъекта(носителя информации) и объекта(на кого направлена угрозы). Вместе с тем самые совершенные разработки в сфере безопасности будут не эффективны без базовых знаний и дисциплины пользователя. Требуются исследования и формирование дополнительного класса угроз по отношению к мобильным устройствам, разработка методики оценки потенциального ущерба от дискредитации мобильного устройства в условиях цифровой экономики.



**Р.С. Одарченко, канд. техн. наук, доц.,  
О.О. Полігенько, асп.**

Національний авіаційний університет, м.Київ, Україна

## **ВАРІАНТИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПІДСИСТЕМИ БАЗОВИХ СТАНЦІЙ**

Сьогодні мережі 4G починають набувати все більшої популярності у всьому світі. Операторам впровадження технології LTE дозволить зменшити капітальні та операційні витрати, розширити свої можливості в області конвергенції послуг і технологій, підвищити доходи від надання послуг передачі даних. Проте впровадження пов'язане з рядом певних труднощів. Одна з них полягає в тому, що радіохвилі високих частот, що використовуються в даних мережах, вкрай погано проникають крізь міські будівлі. Тому у порівнянні з 3G потрібно набагато більше базових станцій для забезпечення якісного покриття.

**Використання Software-Defined Radio для оптимізації БС.** Для більш ефективного використання обладнання в мережах мобільного оператора, розумним рішенням є застосування технології SDR. Вищезгадана технологія виникла через недоліки у використанні частотного спектру, що було сформульоване ще у 1995 році, але, на жаль, не втратило актуальності, а саме:

- радіочастотний спектр використовується надзвичайно неефективно. Причина – обмеження, накладені ліцензуючими органами, і недостатня функціональність радіопристроїв;
- переважна частина радіочастот не використовується більшу частину часу.

SDR – це технологія для радіообладнання, яка дозволяє за допомогою програмного забезпечення встановлювати або змінювати робочі радіочастотні параметри, включаючи діапазон частот, тип модуляції або вихідну потужність.

SDR використовується, як в передавальному, так і в приймальному обладнанні. SDR-приймач може стати єдиним модулем у смартфоні, що замінить одночасно GSM, Wi-Fi,

Bluetooth та GPS модулем, завдяки можливості оброблювати сигнали будь-яких діапазонів частот.

Технологія SDR може принести користь наступним чином. Можливо до спільного головного процесорного модуля підключити декілька радіомодулів, кожен з яких забезпечує створення електромагнітного випромінювання в необхідному частотному діапазоні. Який стандарт зв'язку буде при цьому створюватися, визначається процесорним блоком і стратегією оператора по рефармінгу одних стандартів в інші.

Отже, використовуючи SDR в сотових мережах, ми зменшимо кількість модулів BBU (Baseband Unit), чим спростимо мережеве обладнання. Крім того, можливе використання спільного транспорту для передачі інформації по трьом різним інтерфейсам для мереж різних поколінь. Інтерфейс від процесорного блоку до радіопередавача стандартизований, і всі виробники пропонують свої варіанти реалізації протоколу CPRI – Common Public Radio Interface. Останні реалізації протоколу CPRI підтримуються також і виробниками обладнання транспортної мережі, наприклад, радіорелейних ліній, що дозволяє підключати радіопередавачі на значних відстанях від процесорного блоку.

## **УДК 519.2**

**С.В. Заболотній, д-р техн. наук, проф.,**

**М.П. Рудь, канд. техн. наук, доц.,**

**О.М. Ткаченко, асп.**

Черкаський державний технологічний університет,

м. Черкаси, Україна

### **ОСОБЛИВОСТІ ПОЛІНОМІАЛЬНОГО ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РЕГРЕСІЇ ПРИ НЕГАУСОВОМУ СИМЕТРИЧНОМУ РОЗПОДІЛІ ПОМИЛОК**

Регресійний аналіз є одним із найпоширеніших математичних апаратів, який активно застосовується при проектуванні різноманітних технічних систем. Зокрема, в такій високотехнологічній галузі, як адитивне виробництво

(Зд-друк), побудова регресійних моделей та оцінювання їх параметрів є однією із найважливіших задач, яку необхідно вирішувати при моделюванні технологічних процесів.

Базовим методом регресійного аналізу є метод найменших квадратів (МНК), який характеризується простотою застосування та детальним вивченням його властивостей. Проте оптимальність МНК за критерієм точності оцінювання параметрів гарантована лише у випадку гаусового розподілу статистичних даних. Одним із можливих шляхів потенційного збільшення точності є використання методу максимізації полінома (ММПл) [1]. У роботі [2] на основі застосування ММПл запропонована адаптивна процедура, що уточнює МНК-оцінки параметрів регресії, із урахування негаусовості регресійних залишків, що чисельно може бути описана статистиками вищих порядків (кумулянтами/кумулянтними коефіцієнтами).

Метою даної роботи є аналіз особливостей застосування запропонованого підходу для ситуації, коли розподіл регресійних залишків є відмінним від гаусової моделі, але характеризується симетрією. В цьому випадку, для отримання адаптивних оцінок пропонується наступна послідовність етапів: 1 крок – знаходження МНК-оцінок параметрів регресії та формування регресійних залишків; 2 крок – перевірка гіпотези на відповідність розподілу регресійних МНК-залишків гаусовій моделі; 3 крок – якщо гіпотеза про нормалізацію не відкидається, то у застосуванні ММПл відпадає необхідність, в альтернативному випадку здійснюється перевірка на симетричність розподілу; 4 крок – якщо гіпотеза про симетрію розподілу відкидається, то застосовується алгоритм знаходження уточнених ММПл-оцінок із використанням степені поліному  $s = 2$ ; 5 крок – якщо гіпотеза про симетрію розподілу не відкидається, то застосовується алгоритм знаходження уточнених ММПл-оцінок із використанням степені поліному  $s = 3$ .

Аналіз літературних джерел показав, що для здійснення перевірки на відповідність розподілу регресійних МНК-залишків гаусовій моделі достатньо часто використовується критерій Харкі-Бера, який базується обчисленні коефіцієнтів

асиметрії та ексцесу. Основним недоліком є його асимптотичний характер, що вимагає достатньо великого обсягу вибірових даних. Для середніх вибірок можуть бути використані інші критерії, наприклад критерій Шапіро-Уїлкса. Необхідно зазначити, для малих вибірок ( $N < 50$ ) застосування ММПл може бути мало доцільним, оскільки адаптивний підхід передбачає знаходження оцінок кумулянтних коефіцієнтів (3-го і 4-го порядків для  $s=2$  або 4-го і 6-го порядків для симетричного випадку при  $s=3$ ), дисперсія оцінок яких суттєво зростає із ростом порядку кумулянтного коефіцієнта і обернено пропорційна обсягу вибірки. Для перевірки гіпотези на симетрію розподілу може бути використаний один із критерій, який базується аналізі абсолютних значень коефіцієнта асиметрії, наприклад, критерій Д'Агостіно [3].

Отримані результати статистичного моделювання у цілому підтверджують ефективність використання ММПл при симетрії помилок негаусової регресійної моделі.

### Список літератури

1. Кунченко Ю.П., Лега Ю.Г. Оценка параметров случайных величин методом максимизации полинома. – К.: Наукова думка, 1991. – 180 с.
2. Заболотній С. В., Ткаченко О.М. Поліноміальні адаптивні процедури регресійного аналізу із використанням моделей негаусових помилок на основі статистик вищих порядків // Тези доповідей IV Міжнародної науково-практичної конференції «Обчислювальний інтелект – 2017» (ComInt – 2017) – К: КНУ ім.Т.Шевченка, – 2017. С. 113-114.
3. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика. — М.: Физматлит, 2006. – 238 с.

## **ЗАСТОСУВАННЯ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ В КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ МЕДИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ**

Медицина - слабо структурована область знань, що створює серйозні проблеми до прийняття рішень та діагнозів. Основною проблемою є наявність людського фактору.

Вирішенням було застосувати нечітку логіку, щоб отримання чіткі значення для постанови діагнозу. Діагностика в медицині побудована на ознаках симптомів та їх поєднанні, що обґрунтовують або відкидають певні гіпотези, фактично спирається на логіку аргументації, що включає і відносини порядку на множині аргументів. По-перше, діагностика включає класифікацію неповністю певних станів. Задається множина захворювань та підмножина симптомів для кожного захворювання, де потрібно вибрати стан кожного симптому: низький, помірний та високий. Значення температури тіла задають кількісно, наприклад у вигляді інтервалів: [36.6; 37.5] – низький, [37.6; 38.9] – помірний, [39; 40] – високий. У розроблюваній системі користувач має задати конкретне значення. По-друге, діагностика має кілька рівнів експертизи з непостійним складом групи експертів, які здійснюють вилучення інформації, виявлення закономірностей і протиріч, висування гіпотез, перевірку гіпотез та ін. По-третє, прийняття рішень має двоетапну організацію. Перший етап інструментальними методами верифікує ознаки, що підтверджують, або заперечують гіпотези. Другий етап надає особі, яка приймає рішення, право будувати або використовувати готові логічні правила, визначати остаточний діагноз і здійснювати потім вибір подолання хвороби. Медичний діагноз, як правило, включає в себе ретельне обстеження пацієнта для точного діагнозу, пов'язаних з симптомами хвороби пацієнта.

Медицина вдало впровадила нечітку логіку для обстеження людини, яка успішно застосовується в медичних діагностичних системах для визначення діагнозу, що полягає на результати діагностичних систем, а не сумнівні людські фактори. Але при її застосуванні в конкретній області медицини необхідно формалізувати експертну інформацію щодо заданих множин діагнозів та їх симптомів, узгодити результати інструментальних досліджень пацієнтів з експертними оцінками та розробити методику формування діагностичного висновку.

### Список літератури

1. Кобринський Б.А. Автоматизовані системи диференціальної діагностики спадкових захворювань. – 2004. – С. 224.
2. Лукашевич І.П. Проблема отримання та передачі медичних знань. – 2004. – № 8-9. – С. 39-43.
3. Кобринський Б.А. Нечітка логіка в аналізі образних уявлень в медичних системах штучного інтелекту – 2006. – С. 23.
4. Поворознюк А. І. Застосування нечіткої логіки в комп'ютерних системах медичної діагностики /А.І. Поворознюк, Є.С. Харченко//Вестник НТУ "ХПИ". – 2015. – №33. – 125-133с.

**УДК 004.056.55**

**Є.В. Долгушев, студ.,  
В.А.Резніченко, викл.**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

### **ШТУЧНІ НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ**

Штучні нейромережі є електронними моделями нейронної структури мозку, який, головним чином, навчається з досвіду. Природній аналог доводить, що множина проблем, які поки

що не підвладні розв'язуванню наявними комп'ютерами, можуть бути ефективно вирішені блоками нейромереж.

Інтелектуальні системи на основі штучних нейронних мереж дозволяють з успіхом вирішувати проблеми розпізнавання образів, виконання прогнозів, оптимізації, асоціативної пам'яті і керування. Традиційні підходи до рішення цих проблем не завжди надають необхідної гнучкості і багато застосувань виграють від використання нейромереж.

Тривалий період еволюції додав мозку людини багато якостей, що відсутні в сучасних комп'ютерах з архітектурою фон Неймана.

Сьогодні, обговорення нейронних мереж відбуваються скрізь. Перспектива їх використання видається досить яскравою, в світлі вирішення нетрадиційних проблем і є ключем до цілої технології. На даний час більшість розробок нейронних мереж принципово працюючі, але можуть існувати процесорні обмеження. Дослідження скеровані на програмні та апаратні реалізації нейромереж. Компанії працюють над створенням трьох типів нейрочіпів: цифрових, аналогових та оптичних, що обіцяють бути хвилею близького майбутнього.

Біологічні нейронні мережі створені у тривимірному просторі з мікроскопічних компонент і здатні до різноманітних з'єднань. Але для створеної людиною мережі існують фізичні обмеження.

Існуючі на даний час, нейромережі є групуванням штучних нейронів. Це групування обумовлено створенням з'єднаних між собою прошарків.

Нейромережі не можна вважати доцільним рішенням для всіх обчислювальних проблем. Традиційні комп'ютери та обчислювальні методи є ідеальними для багатьох застосувань. Сучасні цифрові обчислювальні машини перевершують людину по здатності робити числові й символічні обчислення.

Класифікація образів, кластеризація/категоризація, апроксимація функцій, передбачення/прогноз...

**О.П. Доренський, канд. техн. наук, доц.**  
Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

## **ОЦІНЮВАННЯ ТЕСТ-СЬЮТІВ ДЛЯ КВАЛІФІКОВАНОГО ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ**

Стрімкий розвиток і впровадження інформаційних технологій у всі галузі діяльності людини супроводжується активним розробленням відповідного програмного забезпечення (ПЗ). При цьому тестування є невід'ємним процесом реалізації ПЗ, адже виконується задля перевірки відповідності отриманих властивостей, характеристик, поведінки програмної системи очікуваним, тобто забезпечення якості програмної продукції. Означене, зокрема, регламентовано міжнародним стандартом ISO/IEC 12207:2008. При цьому особливої уваги приділяється діяльності виконавців ІТ-проекта щодо належного документування всіх процесів життєвого циклу програмного забезпечення, в тому числі й кваліфікованого тестування, яке полягає у підтверженні того, що програмний продукт в результаті інтегрування його програмних блоків і компонентів задовольняє встановлені вимоги.

Для забезпечення означеного є можливим використання тест-кейсів [1-2] – множини формально записаних тестових випадків, синтез яких здійснюється відповідно до визначених критеріїв якості і цілей тестування. Разом з тим, як показує практика, під час створення тест-кейсів виникає ряд труднощів [2], що призводить до зниження якості як тестових випадків, так і процесу кваліфікованого тестування ПЗ загалом. Отже, є актуальною науково-практична задача оцінювання тест-сьютів для забезпечення якості кожного тестового набору та ефективності тестування програмного забезпечення, яке реалізується в межах виконання ІТ-проекта.



На основі алгебри логіки й нечітко-множинного підходу пропонується оцінка тестових наборів [3-4]:  $Q^{TS} = \prod_{i=1}^k Q_i^{TC}$ , де  $k$  – кардинальне число  $Q_i^{TC}$ ,  $Q_i^{TC}$  – кон'юнкція оцінок атрибутів тест-кейсів  $q_{i,j}^{aTC}$ ,  $q_i^{aTC}$  – множина оцінок  $q_{i,m}^{aTC}$  [3],  $q_{i,j}^{aTC} \in q_i^{aTC}$ .

Отже, застосування отриманих оцінок  $Q_i^{TC}$  дозволить забезпечити контроль якості тестових наборів і, відповідно, кожного тестового випадку, а також ефективність кваліфікованого тестування програмного забезпечення, яке реалізовується. Означене є особливо важливим у зв'язку з тим, що виявлення й усунення помилок на етапі пізніх стадій життєвого циклу програмної системи вимагає у десятки разів більших ресурсів. Тому оцінювання тестових наборів для тестування ПЗ разом з іншим дозволить зменшити вартість процесу реалізації програмних продуктів і трудомісткість ІТ-проектів, а також забезпечить істотне підвищення якості тестової документації та ефективності праці QA-інженерів.

Перспективою подальших розвідок є розроблення програмного засобу для практичної реалізації контролю якості тест-сьютів, які створюються під час реалізації ІТ-проектів.

### Список літератури

1. Dorenskyi, O. P. The Methodology of Evaluating the Test Cases Quality for Simple IT Monoprojects Software Testing / O. P. Dorenskyi // Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій : тези доп. VIII Міжнар. наук.-практ. конф. (21-23 вер. 2016 р., м. Запоріжжя). – Запоріжжя : ЗНТУ, 2016. – С. 111-112.

2. Доренський, О. П. Критерії деталізації тестових випадків для кваліфікованого тестування програмних засобів / О. П. Доренський // Інтернет – Освіта – Наука – 2016 : Десята міжнар. наук.-практ. конф. ЮН–2016, 11-14 жов. 2016 р. – Вінниця: ВНТУ, 2016. – С. 86-88.

3. Dorenskyi, O. The Assessment Method of Test Suites for Testing of Information Security Systems Software / Oleksandr Dorenskyi // ITSEC : Безпека інформаційних технологій : матеріали VII міжнар. наук.-техн. конф., 16-18 трав. 2017 р., м. Київ. – К. : НАУ, 2017. – С. 48-49.

4. Доренський, О. П. Формалізація оцінки тестових наборів для кваліфікованого тестування програмних засобів / О. П. Доренський // Інформаційні технології – 2017: зб. тез IV Всеукр. наук.-практ. конф., 18 трав. 2017 р., м. Київ. – К. : Київ. ун-т ім. Б. Грінченка, 2017. – С. 383-384.

**УДК 004.056.5**

**Ю. О. Дрейс, канд. техн. наук, доц., зав. кафедри,  
О. О. Романенко, студ.**

Національний авіаційний університет, м.Київ, Україна

### **РОЗШИРЕННЯ БАЗОВОЇ ТЕРМІНОЛОГІЇ У СФЕРІ ЗАХИСТУ КРИТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ДЕРЖАВИ**

На сьогодні проблемою є поширення різного роду кібератак на інформаційно-телекомунікаційні системи державних та приватних підприємств критичної інфраструктури, що призводить до матеріальних та не матеріальних збитків [1]. Для уникнення подібних ситуацій необхідно все ж таки чітко визначити, що собою являє захист критичної інфраструктури. Проаналізувавши чинне законодавство України, виявлено відсутність окремих базових понять та визначень у сфері захисту критичної інформаційної інфраструктури, що в свою чергу гальмує інтеграцію нашої держави у світовий інформаційний простір. Тому питання введення основних понять та їх визначень у сфері захисту критичної інфраструктури держави є актуальним. Пропонується ввести визначення наступних понять: критична інформаційна інфраструктура держави, захист критичної інформаційної інфраструктури держави та безпека критичної інформаційної інфраструктури держави.

*Критична інформаційна інфраструктура держави* – це сукупність інформаційно- телекомунікаційних систем об’єктів критичної інфраструктури, що захищаються від кібератак у першу чергу (пріоритетно), включених до переліку визначеного законодавством. Основою цього терміну є визначення інформаційно-телекомунікаційної системи [2], критичної інфраструктури, об’єкту критичної інфраструктури та кібератаки [3], з урахуванням п.4 Постанови КМУ [3].

*Захист критичної інформаційної інфраструктури держави* – це діяльність спрямована на забезпечення захисту інформації, що обробляється в інформаційно-телекомунікаційних систем об’єктів критичної інфраструктури для запобігання кібератак від можливих негативних наслідків їх реалізації. Цей термін оснований на визначенні інформаційно-телекомунікаційної системи та захисту інформації в системі [2], кібератаки [3], захисту інформації в автоматизованій системі та безпеки інформації [4].

*Безпека критичної інформаційної інфраструктури держави* – це стан захищеності інформаційно-телекомунікаційних систем об’єктів критичної інфраструктури від кібератак у якому забезпеченні основні послуги безпеки інформації, що обробляється в цих системах. В основі терміну є визначення кібератаки [3], послуги безпеки, безпеки інформації [4].

Отже, дане дослідження присвячене розширенню базової термінології у сфері захисту критичної інфраструктури держави.

### **Список літератури**

1.О. Корченко, О. Архипов, Ю. Дрейс, "Оцінювання шкоди національній безпеці України у разі витоку державної таємниці: монографія", К.: Наук.-вид. центр НА СБ України, 332 с., 2014, ISBN 978-617-7092-26-0.

2."Про захист інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах". Верховна Рада України; Закон від 05.07.1994 № 80/94-ВР. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/80/94-вр>

3."Про затвердження Порядку формування переліку інформаційно-телекомунікаційних систем об’єктів критичної

інфраструктури держави", Кабінет Міністрів України; Постанова, Порядок від 23.08.2016 № 563. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/563-2016-п>

4."Термінологія в галузі захисту інформації в комп'ютерних системах від несанкціонованого доступу". НД ТЗІ 1.1-003-99, Департамент спеціальних телекомунікаційних систем та захисту інформації Служби безпеки України. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [http://www.dsszzi.gov.ua/dsszzi/control/uk/publish/article?showNid=1&art\\_id=102106&cat\\_id=46556&ctime=1344502446343](http://www.dsszzi.gov.ua/dsszzi/control/uk/publish/article?showNid=1&art_id=102106&cat_id=46556&ctime=1344502446343)

**УДК 004.3'12**

**М. О. Кобець, студ. гр. КІ-15**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

## **ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ**

Сучасний інформаційний простір дуже активно розвивається, збільшуються обсяги передаваної інформації, що викликає підвищення рівня затрат ресурсів на її обробку. Але навіть це не завжди приносить бажаний результат. Технології, якими ми користуємося, застарівають. Саме тому першочерговою задачею вчених та дослідників є пошук нових швидших та менш ресурсозатратних альтернативних способів обробки інформації для вирішення проблем нашого часу.

Дослідивши останні результати наукової діяльності вчених та дослідників в області обробки інформації, я виділив такі основні розробки:

1) Використання молекул синтетичних полімерів для кодування інформації

Французьким вченим із Інституту Садрона вдалось успішно закодувати, а потім прочитати слово «Sequence», яке було представлено в ASCII-кодi, за допомогою послідовності синтетичних полімерів. Таким чином, вони довели, що в молекулах полімерів можна зберігати інформацію, і вона буде

займати в сотні разів менше фізичного місця, ніж на звичайних жорстких дисках. Щоб закодувати інформацію в полімери, використовують два різні типи мономерів («бітів»), до складу яких входять фосфатні групи. Перший тип позначає одиницю, а другий – нуль. Через кожні вісім мономерів використовується молекулярний роздільник NO-C (сепаратор), який завершує байт. Для того, щоб розшифрувати інформацію, кожний байт спочатку «відділяється» в місці розташування сепаратора. Після цього фосфатні зв'язки між мономерами знищуються, а самі мономери ідентифікуються за допомогою мас-спектрометра. Зараз на те, щоб закодувати і прочитати інформацію, витрачається кілька годин, але цей процес можна прискорити, автоматизуючи синтез полімерів та аналіз послідовностей [1].

## 2) Комп'ютери на основі квантів

Квантовий комп'ютер покликаний замінити звичні кремневі чіпи, щоб більш раціонально зберігати дані та підвищити продуктивність обчислень. Принцип його роботи базується на явищах квантової суперпозиції та квантової заплутаності. Інформація в квантових комп'ютерах зберігається в кубітах – якщо звичайні біти мають стан 1 або 0, то кубіт може мати стани 1, 0, і 1 і 0 одночасно. Таким чином, ряд задач квантові машини вирішують за дуже короткий час. Але у них є дві суттєві проблеми. Для роботи їм потрібні температура, близька до нуля за Кельвіном, вакуум та відсутність електромагнітного випромінювання. Крім того, якщо кубіти взаємодіють один з одним, то час їхнього життя значно скорочується [2].

## 3) ДНК-комп'ютери

Комп'ютери на основі ДНК розробляють вже близько 20 років. Зараз цим активно займається Microsoft. Зокрема, їм вдалося помістити на ДНК-носії близько 200 Мб даних. Кодування ДНК виконується послідовностями чотирьох азотистих основ: цитозину, гуаніну, аденіну і тиміну. Коли дані закодовані, молекула синтезується. Вона може зберігати інформацію кілька тисяч років [3].

Таким чином, можна підвести підсумок, що науково-технічний прогрес не стоїть на місці. Групи науковців

намагаються втілити в життя свої ідеї та винайти нові технології для передачі та зберігання інформації.

### Список літератури

1. World's first molecular computer makes data storage 100 times smaller [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://labiotech.eu/molecular-computer-data-storage/>
2. Что такое квантовый компьютер [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://www.iguides.ru/main/other/chto\\_takoe\\_kvantovyy\\_kompyuter/](https://www.iguides.ru/main/other/chto_takoe_kvantovyy_kompyuter/)
3. Музыка в генах: Microsoft записала Deep Purple на ДНК [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://news.microsoft.com/ru-ru/muzy-ka-v-genah-microsoft-zapisala-deep-purple-na-dnk/>

**УДК 004.912**

**Л.В. Константинова, викладач**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

### **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПОШУКУ ІНФОРМАЦІЇ В МЕРЕЖІ INTERNET**

Робота сучасних web-додатків та сайтів пов'язана з пошуком інформації та індексацією. Для їх реалізації існують різні методи вирішення. Для найбільш вдалого вибору методу чи системи необхідно дослідити пошукові системи, що існують, їх методи роботи та можливості.

За методами пошуку та обслуговування розрізняють чотири типи пошукових систем: з пошуковими роботами, керовані людиною, гібридні та мета-системи [1].

Системи, керовані людиною одержують списки веб-сторінок. Каталог містить адресу, заголовок і короткий опис сайту. Каталог ресурсів шукає результати тільки з описів сторінки, представлених йому веб-майстрами. Переваги цих систем в тому, що всі ресурси перевіряються вручну, отже, і

якість контенту буде краще в порівнянні з результатами, отриманими системою першого типу автоматично. Недоліком є те, що оновлення даних каталогів виконується вручну і може істотно відставати від реального стану справ. Ранжування сторінок не може миттєво змінюватися.

Основні складові пошукової системи: пошуковий робот, індексатор, пошуковик [2].

Робота пошукової системи полягає в тому, щоб за запитом користувача знайти документи, що містять або зазначені ключові слова, або слова, будь-яким чином пов'язані з ключовими словами [2]. При цьому пошукова система генерує сторінку результатів пошуку. Результати такої пошукової видачі можуть бути різних типів, наприклад: веб-сторінки, зображення, аудіофайли. Пошукові системи також можуть вибирати інформацію з відповідних баз даних і каталогів ресурсів в Internet.

Як правило, пошукові системи працюють поетапно. Спочатку пошуковий робот отримує контент, потім індексатор генерує доступний для пошуку індекс, і потім, пошуковик забезпечує функціональність для пошуку індексованих даних. Для оновлення пошукової системи, цей цикл індексації виконується повторно [2].

Серед відомих систем виділяють: Яндекс, Google, Mail.ru Рамблер, Bing, Yahoo!, QIP, Nigma, Ask [3].

Алгоритм прямого пошуку - це метод простого перебору всіх сторінок (документів), що зберігаються в базі даних пошукової системи. Цей метод дозволяє напевно знайти потрібну інформацію не пропустивши нічого важливого, але він є не доречним для роботи з великими обсягами даних, бо пошук буде займати багато часу.

Для ефективного пошуку у великих обсягах даних всі потужні пошукові системи використовують алгоритм зворотних (інвертованих) індексів (зворотного пошуку).

За цим алгоритмом пошукові системи перетворюють документи в текстові файли, що містять перелік всіх наявних в ньому слів. Слова в таких списках (індекс-файлах) розташовуються в алфавітному порядку і поряд з кожним словом зазначено координати його знаходження в документі

та параметри, що визначають його статус. Для пошуку по зворотних індексах документів, що містяться в базі даних пошукових систем, використовується математична модель, що дозволяє спростити процес виявлення потрібних документів (за введеним користувачем пошукового запиту) і процес визначення релевантності всіх знайдених документів до цього запиту. Чим більше документ відповідає даному запиту, тим вище він розташований в пошуковій видачі.

Пошукова система тим краще, чим більше документів, релевантних запиту користувача, вона повертає. В залежності від алгоритмів, результати пошуку можуть ставати менш релевантними або навпаки.

### **Список літератури**

1. Tarakeswar M. K., Kavitha M. D. Search Engines: A Study (англ.) // Journal of Computer Applications (JCA): journal. – 2011. – Vol. 4, no. 1. – P. 29-33.

2. Risvik K. M., Michelsen R. Search engines and web dynamics (англ.) // Computer Networks: journal. – 2002. – Vol. 39, no. 3. – P. 289-302.

3. Рейтинг поисковых систем в 2017 [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://marketer.ua/rejting-poiskovyh-sistem-v-2017-statistika-stran-sng-i-mira/>.

**УДК 004056**

**І.А. Лисенко, канд. техн. наук, ст. викл.,**

**О.Г. Собінов, викл.**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО БІЛЬЯРДУ ДЛЯ ШИФРУВАННЯ ДАНИХ У ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ**

В сучасному світі інтернет-технології займають все більше місця, поступово витісняючи телебачення, радіомовлення, паперові книжки та документообіг. Тому



гостро постають питання захищеності інформації, як при її передачі так і при збереженні.

Сучасні системи зберігання, передачі та обробки інформації дуже часто розгалужені та містять дві основні частини – інформаційну та комунікаційну, що і складають відповідно інфокомунікаційну систему.

Криптозахист інформації, що зберігається та передається по каналах зв'язку в такій системі є важливою та складною задачею. Шифрування даних у такому випадку виконується за допомогою алгоритмів шифрування, криптостійкість яких, по великому рахунку, залежить від ключів шифрування. Одним з методів отримання ключів шифрування є генерація псевдовипадкових послідовностей (ПВЧ). Недоліком таких послідовностей є їх періодичність. Тому однією з основних проблем генераторів псевдовипадкових чисел є генерація послідовностей з максимально можливою для певної розрядності довжиною періоду.

Принцип найпростішого математичного більярду (МБ) полягає у наступному: на деякій ідеально рівній площині розмірністю  $m \times n$  рухається абсолютно пружний об'єкт (кулька) по деякій ламаній траєкторії, відбиваючись від бортів площини. Оскільки, за законами фізики, кут падіння рівний куту відбивання, то траєкторія руху буде симетричною та доведено, що через деякий час почне повторюватись. Таким чином заздалегідь зрозуміло, що використовувати таку систему для генерації послідовностей ключів шифрування немає сенсу.

Проте, ввівши додатковий об'єкт до системи МБ - ("шайбу") можна змінити показники згенерованої послідовності, ентропійні показники якої будуть задовільняти умовам повного хаосу (Більярд Сіная).

Таким чином можливо створити генератор ПВЧ на засадах математичного більярду Сіная який повинен мати такі властивості: діаметр "шайби" менший за ширину площини, задані координати центру, об'єкт "шайба" рухомий і рухається по траєкторії, напрямок руху "шайби" задає кулька при зіткненні.

Отож для отримання деякої послідовності чисел необхідно задати початкові параметри системи: розміри площини  $m$  та  $n$ , початкові координати кульок  $(x_1, y_1)$  та  $(x_2, y_2)$  їх радіус  $r_1$  та  $r_2$ , початкові координати "шайби"  $(x_{sh}, y_{sh})$  та радіус  $R$ .

Розглянемо окремий випадок шифрування передачі даних у інфокомунікаційній системі, коли по каналу зв'язку необхідно обмінятися інформацією між двома об'єктами. У цьому випадку пропонується встановити парні пристрої для генерації ключів шифрування у кожного з об'єктів, на яких би реалізовувався принцип вдосконаленого математичного більярду Сіная. Для кожної пари пристроїв задаються унікальні початкові значення параметрів. По не захищеному каналу зв'язку можливо передавати відкритий ключ шифрування, який буде генеруватися під час кожного сеансу зв'язку і містити в собі інформацію про зміщення координат кульок та шайби, інертність "шайби", радіуси  $r_1$ ,  $r_2$  та  $R$ . Відповідно закритий ключ буде генеруватись автономно та містити унікальний набір даних, властивий тільки цим парним пристроям.

У загальному випадку таку систему, яка є вдосконалим математичним більярдом Сіная можна представити у вигляді деякої динамічної системи, яку можна дослідити користуючись одним з характеристичних показників Ляпунова – ентропія Колмогорова-Сіная. Цей показник, зокрема, вказує, на те, що динаміка системи є періодичною або квазіперіодичною, або повністю хаотичною.

Таким чином, запропонований метод генерації псевдовипадкових послідовностей теоретично має високий показник ентропії, що дозволить забезпечити високу криптостійкість системи.

О.А. Смірнов<sup>1</sup>, д-р техн. наук, проф.,  
С.А. Смірнов<sup>1</sup>, канд. техн. наук,  
Д.К. Рябой<sup>2</sup>, О.В. Рябая<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

<sup>2</sup> ТОВ "ІСП Шторм", м. Кропивницький, Україна

<sup>3</sup> Кропивницький інженерний коледж ЦНТУ

## МОДЕЛЬ ВУЗЛА КОМУТАЦІЇ З ВІДНОСНИМИ ПРІОРИТЕТАМИ, РЕЗЕРВУВАННЯМ РЕСУРСІВ І ОБЛІКОМ РЕАЛЬНОЇ НАДІЙНОСТІ ОБСЛУГОВУЮЧИХ ПРИЛАДІВ

Проведений аналіз основних алгоритмів керування чергами в комунікаційному встаткуванні ТКС показав, що в цей час існує кілька видів дисциплін (способів) обслуговування черг, що реалізують резервування ресурсів (поділ процесора): справедлива організація черг (Fair Queuing, FQ); черги пріоритетів (Priority Queuing, PQ); організація довільних черг, що набудовуються, (Custom Queuing, CQ); зважена справедлива організація черг (Weighted Fair Queuing, WFQ); обслуговування черг на основі класів (Class Based Weighted Fair Queuing, CBWFQ) і ін. Порівняльні дослідження зазначених алгоритмів показали, що найбільш ефективними, з погляду забезпечення якості обслуговування, є алгоритми WFQ і CBWFQ, що є похідними алгоритмів CQ. Тому подальші дослідження більшою мірою будуть засновані на положеннях обслуговування черг і керування WFQ і CBWFQ.

Представимо телекомунікаційну систему, у якій надавані послуги розбиті на кілька класів якості обслуговування (QoS), що мають відповідні пріоритети по затримці й втратам пакетів (наприклад, передача інформаційно-вимірювальних даних моніторингу, телефонія, передача поштової інформації, відеоконференцзв'язок і ін.). При цьому загальне число пріоритетів для видів послуг, категорій користувачів і підсистем становить  $R$ . Припустимо, що на вхід інтелектуального вузла комутації надходять найпростіші потоки пакетів  $r$ -их пріоритетних класів  $\{a_1, \dots, a_r, \dots, a_R\}$ ,

які занумеровані в порядку убування їхнього пріоритету. Кожний пріоритетний клас характеризується інтенсивністю надходження пакетів  $\lambda_r$ :  $\lambda_r > 0$ . Нехай в окремому випадку пріоритети об'єднані в три групи  $r_1 = 1$ ,  $r_2 = \overline{2, J}$ , що  $r_3 = \overline{J+1, R}$  відповідають обслуговуванню:  $r_1 = 1$  – трафіку метаданих для передачі в «хмарні» антивірусні системи;  $r_2 = \overline{2, J}$  – трафіку реального часу, критичного до мережних затримок (телефонія, відеоконференцв'язок, дані об'єктивного контролю, і т.д.);  $r_3 = \overline{J+1, R}$  – трафіку даних, критичного до втрат і не критичного до мережних затримок, включаючи потоковий трафік (аудіо-, відео на вимогу й ін.) і еластичний трафік (електронна пошта, web-додатки й інш.). При цьому найвищим пріоритетом користуються метадані для передачі в «хмарні» антивірусні системи. Відповідно до цього у вузли комутації інформаційно-телекомунікаційних систем, що представляються різними інтелектуальними пристроями (шлюзами, контролерами шлюзів, комутаторами, маршрутизаторами й ін.) транспортної мережі, від користувачів різних категорій і підсистем надходять потоки повідомлень різних класів. Інтенсивності надходження й обслуговування повідомлень характеризуються параметрами  $\lambda_c(r)$  й  $\mu_c(r)$ ,  $r = \overline{1, R}$  відповідно, швидкість надходження (передачі) повідомлень  $v_{\text{прд}}(r)$ . При цьому вступні у вузли комутації повідомлення перетворюються в пакетну форму й утворюють  $R$  незалежних потоків пакетів  $\{a_1, \dots, a_r, \dots, a_R\}$  з інтенсивностями  $\{\lambda_1, \dots, \lambda_r, \dots, \lambda_R\}$ . Досліджуваний інтелектуальний вузол комутації ТКС складається з  $0 < V < \infty$  обслуговуючих пристроїв, що мають ідентичні тактико-технічні характеристики, які визначаються можливостями виробників телекомунікаційного встаткування, і буфера пам'яті обсягу  $0 < K < \infty$ .

У вузлі комутації вводяться обмеження на ресурси обслуговуючих пристроїв  $V_r \leq V$  і розмір буфера пам'яті  $K_r \leq K$  пакетами різних пріоритетних класів. При цьому для

пакетів із пріоритетом  $r_1$  доступні всі  $V$  обслуговуючих пристроїв  $V_r = V$  і виділена частина буфера  $K_r \leq K$  із загального обсягу буфера  $K$ , обумовлена відповідно до вдосконаленого алгоритму керування доступом до «хмарного» телекомунікаційним ресурсам. Для пакетів пріоритетів  $r_2 = \overline{2, J}$  доступна частина  $V_r \leq V$  обслуговуючих пристроїв, невикористовувана в цей момент часу пакетами метаданих пріоритету  $r_1$ , і обумовлена вдосконалим алгоритмом керування доступом до «хмарного» телекомунікаційним ресурсам, а також виділена частина буфера  $K_r \leq K$  із загального обсягу буфера  $K$ . Для пакетів пріоритетів, що  $r_3 = \overline{J+1, R}$  залишилися, уводиться обмежувальний поріг - доступна тільки частина загальних обслуговуючих  $V_r < V$  пристроїв і виділена частина  $K_r < K$  буфера із загального

обсягу  $K$  буфера, так що  $\sum_{r=1}^R K_r = K$ . У середині кожного із пріоритетних класів  $r_1$ ,  $r_2 = \overline{2, J}$ ,  $r_3 = \overline{J+1, R}$  виділений буфер використовується спільно пакетами даних пріоритетних класів.

Варто помітити, що при такій організації розподілу ресурсів вузлів комутації ймовірність втрати  $P_{r_1}$  в буфері пам'яті інформаційних пакетів пріоритету класу  $r_1$  практично нульова ( $P_{r_1} = 0$ ). Аналогічна ймовірність  $P_{r_2}$  втрати інформаційних пакетів пріоритету класу  $r_2$   $P_{r_2} \approx 0$ .

У досліджуваному інтелектуальному вузлі комутації ТКС обслуговування пакетів відбувається у відповідності з наступною дисципліною:

1. Якщо в момент надходження інформаційного пакета із пріоритетом  $r_1$ ,  $r_2 = \overline{2, J}$ ,  $r_3 = \overline{J+1, R}$  є вільні з доступних для даного пріоритетного класу обслуговуючих пристроїв, то він відповідно до алгоритму керування доступом до «хмарного» телекомунікаційним ресурсам надходить на обслуговування.

2. У випадку зайнятості всіх доступних обслуговуючих пристроїв (стан інтелектуального вузла комутації

$V_r \leq i \leq V_r + K_r$ ) організуються роздільні черги для пакетів із пріоритетами  $r_1$ ,  $r_2 = \overline{2, J}$  і  $r_3 = \overline{J+1, R}$  відповідно. При цьому в кожній з них реалізується наступна дисципліна обслуговування: при постановці пакетів у чергу діють абсолютні пріоритети, а при вибірці пакетів на обслуговування – відносні пріоритети відповідно до вдосконаленого алгоритму керування доступом до «хмарного» телекомунікаційним ресурсам. Застосування абсолютних пріоритетів при постановці в чергу зменшує середній час очікування пріоритетних пакетів із груп  $r_1$  і  $r_2 = \overline{2, J}$ , що дозволяє в остаточному підсумку підвищити інформаційну безпеку ТКС (поліпшити антивірусний захист) і забезпечити задані показники якості (QoS) обслуговування даних. В результаті в кожній черзі пакет  $\ell$ -го пріоритету приймається на обслуговування раніше пакета  $j$ -го пріоритету, якщо  $\ell < j$ . Крім того, якщо в момент надходження пакета  $\ell$ -го пріоритету в чергах  $r_1$ ,  $r_2 = \overline{2, J}$  або  $r_3 = \overline{J+1, R}$  було  $K_r$  пакетів, те пакет, що надійшов, обробляється в такий спосіб: або приймається в чергу за умови, що в ній є пакети з більше низьким  $j$ -м пріоритетом, при цьому останній пакет з нижчим пріоритетом витісняється з вузла комутації й надалі не робить на нього ніякого впливу; або губиться за умови, що в черзі є тільки пакети з більш високим і/або рівним  $j$ -м пріоритетом.

3. Пакети  $r$ -го пріоритету, що перебувають у черзі  $r_1$ ,  $r_2 = \overline{2, J}$  або  $r_3 = \overline{J+1, R}$ , обслуговуються відповідно до вдосконаленого алгоритму керування доступом до «хмарного» телекомунікаційним ресурсам.

У цілому представлена дисципліна обслуговування інформаційних пакетів в інтелектуальному вузлі комутації реалізує резервування мережних ресурсів на основі стратегії рухливої границі.

Подальшим завданням є дослідження й аналіз показників якості функціонування інтелектуальних вузлів комутації. Для цього пропонується використовувати модель багатоканальної СМО  $\overline{M}_r/M/V_r/K_r$ .

**О.В. Коваленко, канд. техн. наук, доц.,**  
**О.А. Смірнов, д-р техн. наук, проф.,**  
**А.С. Коваленко, канд. техн. наук,**  
**С.А. Смірнов, канд. техн. наук**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

## **МЕТОД ТЕСТУВАННЯ DOM XSS УРАЗЛИВОСТІ**

У цей час великий попит на Web-додатки й Web-послуги спричиняє великий інтерес зловмисників до їх можливих уразливостей. При цьому основні погрози в напрямку серверних компонентів трансформується в атаки, спрямовані проти звичайних користувачів. Проведений аналіз матеріалів Open Web Application Security Project (OWASP TOP-10) показав, що одним з найнебезпечніших видів атак (уразливостей) є міжсайтовий скриптинг – XSS (Cross Site Scripting). Аналіз літератури показав, що міжсайтовий скриптинг – це помилка валідації користувальницьких даних, що дозволяє передати JavaScript код на виконання в браузер користувача. Атаки такого роду часто також називають HTML-ін'єкціями, адже механізм їхнього впровадження дуже схожий з SQL-ін'єкціями, але на відміну від останніх, впроваджуваний код виконується в браузері користувача. З робіт відомо, що під XSS звичайно мається на увазі миттєвий і відкладений міжсайтовий скриптинг. При миттєвому XSS зловмисний код (Javascript) негайно вертається сервером, що атакується, як відповідь на HTTP запит. Відкладений XSS означає, що зловмисний код зберігається у системі, що атакується, і пізніше може бути впроваджений в HTML сторінку уразливої системи. Така класифікація припускає, що фундаментальна властивість XSS полягає в тому, що зловмисний код відсилається із браузера на сервер і вертається в цей же браузер (миттєвий XSS) або будь-який інший браузер (відкладений XSS). У ряді інтернет-статей докладно описані основні механізми виникнення подібного роду погроз, а також шляхи можливого блокування. Однак, щоб ідентифікувати ці погрози й можливі наслідки їхнього поширення в процесі безпечного керування ІТ-

проектами, а також запропонувати оптимальні шляхи рішення цієї проблеми, існує необхідність математичної формалізації процесу їхньої ініціалізації й поширення. Особливо актуальним завданням у цьому напрямку представляється моделювання DOM (Document Object Model) XSS уразливості. Зв'язано це з тим, що уразливість DOM XSS являє собою підвид XSS, у випадку якої результат атаки перебуває не у відповіді сервера й, відповідно, не в HTML коді, а в DOM структурі HTML сторінки. Результати атак за допомогою таких уразливостей можна виявити тільки в процесі виконання або аналізі DOM структури. Сам механізм атаки, а саме ін'єкція Javascript коду в уразливий сегмент, залишається незмінним.

Метою даної роботи є формування методу тестування на уразливість до одного з найпоширеніших видів атак на Web-додатки – DOM XSS.

Авторами, на основі експонентної GERT-мережі розроблена математична модель алгоритму аналізу DOM XSS уразливості, що відрізняється від відомих, обліком виконання або аналізу DOM структури. Модель може бути використана для дослідження процесів у комп'ютеризованих системах, при розробці нових засобів і протоколів захисту даних. Застосування експонентних стохастичних моделей GERT дасть можливість використання результатів, отриманих в аналітичному виді (функції, щільності розподілу) для проведення порівняльного аналізу й досліджень, більше складних комп'ютерних систем математичними методами. Авторами розроблений комплекс математичних моделей методу тестування WEB-додатків. В основу математичного моделювання покладений підхід GERT-мережного синтезу. У результаті розроблені математичні моделі методу тестування DOM XSS уразливості. Математична модель методу тестування DOM XSS уразливості відрізняється від відомих, обліком виконання або аналізу DOM структури, що дає можливість провести аналітичну оцінку тимчасових витрат тестування зазначеної уразливості в умовах реалізації стратегії розробки безпечного програмного забезпечення. У ході дослідження представлених моделей було визначено, що випадкова величина часу виконання розглянутих методів тестування в цілому відповідає гамма-розподілу.



**В.О. Гнатюк**, к.т.н., асистент кафедри ТКС,  
**М.М. Окунєва**, студент кафедри ТКС  
Національний авіаційний університет, м.Київ, Україна

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВІРУСУ Petya**

Анотація. В роботі досліджено вплив вірусу Petya на інформаційну безпеку держави. Проведено аналіз шляхів передачі вірусу, досліджено вплив на державні організації та їх інфраструктуру.

Ключові слова: кібератака, вірус Petya, інформаційна безпека.

В сучасному світі набуває поширення використання інформаційних та комунікаційних технологій (ІКТ), зростає їх важливість. У зв'язку з цим і збільшується кількість загроз ІКТ, тому з'являється потреба вдосконалювати кібербезпеку, щоб попередити можливі кібератаки на суспільному та державному рівнях. Однією із останніх кібератак була атака з використанням вірусу «Petya», яка нанесла серйозної шкоди державним організаціям та їх інфраструктурі.

Мета – дослідження вірусу Petya, шляхів його передачі та впливу на державні організації та їх інфраструктуру.

Згідно статистичних даних кількість атак в останні роки зросла, оскільки інформаційна безпека України перебуває в незадовільному стані. Однією з останніх масштабних кібератак є вірус-шифрувальник «Petya», який напередодні Дня Конституції уразив 27 банків, а також стратегічні об'єкти та великі підприємства – зокрема аеропорт «Бориспіль», «Укртелеком», «Київенерго» та «Укрпошту». Вірус Petya для отримання повного контролю над доменом та розвитку вектора атаки широко застосовує експлоїт EternalBlue (за статистичними даними 44%), а також утиліти Mimikatz. Отже, Petya має функцію, яка дозволяє йому розповсюджуватися на інші комп'ютери. За допомогою цього шифрувальник може вразити доменну систему, що еквівалентно компрометації інфраструктури. Крім того, вірус блокує доступ до певних типів файлів та вимагає викуп у розмірі 300 \$. Він модифікує

завантажувальний запис на жорсткому диску, примусово перезавантажує персональний комп'ютер і виводить повідомлення про те, що дані є зашифрованими, для відновлення яких треба внести кошти. Вірус вносить зміни у ділянку пам'яті, яка зарезервована для завантаження операційної системи й таблиці розділів диску. Щоб увійти в систему, потрібні права адміністратора. Зараження відбувається переважно електронною поштою, на яку надходить лист зі вкладеним файлом – інсталятором вірусу. У випадку, коли не вдається отримати права адміністратора та вразити розділ MBR, він завантажує утиліту шифрування файлу на диску, за виключенням системної директорії Windows, а також папок, які містять файли браузерів.

Дана атака нанесла великий економічний збиток, тому були розглянуті методи захисту від шифрування даних. По-перше, для цього потрібно оновити сигнатури антивірусного ПО на серверах та робочих станціях. По-друге, треба особисто здійснити блокування запитів до ресурсів мережі Інтернет. Для цього потрібно встановити дужки біля точок, щоб уникнути гіперпосилань. Якщо робочі станції вже знаходяться в зараженому стані, є необхідність відімкнути порти TCP від 1024 до 1035, 135 та 455. Коли робоча станція вже заражена та користувач бачить «синій екран смерті Windows», комп'ютер самостійно почне перезавантажуватися з запуском утиліти CheckDisk. У такому випадку необхідно від'єднати його від живлення для того, щоб дані на жорсткому диску не зашифрувалися. Відповідно, треба налаштувати блокування атак, які експлуатуються EternalBlue.

Причиною широкого розповсюдження вірусу є низький рівень інформаційної безпеки України, невиконання необхідних заходів захисту від подібних атак, а саме: підвищення рівня обізнаності співробітників із даної проблеми та формування принципів безпечної роботи з електронною поштою.

Отже, був проведений аналіз впливу вірусу Petya на інформаційну безпеку держави, досліджено шляхи його розповсюдження, були надані рекомендації щодо методів запобігання подібних атак.

**С.М. Охотний, студ.,**  
**Є.В. Мелешко, канд. техн. наук, доцент,**  
**А.А. Константинова, студ.**  
Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

## **РОЗРОБКА БОТА ДЛЯ СОЦІАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ FACEBOOK НА ОСНОВІ ФРЕЙМВОРКА SELENIUM**

На сьогоднішній день боти в соціальних мережах відіграють значну роль в формуванні соціальної думки населення. З допомогою них накручують популярність сайтам або товарам, формують суспільну думку. Тому будь-яку інформацію з Інтернету, особливо з соціальних мереж, необхідно піддавати сумнівам і шукати зацікавлену в її поширенні сторону.

Було проведено дослідження існуючих на сьогоднішній день ботів для соціальних мереж.

*SEO-боти, боти-лайкери, накручувачі рейтингу та репостери.* Основне призначення таких ботів – це накрутка базових показників сайту. Акаунти для таких ботів легко купити в магазинах BuyAccs або на форумах. Зазвичай ботами керують за допомогою таких програм, як Вікінг Ботовод, Plusmo, Olike і т.д. Основна ознака такого бота – велика кількість підписок та репостів при відсутності власних публікацій.

*СПА-боти.* Більш складний тип ботів, основною ціллю яких є продати товар. Подібні боти мають SMS-активацію й автор зазвичай наповнює їх акаунти інформацією більш ретельно, вручну або з використанням спеціалізованих програм, таких як Xrumer, ZennoPoster або інших. Такі боти розподіляються на класи відповідно до продуктів, які ними просуваються. Основна ознака таких ботів: активне посилання на сторонній сервіс прямо в профілі.

*Соціально-політичні боти-тролі та лідери думок.* Найбільш складна категорія ботів. Такі ботів «вирощують» місяцями і використовують в інтересах політичних сил. Зазвичай вони представляють собою лідерів думок певного соціального прошарку населення. Наприклад, вчителя молодших класів, яка говорить про наболілі питання освіти,

тим самим впливаючи на думки батьків дітей. Основної ознаки таких ботів не має, так як вони максимально наближені до акаунту реальної людини.

В рамках даної роботи було розроблено бота для реклами Інтернет-ресурсів у соціальних мережах.

Розробка бота велася на основі фреймворка Selenium, а саме Selenium WebDriver, який є програмною бібліотекою для керування браузером. Фреймворк представляє сімейство драйверів для різних браузерів, а також набір клієнтських бібліотек на різних мовах, що дозволяють працювати з цими драйверами. В рамках проекту Selenium розробляються драйвери для браузерів Firefox, Internet Explorer і Safari, а також драйвери для мобільних браузерів Android і iOS. Драйвер для браузера Google Chrome розробляється в рамках проекту Chromium, а драйвер для браузера Opera (включаючи мобільні версії) розробляється компанією Opera Software. Тому вони формально не є частиною проекту Selenium, поширюються і підтримуються незалежно. Але логічно, звичайно, можна вважати їх частиною сімейства продуктів Selenium. Аналогічна ситуація і з клієнтськими бібліотеками – в рамках проекту Selenium розробляються бібліотеки для мов Java, .Net (C#), Python, Ruby, JavaScript.

Для розробки бота на основі Selenium використовувалася платформа .Net та Visual Studio, яка дозволяє легко завантажити та встановити необхідні компоненти Selenium для потрібного браузера через NuGet (Наприклад для Firefox – Selenium.Firefox.WebDriver). Було реалізовано можливість пошуку постів в групі або на сторінці користувача за певним словом або хеш-тегом та додавання коментаря з посиланням на певний ресурс. Першим кроком був процес авторизації користувача у соціальній мережі Facebook. Засобами Selenium це виконується за допомогою пошуку полів вводу даних, їх заповнення та натисканням кнопки-підтвердження. Далі виконується перехід на посилання сторінки, де проводиться пошук постів по хеш-тегу або слову. Бот надає можливість усі відфільтровані пости автоматично прокоментувати і додати посилання на ресурс, який планується поширити. З допомогою такого бота можна провести рекламу певного сайту, усім, хто може зацікавитися розташованим на сайті контентом.

Л.І. Поліщук, ст. викл.

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

## **ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ОБ'ЄКТНО – ОРІЄНТОВАНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

Тенденції розвитку сучасних інформаційних технологій призводять до постійного ускладнення процесу збирання й передавання інформації про об'єкт. Для боротьби зі складністю такого роду створені автоматизовані системи управління (АСУ).

Для успішної реалізації АСУ об'єкт повинен бути насамперед адекватно описаний, повинні бути побудовані повні, а також несуперечливі функціональні та інформаційні моделі АСУ. Накопичений до теперішнього часу досвід проектування АСУ показує, що це трудомістка і тривала за часом робота [1].

Серед основних задач розроблення й впровадження програмного забезпечення (ПЗ) АСУ різного призначення особливої уваги приділено задачам підвищення якості ПЗ та скорочення терміну його розроблення. Але тут виникає суперечність між необхідністю розроблення моделей об'єктно-орієнтованого програмного забезпечення (ООПЗ) АСУ в установлені строки і їх тестування з належною повнотою з одного боку, та обмеженими можливостями сучасних технологій з автоматизації побудови й тестування моделей ПЗ з іншого боку.

Одним із напрямків вирішення суперечності, що виникає є формалізація процесу проектування й тестування ООПЗ АСУ в цілому, так і процесу розроблення й тестування моделей поведінки програмних об'єктів під час проектування АСУ зокрема [2].

В роботі [2] запропоновано інформаційну технологію, яка забезпечує підвищення значення показника повноти

тестування програмного забезпечення АСУ на стадії проектування і, як наслідок, істотне скорочення трудомісткості, тривалості й вартості реалізації проекту.

Слід відмітити значний внесок у вдосконалення методу синтезу моделей станів, у якому на відміну від існуючих вихідна проектна інформація, задана послідовностями “подія – дія” класу ООПЗ, представляється як алфавітне відображення на основі алгебри регулярних подій, а побудова безпосередньо скінчено-автоматної моделі станів здійснюється за допомогою адаптованого метода абстрактного синтезу скінченного автомата, що в цілому забезпечує формалізацію процесу визначення станів і їх взаємозв’язків у життєвому циклі об’єкта програмного забезпечення на стадії об’єктно-орієнтованого проектування.

Набув подальшого розвитку метод синтезу тестової структури станів програмного об’єкта АСУ за рахунок формального подання тестової моделі станів на основі автоматних мереж Петрі, що забезпечує тестування індивідуальної поведінки об’єктів ПЗ АСУ на стадії об’єктно-орієнтованого проектування, виявлення логічних помилок відповідної проектної моделі станів шляхом аналізу властивостей живучості й досяжності.

Вперше розроблено метод синтезу тестових структур взаємодії програмних об’єктів АСУ на стадії проектування на основі формалізації елементів моделі взаємодії програмних об’єктів АСУ із застосуванням формального представлення мови об’єктно-орієнтованого моделювання та формального подання тестової моделі взаємодії програмних об’єктів АСУ на базі E-мереж, що забезпечує врахування характеристик об’єктів ПЗ АСУ в межах відповідної моделі, тестування їх колективної поведінки.

### **Список літератури**

1. Доренський О.П. Порівняльний аналіз технологій проектування й розроблення складних програмних систем / О.П. Доренський // 174 Інформаційні технології в освіті, науці і техніці (ІТОНТ-2014) : II Міжнар. наук.-практ. конфер., 24-26

квіт, 2014 р. : тези доп., у 2-х томах. – Черкаси, 2014. – Т. 1. – С. 13-14.

2. Доренський О.П. Інформаційна технологія синтезу тестових моделей поведінки об'єктів програмного забезпечення АСУ на стадії об'єктно-орієнтованого проектування: Дисертація на здобуття канд. техн. наук: 05.13.06 / О.П.Доренський; Кіровоград. – На правах рукопису, 2015. – 222 с.

**УДК 621.446 (045)**

**С.Ю. Даков, магістр, аспірант<sup>1</sup>,**

**Р.С. Одарченко, канд. техн. наук, доц.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>КНУ, ім. Тараса Шевченка, м.Київ, Україна

<sup>2</sup>Національний авіаційний університет, м.Київ, Україна

### **РОЗРАХУНОК ВАРТОСТІ SDN МЕРЕЖІ ДЛЯ ОПЕРАТОРСЬКОГО КЛАСУ**

Сучасні мережеві технології мають велику кількість підходів до побудови мережі. Різноманітність технологій роблять побудова мережевої інфраструктури завданням складним, але дуже важливим, тому що після того коли модель буде спроектована і реалізована вносити глобальні зміни в структуру буде дуже складно. Це завдання потрібно виконати заздалегідь і прорахувати вартість на етапі побудови проекту.

Майже кожний будинок, та кожний користувач ПК, має вихід в глобальну інтернет мережу, будь то розважальний контент або, якась база даних, малого чи великого виробництва. Основна тенденція цих напрямків, «Інтернет в кожному будинку та кожному мобільному пристрою».

Конкуренція на ринку інтернет послуг досить велика, тому використовувати технології які вже застаріли, не розумно. Сучасні користувачі інтернету, потребують використання великих об'ємів трафіку, будь то мультимедіа чи інтернет контент, чи соціальні мережі, якість роботи в

інтернет каналах потрібна бути високою. Тому для інтернет провайдерів, треба використовувати більш сучасні, ефективніші, динамічні, централізовані технології SDN.

Але не кожний провайдер має можливість будувати найсучаснішу та найшвидшу мережу, так як ця мережа буде економічно не обґрунтована.

В іноземній і вітчизняній літературі часто пишуть про нетехнологічних проблемах централізованих систем управління. Необхідність перебудови існуючих мереж. Необхідність перекваліфікації адміністраторів мереж. Мала кількість «чистих» OpenFlow комутаторів на ринку. Здебільшого, OpenFlow присутній у мережевому обладнанні лише як додаткова функціональність. Це призводить до удорожчання обладнання, а отже на впровадження програмно – конфігурованої мережі необхідні більші грошові витрати. Невелика кількість програм для контролера з відкритим програмним кодом.

Ці недоліки формують велику вартість мережі SDN. Але велика вартість проекту лише с початку побудови. Якщо розрахувати вартість мережі враховуючи більшу смугу часу, зрозуміло що SDN в експлуатації має більш ефективний та економічний фінансовий розвиток.

В цій роботі основна задача проаналізувати можливість переходу з класичної на більш ефективну технологію, та розподілити затрати провайдера на обладнання, згідно схемі окупності. Реалізація мережі можна виконати за класичною архітектурою, та програмно керованою. Програмно керована мережа має два варіанта розвитку, на існуючу класичну мережу Overlay, або встановлювати на цей час більш затратну систему OpenFlow.

На всі три системи керування ми маємо різну цінову політику.

NAT мережа має невелику первісну вартість, на ринку дуже багато виробників обладнання які вже досить давно конкурують між собою, тому й ціна не дуже відійшла від собівартості виробництва приладів.



SDN мережа – це досить нова і небагато де впроваджена технологія, тому затрати значно більші, але дуже бистра вартість спадає, бо технологія набирає популярності, та як що брати на увагу ефективність, яка має більш продуктивні показники то стає зрозуміло, програмно керовані мережі мають потенціал та перспективу розвитку.

Оплата праці працівників обслуговуючих мереже також має інший коефіцієнт.

Для мережі SDN обслуговуючий персонал має більшу кваліфікацію, тому заробітна плата вища ніж у працівників IP мережі. Та кількість операторів значно менша, то що налаштування відбувається на вищому рівні.

Враховуючі добуток усієї вартості ми зможемо прорахувати вартість мережі за певний час, та зробити аналіз окупності мережі. Який, як що враховуючі всі змінні, покаже час де вартість ПКМ буде менша ніж вартість IP, за рахунок можливості більш економічної можливості обслуговуючого персоналу.

**УДК 004.738.5**

**В.В. Сидоренко, ст. викл.**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

## **ВИКОРИСТАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА**

Сучасний етап розвитку виробництва характеризується підвищенням вимог до технічних систем, збільшенням потужності машин і агрегатів, швидкою зміною номенклатури виробів в умовах жорсткої конкуренції між виробниками.

Для підвищення ефективності прийняття технічних рішень постає важлива задача впровадження нових інформаційних технологій.

Основними конкурентними перевагами підприємств, що використовують інформаційні технології є:

- оперативність отримання інформації;
- зниження невиробничих витрат (торгових витрат, витрат на рекламу, витрат пов'язаних з сервісним обслуговуванням та інформаційною підтримкою споживачів);
- скорочення циклу виробництва та продажу, оскільки зникає потреба повторного підтвердження інформації і знижується вірогідність помилок при введенні інформації або її передачі;
- значно знижуються затрати, пов'язані з обміном інформацією за рахунок використання більш дешевих засобів в телекомунікації;
- більша відкритість компаній для споживачів;
- можливість звертання користувачів до великих масивів інформації у вигляді баз даних і до інформаційної продукції широкої номенклатури.

Автоматизована система виробничого призначення здійснює збирання інформації об'єкта керування, перетворює й обробляє її, формує керуючі команди та виконує їх на керованому об'єкті.

Людина визначає цілі та критерії керування та коригує їх, коли змінюються умови, зокрема, виконує функції нагляду за роботою автоматизованих пристроїв і в разі потреби змінює програму їхньої роботи та приймає загальні рішення щодо керування в змінних, або складних ситуаціях.

У зв'язку зі збільшенням кількості інформаційних систем зростає обсяг обчислювального дублювання, що стало значною мірою гальмівним чинником для індивідуальної оперативної підтримки.

Виходом з такої ситуації стала концепція утворення єдиної централізованої бази моделей.

У цьому напрямку отримано ряд результатів:

1) більш високий рівень модульності, досягнутий завдяки стандартизації інтерфейсів, дозволив поліпшити можливості знаходження надмірностей;

2) системи керування базами даних були використані для контролю та управління інтерфейсних моделей;

3) за допомогою засобів системного аналізу і мов специфікацій були здійснені спроби описати обчислення таким способом, який був би прийнятним для широкого діапазону користувачів;

4) деякі системні описи були автоматизовані та включені в програмне забезпечення за допомогою діалогу користувач-система, параметризованих алгоритмів та інтерфейсів типу меню.

Впровадження інформаційних систем відкриває нові можливості для ефективного вирішення основних задач виробництва. Дозволяє реалізувати програми ресурсозбереження шляхом зниження експлуатаційних витрат на утримання систем зв'язку, зниження енергоспоживання, уникнути пікових навантажень, збільшити продуктивність праці, поліпшити якість послуг і робіт, а також підвищити кваліфікацію працівників підприємства.

Усе це визначає актуальність застосування інформаційних технологій в умовах розвитку ринкових відносин, координації наукової та практичної діяльності в області сучасних інформаційних технологій.

**УДК 004.732**

**В.С. Гермак, викл.**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

### **АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ БЕЗПЕКИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВА**

Розвиток інформаційних технологій дозволяє підвищити ефективність діяльності компаній, але разом з тим з'являються і ризики, пов'язані із загрозами інформаційній безпеці підприємства. Одним з важливих аспектів забезпечення

інформаційної безпеки підприємства є аналіз і оцінка інформаційних ризиків компанії.

Нині існує ряд методик, що дозволяють провести оцінку загроз і захищеності об'єкту. Їх можна розділити на методи що потребують використання спеціального устаткування і не потребують. До методів що не використовують спеціальне устаткування відносяться: табличний метод, метод ієрархій, метод експертних оцінок. До методів що використовують спеціальне устаткування відносяться: метод випробувань, моделювання на об'єкті загрозової ситуації, використання методик сучасної психології і психофізіології.

Табличний метод - основу методу складає побудова таблиць, які є схемою зв'язків між загрозами, вразливостями і ресурсами. Кількісні і якісні показники оцінюються за допомогою бальних шкал. Метод аналізу ієрархій – його застосування зводить дослідження практично будь-яких складних систем до послідовності попарних порівнянь компонентів цих систем. Табличний метод і метод ієрархій працюють лише у тому випадку, коли практично усі зв'язки між загрозами, негативними діями і можливостями реалізації виміряні об'єктивно і в повному об'ємі.

Метод експертних оцінок - метод, в центрі якого лежить декомпозиція складної задачі, яка важко піддається формалізації, на послідовність простіших підзадач, що відповідають певному числу елементарних експертиз. Цей метод також має ряд недоліків - оцінка завжди залежить від суб'єктивних суджень експерта, його знань і досвіду.

Проведення випробувань з використанням спеціальної апаратури є досить трудомістким і вимагає наявності складної апаратури. Цей метод слід застосовувати, коли, наприклад, необхідно перевірити наявність підслуховуючих пристроїв в конкретних приміщеннях, визначити, чи можливе знімання мовної інформації з шибок.

Моделювання загроз є дуже ефективним і дозволяє виявити слабкі місця в системі захисту. Для його застосування необхідно розробити модель операції, що умовно загрожує

життєдіяльності об'єкту (озброєний напад, таємне проникнення з нейтралізацією засобів захисту та ін.).

Що стосується методик сучасної психології і психофізіології - метод ґрунтується на перевірці обслуговуючого персоналу на його лояльність і здатність виконувати покладені функції. Ці методи виявляються ефективними в тих випадках, коли необхідно дати оцінку надійності персоналу, визначити здатність посадовця виконувати свої функції в різних ситуаціях.

Проте, виникає питання про повноту охоплення актуальних для підприємства загроз і отже про ефективність розроблених методів і засобів захисту. Класифікуємо загрози за чотири області інформаційної системи : організаційною, технічною, програмною і правовою. До певних типів загроз застосовні різні методи оцінки ефективності системи безпеки. За допомогою експертних оцінок і методу ієрархій можна оцінити усі загрози підприємству, табличним методом доцільно визначати загрози організаційної, технічної і програмної областей, тоді як складний ланцюг взаємозв'язків правових загроз можна оцінити методом ієрархій. Метод моделювання дозволяє виявити загрози в програмно-апаратному комплексі. Єдино можливим застосуванням методу випробувань є оцінка загроз технічного характеру. Відстежувати вплив на інформаційну систему з боку внутрішніх користувачів і оцінювати їх лояльність можливо психофізіологічними методами. Отже жоден з розглянутих методів не можна назвати універсальним, тому що не забезпечується перекриття усіх можливих загроз. Таким чином, можна зробити висновок про необхідність застосування комплексного підходу.

**Ю.В.Коваленко, студ.4 к.,**

**Л.І. Поліщук, ст. викл.**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

## **ГЕНЕТИЧНИЙ АЛГОРИТМ В КОМП'ЮТЕРНО- ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ**

Одним з найбільш важливих напрямків технологічного прогресу початку ХХІ століття є розвиток систем штучного інтелекту, здатних розширити коло розв'язуваних людством завдань.

На світогляд людей сильно вплинула теорія еволюції Чарльза Дарвіна, представлена в роботі "Походження Видів", в 1859 році. Вчені, які займаються комп'ютерними дослідженнями, у пошуках натхнення звернулися до теорії еволюції. Можливість того, що обчислювальна система, наділена простими механізмами мінливості і відбору, могла б функціонувати за аналогією з законами еволюції в природних системах, була дуже привабливою. Ця надія є причиною появи ряду обчислювальних систем, побудованих на принципах природного відбору. У процесі вивчення різних підходів до вирішення завдань оптимізації нами висувається гіпотеза що, рішення задач оптимізації можливо за допомогою генетичних алгоритмів.

Майже в кожній клітині будь-якої особини є набір хромосом, що несуть інформацію про цю особини. Основна частина хромосоми - нитка ДНК, що визначає, які хімічні реакції будуть відбуватися в даній клітині, як вона буде розвиватися і які функції виконувати. При успадкуванні можливі мутації через радіоактивності або інших впливів, у результаті яких можуть змінитися деякі гени. Якщо ці нові властивості корисні, вони, швидше за все, збережуться в даному виді - при цьому відбудеться стрибкоподібне підвищення пристосованості виду. Вперше подібний алгоритм був запропонований у 1975 році Джоном Холландом (John

Holland) в Мічиганському університеті. Він отримав назву «репродуктивний план Холланда» і ліг в основу практично всіх варіантів генетичних алгоритмів.

Генетичний алгоритм починає роботу з формування початкової популяції – набору допустимих рішень Лідера. Для оцінки допустимих рішень використовується цільова функція Лідера. Для обчислення її значення необхідно вирішити задачу Конкурента. Оптимальне рішення задачі Конкурента знаходимо за допомогою методу гілок і відсікань, закладеного в комерційному пакеті CPLEX для вирішення завдань змішаного цілочисельного програмування. Для поліпшення якості початкової популяції пропонується наступна стратегія вибору початкових рішень. нехай  $X^*$ -оптимальне рішення задачі Лідера, що мінімізує сумарні відстані до клієнтів, в разі коли на ринку відсутня Конкурент. Модифікуємо рішення  $x^*$ . Позначимо через  $S$  безліч номерів відкритих Лідером підприємств  $S = \{i \mid x^*_i = 1, i \in I\}$ . Виберемо випадковим чином пару елементів  $(i_1, i_0)$ , де  $i_1 \in S, i_0 \in I \setminus S$  і поміняємо їх місцями. До отриманого таким чином рішенням застосуємо процедуру локального поліпшення. Отриманий локальний оптимум додамо в популяцію. повторимо вибір пар і процедуру локального поліпшення поки не сформуємо популяцію потрібного обсягу. Реалізація стандартної процедури локального підйому вимагає перегляду всієї околиці, тобто перебору всіх можливих пар  $(i_1, i_0)$  і обчислення цільової функції Лідера. Це є трудомістким процесом через рішення внутрішньої задачі Конкурента. Тому в роботі пропонується переглядати не всю околицю, а тільки її частину. Для кожного елемента з безлічі  $S$  визначимо  $l$  найближчих підприємств з безлічі  $S$ . Як  $i_1$  виберемо випадковим чином елемент з безлічі  $S$ , а в якості  $i_0$  один з  $l$  найближчих до  $i_1$  підприємствам.

Основна мета даного алгоритму – отримання нових варіантів розв'язків порівняно з тими, що вже існують для отримання покращеної швидкодії. Тому обов'язковою умовою є те, що внаслідок схрещування двох батьківських особин повинні виникнути коректні у межах поставленого завдання

нащадки. У деяких випадках ця умова 276 вимагає використання "нестандартних" генетичних операторів. Не варто розцінювати генетичні алгоритми як своєрідну панацею для завдань оптимізації. Існує No Free Lunch теорема, згідно з якою на повній множині завдань не можна виділити найкращий метод оптимізації. Тому з великою вірогідністю генетичні алгоритми покажуть як мінімум не кращі результати порівняно із спеціально розробленими методами. По-перше. Великою перевагою еволюційних обчислень є можливість використання уніфікованого підходу до вирішення найрізноманітніших проблем. Під час вирішення складних завдань перебору генетичні алгоритми показують прекрасні результати. По-друге. При реалізації алгоритмів велику увагу необхідно звертати на специфіку мови програмування і нюанси програмування цих алгоритмів. Це може дати певний вигравш у часі.

#### Список літератури

1. Кочетов Ю.А. Верхние оценки для одной двухуровневой задачи о  $p$ -медиане // Российская конференция «Дискретная оптимизация и исследование операций». Материалы конф. 2007. С.

2. Жданов А.А. Принципи автономного адаптивного керування. Дисертація на конкурс вченого ступеню доктора фізико-математичних наук. -Москва.: ОЦ РАН, 1993.-с. 318



**Р.С. Одарченко, канд. техн. наук, доц.,  
Л.О.Харлай, здобувач**  
Національний авіаційний університет, м.Київ, Україна

## **РОЗШИРЕНА КЛАСИФІКАЦІЯ ПОСЛУГ СТІЛЬНИКОВОГО ОПЕРАТОРА**

Наразі не існує чіткої класифікації додаткових послуг, які надаються в стільникових мережах. Порівнюючи різні покоління мобільних мереж, можна зробити висновок про стрімкий розвиток ринку цих послуг, та велику кількість існуючих, тому, аби впорядкувати ці послуги, необхідно розробити їх класифікацію. Для успішної розробки та розвитку додаткових послуг необхідно мати чіткі уявлення про мету створення та умови реалізації. Основною ціллю створення таких послуг є комерційна вигода.

Оскільки конкуренція на ринку мобільного зв'язку є надзвичайно великою, тому необхідно створити такі додаткові послуги, які зможуть виокремити мобільного оператора серед інших, та зацікавити користувачів.

Отже, умовно такі послуги можна розділити на дві групи ,безкоштовні та платні VAS послуги які надаються МО.

До безкоштовних послуг віднесемо послуги сервісу, тобто послуги які призначені для того аби задовольнити потенційного та існуючого абонента у взаєминах з компанією. Саме наявність та якість цих послуг в основному формує ставлення клієнта до компанії, її імідж.

Платні VAS включають в себе технологічні послуги. Технологічні послуги – це послуги, які безпосередньо обмежені стандартом зв'язку і технологічною платформою яка використовується компанією-оператором.

Технологічні в свою чергу розподіляються на базові додаткові послуги – це набір додаткових послуг, що став однаковим практично для всіх компаній-операторів, і реалізований в більшості використовуваних ними стандартах стільникового зв'язку. Ці послуги підтримуються багатьма моделями сучасних стільникових телефонів.

Іншим важливим структурним елементом даної класифікації є контент-послуги. Ми відносимо до них – додаткові послуги мобільного зв'язку, які завантажують через (SMS, MMS, WAP і т.п.) технології, персоналізовану інформацію для особистого користування. В свою чергу контент послуги розподілимо на 3 великі групи: корпоративні послуги, персоналізацію, новини & розваги.

Окремою групою послуг є захист в стільникових мережах, ця група слугує для безпечної передачі даних в мобільних мережах, та збереження конфіденціальності. Зараз ці послуги не розвинені, однак в майбутньому вони будуть грати одну з провідних ролей.

Таким чином, було розроблено узагальнену класифікацію послуг стільникового зв'язку (рис. 1).

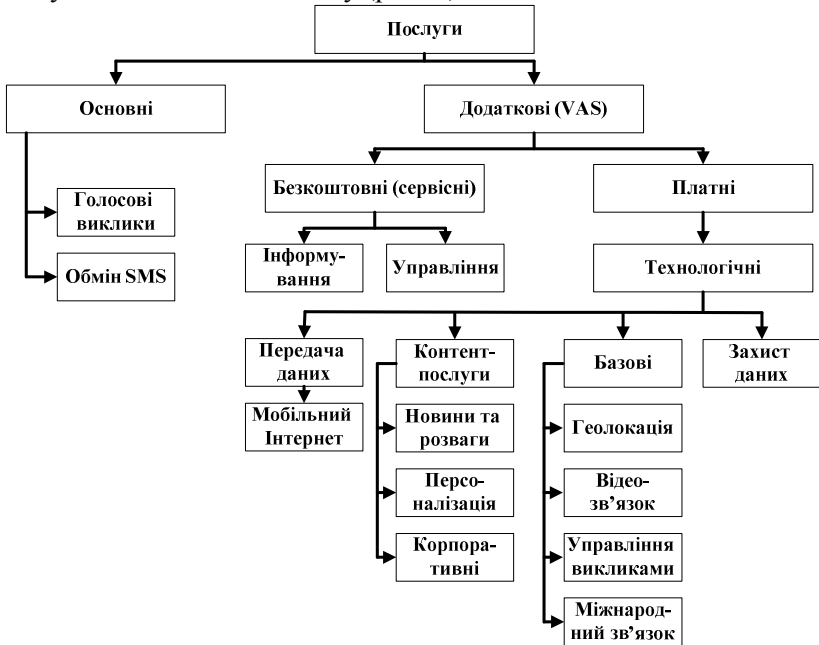


Рисунок 1. Узагальнена класифікація послуг стільникового зв'язку

## WEB ТЕХНОЛОГІЯ HTML6

HTML6 достатньо новий і його потрібно вивчати, тому що це майбутнє у веб-програмуванні.

Як і HTML5 у HTML6 нова, більш стандартизована, структура коду, більше схожа на XML і більше підходить для створення веб-додатків майбутнього.

Пару років тому пропонували списки доповнень до HTML прийоми роботи з CSS, але W3C вигадали оригінальне рішення. В мову гіпертекстової розмітки додали простір імен в XML стилі і це найпомітніша зміна в HTML6. Це дало вплив на структуру коду, стандартувало її, та привело на новий рівень. Користувачу більше не потрібний атрибут id для блоків оскільки є простір імен.

Ось приклади коду HTML6:

<div id="container"> - тепер може стати: <container>.

Давайте ж подивимося на ці простори імен:

```
<!DOCTYPE html>
<!-- Notice how <html> turns into <html:html> -->
<html:html>
  <!-- Obviously, the <head> tag also changes, so do the rest of
codes. -->
  <html:head>
    <html:title>A Look Into HTML6</html:title>
    <html:meta type="description" value="HTML6 namespaces
example">
  </html:head>
  <html:body>
    <!-- Anchor text example -->
    <html:a href="http://www.designzzz.com">Go to
Designzzz!</html:a>
```

```

<!-- Image example -->
<html:media src="img/logo.jpg" type="image">
<!-- Video example. You can include any video. -->
<html:media src="videos/slides.mov">
<html:button>Click Here</html:button>
</html:body>
</html:html>

```

А це приклад завершеного коду:

```

<!DOCTYPE html>
<html:html>
  <html:head>
    <html:title>Overview of HTML6</html:title>
    <html:meta type="title" value="Designzzz.com">
    <html:meta type="description" value="HTML6
namespaces">
    <html:link src="css/mainfile.css" title="Styles"
type="text/css">
    <html:link src="js/mainfile.js" title="Script"
type="text/javascript">
  </html:head>
  <html:body>
    <header>
      <logo>
        <html:media type="image" src="images/logo.png">
      </logo>
      <nav>
        <html:a href="/img1">a1</a>
        <html:a href="/img2">a2</a>
        <html:a href="/img3">a3</a>
      </nav>
    </header>
    <content>
      <article>
        <h1>Main Heading</h1>
        <p>[...]</p>
        <p>[...]</p>
      </article>
      <article>

```

```
<h2>Concepts of HTML6</h1>
<h2>Namespaces in HTML6</h2>
<p>[...]</p>
</article>
</content>
<footer>
  <copyright>Your copyright notice.</copyright>
</footer>
</html:body>
</html:html>
```

Таке майбутнє HTML-атрибутів і воно удосконалисть веб-розробку і піднесе її до нового, високого рівня.

Також є посилання на сайт, де кожен користувач та розробник може перевірити свій браузер на сумісність с новим HTML6 – <http://html6test.com/>.

Очевидно, так це те, що HTML6 рухається в бік викорінення Javascript. Простори імен дають зрозуміти, що протягом декількох років HTML6 дозріє до самостійної платформи програмування і перевершить PHP, .NET та інші подібні мови з точки зору функціональності та складності.

**УДК 004.438**

**К.О. Тімошенко студ. гр. КМ-17-3ск**

**О.Є. Тесленко, асист.**

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна

### **СЕЛЕКТОР CSS4**

CSS-селектори відтепер розділені на дві групи: швидка і повна. Швидкі селектори - це ті селектори, які підходять для динамічного CSS-движка. Повна група селектор підходить для використання в тих ситуаціях, в яких швидка вибірка даних не настільки важлива, наприклад, при використанні їх через document.querySelector.

:Has – це одна з найцікавіших частин специфікації CSS-селекторів четвертого рівня, але вона супроводжується важливим попередженням, про який мова піде нижче. Даний селектор дозволяє вказати, які об'єкти повинні бути присутніми всередині зазначеного елемента, для того, щоб це правило спрацювало по відношенню до нього.

Це відкриває великий простір для нових варіантів вказівки шуканих елементів. Для прикладу, ми можемо вибрати всі секції, в яких присутні заголовки:

```
//Будь-яка секція, в якій є заголовок  
section:has(h1, h2, h3, h4, h5, h6)
```

Інший варіант: розробник може вибрати всі параграфи, в яких присутні зображення, або, навпаки, присутні тільки елементи, які не є зображеннями.

//Виберемо параграфи, які не мають чого-небудь, що не є зображенням

p

: Has (img) // має зображення

: Not (: has (: not (img)))

// не має всередині чого-небудь, що не є зображенням

Можна навіть вибрати ті елементи, які мають певну кількість нащадків (в даному прикладі, п'ять):

// Сайдбар з п'ятьма елементами всередині

div.sidebar

: Has (\*: nth-child (5)) // Має п'ять нащадків

: Not (: has (\*: nth-child (6))) // Не шостого

: MATCHES

: Matches - це стандартизація: moz-any і: webkit-any, яка якийсь час була присутня в браузерських префіксах. Це дозволяє автору стилю об'єднати схожі правила. Наприклад, це може бути корисно для об'єднання згенерованого за допомогою SCSS / SASS виведення, на кшталт такого:

```
body > .layout > .body > .content .post p
```

```
a.image.standard:first-child:nth-last-child(4) ~
```

```
a.image.standard,
```

```

body > .layout > .body > .content .post p
a.image.standard:first-child:nth-last-child(4),
  body > .layout > .body > .content .post li
a.image.standard:first-child:nth-last-child(4) ~
a.image.standard,
  body > .layout > .body > .content .page p
a.image.standard:first-child:nth-last-child(4),
  body > .layout > .body > .content .page p
a.image.standard:first-child:nth-last-child(4) ~
a.image.standard,
  body > .layout > .body > .content .page p
a.image.standard:first-child:nth-last-child(4),
  body > .layout > .body > .content .page li
a.image.standard:first-child:nth-last-child(4) ~
a.image.standard,
  body > .layout > .body > .content .page li
a.image.standard:first-child:nth-last-child(4) {
  ....
}

```

в кілька більш піддається контролю варіант:

```

body > .layout > .body > .content
:matches(.post, .page)
:matches(p, li)
:matches(a.image.standard:first-child:nth-last-child(4),
  a.image.standard:first-child:nth-last-child(4) ~
  a.image.standard),
  ....
}

```

**:NTH-CHILD (AN + B [OF S])**

У той час як: `nth-of-type` існує з початку тисячоліття, CSS-селектори четвертого рівня додають можливість зробити фільтрацію, засновану на селекторі:

```
div :nth-child(2 of .widget)
```

Селектор *S* використовується для визначення індексу, і він не залежить від селектора, що знаходиться зліва від псевдо-класу. Як написано в специфікації, якщо ви заздалегідь знаєте

тип елемента, селектор: `nth-of-type` може бути перетворений в: `nth-child (... of S)`, подібно до цього:

```
img:nth-of-type(2) => :nth-child(2 of img)
```

Різниця між цим селектором і: `nth-of-type` невелика, але вона важлива. Для: `nth-of-type`, кожен елемент - вказали ви для нього селектор, або ж ні - має неявний індекс для себе серед своїх побратимів з тим же ім'ям тега. Вираз: `nth-child (n of S)` створює новий лічильник кожен раз, коли ви використовуєте новий селектор.

Це створює потенціал для можливих багів в нових селекторах. Так як селектор всередині псевдо-класу: `nth-child` не залежить від селектора зліва від нього, ви можете випадково пропустити частину вашого запиту, якщо вкажете в лівому селекторі все як слід, але забудете вказати все необхідне всередині: `nth-child`. наприклад:

```
tr:nth-child(2n of [disabled])  
:NOT ()
```

У той час, коли ви використовували якийсь час: `not`, тепер ви можете перерахувати всередині нього кілька аргументів, щоб зберегти кілька байт і ввести:

```
// еквівалентно наступному:  
// :not(h1):not(h2):not(h3)...  
:not(h1, h2, h3, h4, h5, h6)
```

Комбінатор НАЩАДКІВ (>>)

Комбінатор нащадків присутній в CSS з самого початку у вигляді пропуску (`>`), але тепер він має явну версію:

```
// Еквівалентно наступного:  
// p img {...}  
p >> img {...}
```

Причина додавання даного правила полягає в організації моста між прямим нащадком (`>`) і оператором для прозорого DOM (`>>>`).

Комбінатор стовпців (`||`) I: `NTH-COLUMN`

CSS-селектори четвертого рівня додають операції зі стовпцями, які дозволяють розробникам стилів більш простим способом змінювати дизайн певних стовпців в таблиці.



Поточний підхід в завданні стилів для таблиць вимагає використання: `nth-child`, який не завжди збігається зі стовпцями таблиць при використанні атрибутів `colspan`.

При використанні нового комбінатора стовпчика, ви можете задати стиль комірок таблиці, які знаходяться в тому ж стовпці, що і заданий елемент `col`:

```
// Наступний приклад робить осередку C, E і G
жовтими
// (приклад узятий із специфікації CSS-селекторів 4-й
версії)
col.selected || td {
  background: yellow;
  color: white;
  font-weight: bold;
}
<Table>
  <Col span = "2">
  <Col class = "selected">
  <Tr> <td> A <td> B <td> C
  <Tr> <td colspan = "2"> D <td> E
  <Tr> <td> F <td colspan = "2"> G
</ Table>
```

Як альтернативний варіант, автор може використовувати: `nth-column i`: `nth-last-column` для завдання стилів осередкам. У будь-якому випадку, якщо осередок охоплює декілька стовпців, цей селектор торкнеться будь-який з них.

#### :PLACEHOLDER-SHOWN

Одне невелике доповнення до мови селектора - це: `placeholder-shown`. Він відповідає `input`-елементу, якщо і тільки якщо він відображає текст зі свого `placeholder`-атрибута.

#### :ANY-LINK

:`Any-link` - це ще одне маленьке доповнення. Воно оголошено для відповідності будь-якому з властивостей: `link` або: `visited`.

```
// Еквівалентно наступного:
// a: link, a: visited { ... }
a: any-link { ... }
```

## ВІРТУАЛЬНА РЕАЛЬНІСТЬ – ВІД МИНУЛОГО ДО СЬОГОДЕННЯ

Кількістю технологічних новинок у наш час не здивуєш нікого. Кожні кілька років з'являється технологія, що дає змогу більш глибоко занурюватись у комп'ютерний світ бітів та байтів.

Так було і з віртуальною реальністю (з англ. virtual reality). Ще 3 роки тому про неї згадували лише як про концепцію, а тепер вона є одною з швидкозростаючих галузей IT. Яка нам, як студентам, користь від поширення віртуальної реальності у широкі маси? Давайте розберемось, розглянув історію виникнення цієї технології.

Вперше віртуальна реальність була запропонована Мортеном Хейлігом у кінці 1962 року. Це був мультисенсорний симулятор з назвою «Sensorama». Вона занурювала глядачів у віртуальну реальність за допомогою короткометражних відеороликів, які супроводжувались запахами, вітром (від фенів) і шумом з аудіозаписів.

Пізніше у 1967 році Айвен Сазерлендом був сконструйований перший шолом, який дозволяв змінювати зображення після руху головою. Першою повною реалізацією технології прийнято вважати створену у 1977 році у Массачусетському інституті «Кінокарту Аспена», яка дозволяла віртуально прогулятись по місту Аспен, змінюючи пори року та способи відображення місцевості.

Так що таке віртуальна реальність? Це створений за допомогою технічних засобів світ, який передається людині через її відчуття (зір, слух, дотик та інші). Віртуальна реальність імітує як вплив на цей світ, так і реакцію світу на вплив.

В наш час це штучне трьохвимірне середовище згенероване за допомогою комп'ютера, зануритися в яке можливо за допомогою спеціальних пристроїв. Найпопулярнішими з них є окуляри та рукавиці.

Окуляри мають доволі складну будову. В них розташовані 2 дисплеї (на ліве та праве ока), систему лінз для корегування геометрії зображення, а також систему стеження за орієнтацією пристрою в просторі.

Рукавиці в свою чергу складаються з сенсорів, що визначають положення і рухи користувача у просторі; розподільні щити, що створюють тактильні відчуття і м'язи Mskibben – реагують на рухи та стиснення руки.

Застосування VR можна передбачити у таких галузях:

- Дизайн та архітектура (дозволяє створювати віртуальні моделі та досліджувати їх будову і характеристики)

- Наука (занурення у молекулярний світ для більш детального вивчення)

- Навчання (використовуючи віртуальну реальність можливо моделювати середовище для тренувань відповідних навичок у різних галузях, наприклад столярство, машинобудування)

- Ігри та розваги (вже існують більше 50 ігр для окулярів)

Ми лише коротко розглянули поняття віртуальної реальності, в наступний раз подивимось на те, як можливо в наш час ознайомитись з технологією та розглянемо використання на прикладі кількох існуючих ігр.

**АВТОМАТИКА  
ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
У ПРОМИСЛОВОСТІ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ,  
ЕНЕРГЕТИЦІ ТА ТРАНСПОРТІ**

Матеріали

ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ

*(16 – 17 листопада 2017 р.)*

*Редактор – О.М. Левченко*

*Технічний редактор – Д.В. Трушаков*

*Комп'ютерний набір і верстка - І.М. Каліч*

Підписано до друку 26.10.2017р. Формат 60x84/16.

Папір офсетний.

Офсетний друк. Умов. друк. арк. 14,25.

Тираж 55 прим. Зам. № 0209

---

Приватне підприємство «Ексклюзив-Систем»

Свідоцтво № ДК 4470 від 17.01.2013р.

25006, м. Кіровоград, вул. Шевченка, 25

тел./факс 24-35-53