

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
УКРАЇНСЬКА ФЕДЕРАЦІЯ ІНФОРМАТИКИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ**

**ПАТ «УКРТЕЛЕКОМ»  
НВП «ХАРТРОН-ІУКОМ»**

**КП «НВК «ІСКРА»  
ДП «РАДІОПРИЛАД»**



**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ І ДОСЯГНЕННЯ В ГАЛУЗІ  
РАДІОТЕХНІКИ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ**

Тези доповідей

XI Міжнародної науково-практичної конференції  
(12–14 грудня 2022 р., м. Запоріжжя)

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



Запоріжжя – 2022

УДК 621.37+621.39+004  
С 91

*Рекомендовано до видання НТР  
Національного університету «Запорізька політехніка»  
(Протокол №4 від 8.12.2022 р.)*

Редакційна колегія:

Піза Д. М., д. т. н., проф., професор каф. РТ НУ «Запорізька політехніка»;

Моршавка С.В., к. т. н., зав. каф. РТ НУ «Запорізька політехніка».

С91            **Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телеко-мунікацій та інформаційних технологій:** Тези доповідей XI Міжнародної науково-практичної конференції (12-14 грудня 2022 р., м. Запоріжжя). [Електронний ресурс] / Електрон. дані. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2022. – 204 с. – 1 електрон. опт. диск (DVD-ROM); 12 см. – Назва з тит. екрана.

ISBN 978-617-529-397-3

Зібрані тези доповідей, заслуханих на щорічній науково-практичній конференції серед учених, науковців викладачів, студентів, і аспірантів. Збірка відображає широкий спектр тематики наукових досліджень, які проводяться у відповідних галузях. Збірка розрахована на широкий загал дослідників та науковців.

**УДК 621.37+621.39+004**

ISBN 978-617-529-397-3

© НУ «Запорізька політехніка», 2022

## **ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ**

- Міністерство освіти і науки України
- Українська федерація інформатики
- Національний університет «Запорізька політехніка»
- Харківський національний університет радіоелектроніки
- ПАТ «Укртелеком»
- КП НВК «Іскра»
- ДП «Радіоприлад»
- НВП «Хартрон-Юком»

## **ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ:**

- Піза Д.М.** – голова оргкомітету, професор НУ «Запорізька політехніка»  
**Шипков М.В.** – т.в.о. директора КП НВК «Іскра», м. Запоріжжя  
**Сіренко В.О.** – керівник техн.служби Запорізької філії ПАТ «Укртелеком»  
**Грешта В.Л.** – ректор НУ «Запорізька політехніка»  
**Шаломсєв В.А.** – проректор з НР НУ «Запорізька політехніка»  
**Касьян М.М.** – декан НУ «Запорізька політехніка»  
**Кудерметов Р.К.** – зав. кафедрою НУ «Запорізька політехніка»  
**Табунщик Г.В.** – професорка НУ «Запорізька політехніка»  
**Кабак В.С.** – доцент НУ «Запорізька політехніка»  
**Коротун А.В.** – доцент НУ «Запорізька політехніка»  
**Пархоменко А.В.** – доцентка НУ «Запорізька політехніка»  
**Терещенко Е.В.** – доцентка НУ «Запорізька політехніка»  
**Чорнобородов М.П.** – доцент НУ «Запорізька політехніка»  
**Висоцька Н.І.** – начальниця патентного відділу НУ «Запорізька політехніка»

## **ВЧЕНІ СЕКРЕТАРІ ОРГКОМІТЕТУ КОНФЕРЕНЦІЇ:**

- Морщавка С.В.** – к.т.н., доц., зав. кафедри радіотехніки та телекомунікацій НУ «Запорізька політехніка»  
**Самойлик С.С.** – к.ф.-м.н., доцент НУ «Запорізька політехніка»

## **ТЕХНІЧНІ СЕКРЕТАРІ ОРГКОМІТЕТУ КОНФЕРЕНЦІЇ:**

- Колеснікова Є.І., Дмух А.С.,** e-mail: kafedra\_rt@zp.edu.ua

## **ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ:**

- Alves G.** – Dr., Prof. (Porto, Portugal)  
**Arras P.** – Dr. Ing. (Leuven, Belgium)  
**Eliezer A.** – Prof. (Beer-Sheva, Israel)

**Garcia-Zubia J.** – Dr. (Bilbao, Spain)  
**Henke K.** – Dr. Ing. (Ilmenau, Germany)  
**Levashenko V.** – Prof. (Zilina, Slovakia)  
**Luengo D.** – Prof. (Madrid, Spain)  
**Markowska-Kachmar U.** – Prof. (Wroclaw, Poland)  
**Markowsky D.** – Prof. (Orono, USA)  
**Mezhuyev V.** – Prof. (Malaysia, Pahang)  
**Oleschuk A.** – Prof. (Kristiansand, Norway)  
**Sharpanskykh A.** – PhD. (Delft, Holland)  
**Zaitseva E.** – Prof. (Zilina, Slovakia)  
**Маркосян М.В.** – д.т.н., проф. (Єреван, Вірменія)  
**Бакурова А.В.** – д.е.н., проф. (Запоріжжя, Україна)  
**Бахрушін В.Є.** – д.ф.-м.н., проф. (Запоріжжя, Україна)  
**Безрук В.М.** – д.т.н., проф. (Харків, Україна)  
**Бодяньський Є.В.** – д.т.н., проф. (Харків, Україна)  
**Дробахін О.О.** – д.ф.-м.н., проф. (Дніпро, Україна)  
**Дубровін В.І.** – к.т.н., проф. (Запоріжжя, Україна)  
**Каргін А.О.** – д.т.н., проф. (Вінниця, Україна)  
**Карпуков Л.М.** – д.т.н., проф. (Запоріжжя, Україна)  
**Карташов В.М.** – д.т.н., проф. (Харків, Україна)  
**Корніч Г.В.** – д.ф.-м.н., проф. (Запоріжжя, Україна)  
**Новожилова М.В.** – д.ф.-м.н., проф. (Харків, Україна)  
**Піза Д.М.** – д.т.н., проф. (Запоріжжя, Україна)  
**Погосов В.В.** – д.ф.-м.н., проф. (Запоріжжя, Україна)  
**Сніжної Г.В.** – д.т.н., проф. (Запоріжжя, Україна)  
**Субботін С.О.** – д.т.н., проф. (Запоріжжя, Україна)

### **СПИСОК СЕКЦІЙ:**

**1 секція** *«Радіотехнічні та телекомунікаційні системи та безпека інформаційно-комунікаційних систем»*

Керівник секції – Самойлик С.С.; заступник – Чорнобородов М.П.

**2 секція** *«Комп'ютерні системи та мережі, інформаційні технології в проектуванні та виробництві, метрологія»*

Керівник секції – Кудерметов Р.К.; заступник – Сніжної Г.В.

**3 секція** *«Комп'ютерні науки, програмна інженерія, системний аналіз та управління»*

Керівник секції – Субботін С.О.; заступник – Терещенко Е.В.

**4 спеціальна секція з тематики ERASMUS+ проєктів: WORK4CE**  
(модерується окремо)

Керівник секції – Табунщик Г.В.; заступник – Пархоменко А.В.

## ЗМІСТ

### 1 СЕКЦІЯ «РАДІОТЕХНІЧНІ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА БЕЗПЕКА ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ»

<b>Bansak O.V., Leshchenko O.I., Dobrovolskaya S.V.</b> Portable digital spectrometer of gamma radiation for radiation survey in field conditions	11
<b>Poliakov M.O., Andrienko P.D., Vitsivskyi I.Yu.</b> Portable laboratory for studying algorithms of control of electric devices	13
<b>Poliakov M.O., Moroz G.V., Bohutskyi Ya.</b> Training in programming industrial controllers using openplc and arduino platforms	15
<b>Банзак Г.В., Габер А.А., Єфіменко Н.А., Жеребцова Л.Н.</b> Дослідження впливу коефіцієнта варіації на величину оптимального рівня технічного обслуговування	17
<b>Грушко С.С., Дорош А.С.</b> Реалізація алгоритмів управління каналами зв'язку інтелектуального агента ділянки складної телекомунікаційної мережі	19
<b>Денека М.А., Бугрова Т.І.</b> Універсальна інформаційна модель потенціалу сучасної РЛС	21
<b>Карпуков Л.М., Воскобойник В.О.</b> Оптимальний синтез шлейфних фільтрів з чебишевською характеристикою	23
<b>Карпуков Л.М., Воскобойник В.О.</b> Прямий синтез шлейфних фільтрів з нулями передачі на заданих частотах	25
<b>Ковальов І.Є., Козіна Г.Л.</b> Реалізація шифрування коротких повідомлень на скручених еліптичних кривих Едвардса великого порядку	27
<b>Кушнір М., Торончук В., Мартищук І., Деделюк Р.</b> Подавлення вузькосмугової завади в надширокосмугових системах за допомогою хаотичних двійкових послідовностей	29
<b>Лізунов С.І., Верещака М.П.</b> Аналіз застосування антивірусного програмного забезпечення	31
<b>Лізунов С.І., Філобок Є.В.</b> Модернізований метод активного придушення звуку	33
<b>Логачова Л. М., Чернобородов М.П.</b> Структура поля в прямокутному хвилеводі з імпедансними вузькими стінками	35
<b>Неласий О.В., Самойлик С.С., Неласа Г.В.</b> Дослідження можливостей малоресурсної криптографії	38
<b>Піза Д.М. Мороз Г.В.</b> Метод просторово-поляризаційної компенсації завад	40
<b>Пономаренко Є.О., Неласа Г.В.</b> Аналіз методів ізогенних перетворень на алгебраїчних кривих	42
<b>Семенов А.О., Бриндак І.П., Довгун В.О.</b> Керовані пристрої радіоавтоматики затримки часу на програмованих логічних інтегральних мікросхемах	44
<b>Семенов А.О., Гнатенко А.Ю., Козюк М.Е.</b> Дослідження спрямованих та енергетичних характеристик антени Надененко	46

<b>Семенов А.О., Донський О.В., Кропив'янський Є.О.</b> Цифровий частото- мір радіотехнічних сигналів на програмованих логічних інтегральних мікро- схемах	48
<b>Аль-Хамад Н.А., Неласа Г.В.</b> Аналіз впливу квантових обчислень на су- часну криптографію	50
<b>Чорнобородова Н.П., Чорнобородов М.П.</b> Підвищення прихованості й за- вадозахищеності РЛС	52
<b>Яценко А.К., Дубровін В.І., Дейнега Л. Ю.</b> Ентропійний аналіз як метод виявлення атак в програмно-визначених мережах	54

## **2 СЕКЦІЯ «КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОЕКТУВАННІ ТА ВИРОБНИЦТВІ, МЕТРОЛОГІЯ»**

<b>Horobets V., Dubrovin V., Tverdohleb Ju.</b> Detection of unauthorised actions and attacks in networks of the method of wavelet analysis	56
<b>Khandetskiy V.S., Karpenko N.V.</b> Optimal frames fragmentation in noisy channels of wireless computer networks	58
<b>Kolodka A.A., Snizhnoi G.V.</b> Creation of virtual computing systems for solving scientific and applied problems	60
<b>Kudermetov R.K., Polska O.V., Shcherbak N.V.</b> Applying model-driven development approach to modelling and implementation of multi-criteria decision- making software tool	62
<b>Kulykovska N.A., Timenko A.V.</b> Designing a chatbot ontology for the internet of things	64
<b>Vasylenko O.V., Snizhnoi G.V.</b> Regulatory securement of Industry 4.0 for the stages of synthesis	66
<b>Антоненко Є.О., Гец Т., Коряшкіна Л.С.</b> Аналіз і моделювання впливу ма- ятникової міграції на швидкість розповсюдження інфекції під час епідемії	68
<b>Бандоріна Л.М., Удачина К.О.</b> Моделювання фінансових інвестиційних ри- зиків	70
<b>Бандоріна Л.М., Удачина К.О.</b> Особливості використання інтелектуальних інформаційних технологій	72
<b>Бучко І.В., Фурманова Н.І.</b> Особливості використання геометричних нод для побудови моделей в системах автоматизованого проектування	74
<b>Єфіменко Н.А., Єфіменко В.С., Банзак О.В., Банзак Г.В.</b> Розробка мето- ди удосконалення кваліметричної оцінки контролю якості процесу проєк- тування машинобудівної продукції	76
<b>Зеленьова І.Я., Голуб Т.В., Грушко С.С., Котенко А.О.</b> Проблеми органі- зації інтерфейсу в програмно-апаратному комплексі на FPGA	78
<b>Іващенко О.В., Петречук Л.М., Іващенко Ю.С.</b> Огляд застосування пара- лельних обчислень під час обробки експериментальних даних	81
<b>Кравець Т.М., Пашетник В.І.</b> Покращення точності визначення координат	83

об'єктів в програмно-апаратному комплексі «МАПА» способом врахування їх абсолютних висот	
<b>Куликовська Н.А., Тіменко А.В., Ільяшенко М.Б., Шмигля К.В.</b> Використання методів NLP в аналізі тональності текстів з вебресурсів	85
<b>Миронова Н.О., Шапгала С.В.</b> Дослідження застосування технології Digital Twins для реалізації симуляції робота рятувальника	87
<b>Брайловський В.В., Ластівка Г.І., Паюк І.С., Рождественська М.Г., Шпатар П.М.</b> Використання засобів платформи Moodle для підготовки здобувачів вищої освіти з кібербезпеки до ЄДКІ	89
<b>Савчук Л.М., Удачина К.О.</b> Бізнес-аналітика як інструментарій підтримки прийняття рішень	91
<b>Смирнова Н.А., Коротун А.В.</b> Фізико-технічні характеристики наноб'єктів плазмонної фотовольтаїки	93
<b>Сніжної Г.В., Спіщенков В.В.</b> Переваги цифрового радіозв'язку системи локомотивної безпеки IMPROTRAIN-250	95
<b>Сніжної Г.В., Томашевський О.В., Юрченко П.Ю.</b> Використання кумулятивних сум для виявлення «розладки» технологічних операцій	97
<b>Керекеша Д.Д., Твердоступ М.І.</b> Програма-калькулятор згладжування за алгоритмами Брауна і Хольта	99
<b>Точилін С.Д.</b> Аналіз продуктивності PHP web-сервісів при виконанні CRUD операцій з даними MYSQL	101
<b>Точилін С.Д.</b> Віртуальна лабораторна робота «Вивчення основного закону динаміки обертового руху»	103
<b>Точилін С.Д.</b> Віртуальний двокоординатний самозаписувач на основі мультиметрів UT61E	105
<b>Точилін С.Д.</b> Комп'ютерна програма для обробки даних прямих багаторазових вимірів	107
<b>Точилін С.Д.</b> Кросплатформна система реєстрації оптичного випромінювання на основі ILX511 та Arduino	109
<b>Точилін С.Д.</b> Кросплатформний комплекс віртуальних лабораторних робіт з механіки та молекулярної фізики	111
<b>Точилін С.Д.</b> Порівняння спектрів фотолюмінесценції лікарських препаратів Дротаверина і Дипіридамола	113
<b>Точилін С.Д.</b> Функції порівняння спектрів вторинного випромінювання об'єктів дослідження	115
<b>Фарафонов О.Ю., Фурманова Н.І., Костяной П.А.</b> Визначення основних критеріїв для вибору програмного забезпечення для картографування за допомогою дронів	117
<b>Шкрябець В.І., Дьячук Т.С.</b> Транскompілятор як засіб мультиплатформленої розробки	119
<b>Яковенко В.В., Фурманова Н.І., Малий О.Ю., Щавінський Ю.В.</b> Застосування опорного графа станів для структурно-автоматної моделі обстрілу одиночної цілі у броньовому захисті	121

### 3 СЕКЦІЯ «КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ, ПРОГРАМНА ІНЖЕНЕРІЯ, СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА УПРАВЛІННЯ»

<b>Khabarлак К.</b> Semantic segmentation with Post-Train Adaptive Neural Network	124
<b>Моня А.Г.</b> Analytical determination of temperature and pressure distribution on working surface of disc brake using «Wolfram Mathematica» program	126
<b>Shykorad D.V., Kolinko I.S., Kornich G.V., Goncharov A.A.</b> Formation of TiN coatings and their structural features on iron substrates: molecular dynamics simulation	128
<b>Бакурова А.В., Гринченко П.В., Гріцкевич А.А.</b> Моделювання проблеми контролю доступу	130
<b>Білий В.В.</b> Система фіксації руйнувань внаслідок російської агресії	132
<b>Боярінова Ю.Є., Каліновський Я.О.</b> Метод побудови представлень експоненти в гіперкомплексних числових системах	134
<b>Ведмедєв С.Р., Терещенко Е.В.</b> Створення цифрової моделі соняшника	136
<b>Владимиров Я.Д., Хом'як Т.В.</b> Схематизація системи доставок товару інтернет-маркетплейсу	138
<b>Герасимов В. В., Карпенко Н. В.</b> Проблема невизначеної поведінки коду на мові с при роботі зі структурами	140
<b>Дмитрієва О.А., Гриценко О.С.</b> Розробка мобільних мікросервісів для контролю персональних даних користувачів	142
<b>Кирсанов О.О.</b> Дослідження методу машинного навчання Linear Learner	144
<b>Корнієнко С.К., Степаненко О.О., Федорченко Є.М., Міхайлова М.С., Кодочигов А.М.</b> Програмна реалізація мобільного застосунку для управління особистими доходами та витратами	146
<b>Корнієнко С.К., Степаненко О.О., Федорченко Є.М., Міхайлова М.С., Ніколаєвський Д.О.</b> Програмна реалізація застосунку розпізнавання осіб на зображеннях	148
<b>Корнієнко С.К., Степаненко О.О., Федорченко Є.М., Міхайлова М.С.</b> Застосунок для співвласників багатоквартирного будинку	149
<b>Льовкін В.М., Бірюк В.О.</b> Використання фреймворків для розробки програмного забезпечення пошуку міст для віддаленої роботи	151
<b>Льовкін В.М., Воложанін С.О.</b> Використання дерев рішень для керування замовленнями	153
<b>Льовкін В.М., Мороз В.В.</b> Розробка прикладної програми для розв'язання проблеми бронювання паркувальних місць	155
<b>Льовкін В.М., Терлецький С.В.</b> Розробка програмного забезпечення на основі принципів групової динаміки	157
<b>Малієнко А.В., Іванов Д.</b> Аналіз та оптимізація складських запасів та вибір постачальника підприємства ТОВ "Аквафрост" в сучасних ринкових умовах	159
<b>Малієнко А.В., Шишков О.С.</b> Розв'язання задач прогнозування та прийняття рішень у діяльності професійних учасників ринків капіталу	161



<b>Нескородєва Т.В., Федоров Є.Є., Нечипоренко О.І.</b> Метод створення інтелектуальних проактивних агентів	163
<b>Олійник А.О., Федорченко Є.М., Степаненко О.О., Чорнобук М.О.</b> Модифікація згорткової нейронної мережі для виявлення ураження COVID-19	165
<b>Поздняков О.А., Пархоменко А.В., Залюбовський Я.І.</b> Дослідження особливостей реінжинірингу комп'ютерних систем	167
<b>Селіванов М.В., Пархоменко А.В.</b> Методи та засоби проектування інтелектуального інтерфейсу комп'ютерних систем	169
<b>Сердюк Д.О., Коряшкіна Л.С.</b> Кластеризація підприємств торгової мережі на основі аналізу денної сезонності	171
<b>Степаненко О.О., Корнієнко С.К., Федорченко Є.М., Михайлова М.С., Тарасов В.С.</b> Програмна реалізація методів пошуку вживаних автомобілів	173
<b>Степаненко О.О., Корнієнко С.К., Федорченко Є.М., Павленко К.Є., Чу-мак М.В.</b> Програмне забезпечення розшуку загублених тварин	175
<b>Субботін С.О.</b> Метод Нейро-Нечіткого Кластер-Аналізу	176
<b>Фрацяц С.Є., Хом'як Т.В.</b> Розрахунок регресійної моделі для визначення конверсії продажів у мебельному меркетплейсі	178
<b>Пархоменко Г.В., Хом'як Т.В.</b> Моделювання бізнес-процесів ТОВ «Кліо-логістик» в методології ARIS	180

#### 4 СПЕЦІАЛЬНА СЕКЦІЯ З ТЕМАТИКИ ERASMUS+ ПРОЕКТІВ: «WORK4CE»



**WORK4CE**

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



«Cross-domain competences for healthy and safe work in the 21st century»  
619034-EPP-1-2020-1-UA-EPPKA2-CBHE-JP

<b>Chaban I.S., Tabunshchyk G.V., Wolff C.</b> Analysis of digital twin architectures	183
<b>Shtera I.A., Tabunshchyk G.V., Arras P.</b> Analysis of the open educational resources platforms	185
<b>Бережний О.Ю., Пархоменко А.В.</b> Дослідження та програмна реалізація методів та засобів розпізнавання голосових команд для IoT пристроїв	187
<b>Горіченко Ю.Є., Пархоменко А.В., Поздняков О.А.</b> Дослідження та програмна реалізація інтелектуальних методів контролю енергоспоживання	189
<b>Кузькін О.Ф., Райда О.І.</b> Компетентності управління цифровою трансформацією у навчальних курсах підготовки фахівців з міських транспортних систем	191
<b>Мартиненко Г.Ю., Каплієнко Т.І.</b> Дослідження та програмна реалізація методів обліку робочого часу на підприємствах	193

<b>Терещенко О.В., Пархоменко А.В., Туленков А.В., Соколянський А.В.</b>	195
Дослідження та програмна реалізація методів та засобів хмарного комп'юти- нгу	
<b>Троц Є.С., Пархоменко А.В., Туленков А.В.</b>	197
Розробка системи віддаленого моніторингу споживання електроенергії	
<b>Туленков А.В., Пархоменко А.В.</b>	199
Система швидкого розгортання для конт- ролю та розподілення потоку повітря	
<b>Яценко А.К., Пархоменко А.В., Туленков А.В.</b>	201
Мінімізація енергоспожи- вання бездротової сенсорної мережі на основі програмних і апаратних рі- шень	

# І СЕКЦІЯ «РАДІОТЕХНІЧНІ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА БЕЗПЕКА ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ»

UDC 531:535

Bansak O. V.<sup>1</sup>, Leshchenko O. I.<sup>2</sup>, Dobrovolskaya S. V.<sup>3</sup>

## PORTABLE DIGITAL SPECTROMETER OF GAMMA RADIATION FOR RADIATION SURVEY IN FIELD CONDITIONS

When considering methods of combating the illicit circulation of nuclear materials, it is necessary reconsider approaches to the organization of control: today it is necessary to detect trace amounts of materials, and in many cases not to seize them immediately, but to establish the place of storage, processing, routes of movement, etc.

As a result, there is a new demand for isotope identification measurements to meet a wide range of different requirements. Measurements must be carried out in the field in a short time, when results must be obtained within tens of seconds. The devices with which the personnel are working should be small and low-background. Such requirements appear when cases of illegal trade in nuclear materials and radioactive sources are detected, as well as when solving problems of radiation protection and when handling radioactive waste.

A prototype of a digital gamma spectrometer using a multielement CdZnTe sensor has been developed. On the basis of inexpensive CdZnTe detectors, a prototype unit for detecting the power of air kerma with an average sensitivity of more than 120,000 s<sup>-1</sup> at an absorbed power of 1 rad/h has been developed and manufactured. The range of the measured absorbed dose rates was from 50 mrad/hour to 10 rad/hour with a crystal size of 5x5x1 mm.

For the first time a portable digital gamma-ray spectrometer for radiation reconnaissance in the field was developed and created. Distinctive features of such devices are:

- application of CdZnTe detectors with coplanar and quasi-spherical

---

<sup>1</sup> Doctor of technical Sciences professor of the Department of electronics, transport technologies and logistics

<sup>2</sup> PhDI, Department head of the Department of electronics, transport technologies and logistics

<sup>3</sup> Senior lecturer the Department of electronics, transport technologies and logistics

crystal geometry;

– the use of digital methods of filtering by the pulse shape, implemented in a digital spectrometer.

An external voltage of +400 V is applied to the BDPG-CZT, which creates an offset on the sensor through the RD and a high-resistance resistor. When gamma radiation enters the detector, charge pulses are formed on it, which are converted by the PU into voltage pulses. These pulses are amplified by the op-amp and fed to the comparator and UZA.

A voltage of + 6 V is applied to the "Blenker" input, due to this, the MC sets at the interface output pulses with a repetition rate of 1000 Hz.

In the calibration mode, initialized by PC, service information, correction and calculation coefficients are written into the microcontroller through the computer port interface. The microcontroller stores all this information in the non-volatile memory of EPROM. In the measurement mode, only this information is read.

MC conducts a series of measurements and analyzes the result. The first step is to measure the count rate of input pulses. The maximum counting rate is limited from above by a value of 65536 imp/s, so a preliminary measurement is made at an exposure of 0.1 s and MC compares the obtained value with the number 6500 (10% of the maximum channel load). If the count rate exceeds specified limit, MC automatically sets the output pulse repetition rate of 65000 imp/s.

If the count rate is in range of values from 0 to 65000 pulses/s, then the MC conducts a set of pulses with subsequent averaging. So, at a count rate from 0 to 3000 pulses/s, the dialing time is 16 s. At a count rate of 3000 to 10000 cps, the dialing time is 4 s. At the maximum counting rate, the dialing time is 1 s.

### References:

1. Вавилов В.С. Действие излучений на полупроводники / В.С. Вавилов, Н.П. Кекелидзе, Л.С. Смирнов. – М.: Наука, 1988. – 192 с.
2. Ленков С.В. Физико-технические основы радиационной технологии полупроводников / С.В. Ленков, В.А. Мокрицкий, Д.А. Перегудов, Г.Т. Тариелашвили. – Монография. – Одесса: Астропринт, 2002. – 297 с.
3. Гаркавенко А.С. Радиационная модификация физических свойств широкозонных полупроводников и создание на их основе лазеров большой мощности / Львов: ЗУКЦ, 2012. – 258 с.
4. Банзак О.В. Полупроводниковые детекторы нового поколения для радиационного контроля и дозиметрии ионизирующих излучений / О.В. Банзак, О.В. Маслов, В.А. Мокрицкий: Под ред. В.А. Мокрицкого, О.В. Маслова. – Монография. – Одесса, 2013. – Изд-во «ВМВ». – 220 с.

**PORTABLE LABORATORY FOR STUDYING ALGORITHMS OF CONTROL OF ELECTRIC DEVICES**

Currently, the trend of systematic use of electrical devices can be traced. As part of this trend, the devices receive controller means for software control, which require programming. At the same time, laboratory equipment for the processes of university training in the design of control algorithms for electrical devices lags behind the needs of practice.

Therefore, relevant laboratory work is carried out on computer simulators of microcontroller boards, sensors and executive mechanisms of the control system. Such systems as UnoArduSim, TINKERCAD and others are undoubtedly a step forward in increasing the visibility of educational experiments with programming control algorithms. But the highest quality of training is achieved when performing complex experiments with simulators and real systems or their physical models. The Smart EA portable laboratory has been developed for the implementation of such experiments.

The main requirements for such a laboratory are the provision of low cost, functional completeness and flexibility, scalability of experiments, safety in operation, assembly of experimental schemes without the use of soldering, compactness, ease of deployment, control scheme reading from a personal computer via a USB connector, use of freely distributed software support for the design of control algorithms for objects of study.

The Smart EA laboratory consists of a set of separate stands. Each stand is stored in a separate organizer and connected to a personal computer during laboratory work. The hardware part of the stand consists of a basic set and a variable part. The basic set includes an Arduino Uno/Mega2560 microprocessor board with a USB cable, an 830-point MB 102 breadboard, a set of wires and basic radio elements.

Basic radio elements include limiting resistors, LEDs, buttons and a potentiometer. The elements of the stand are placed in a plastic organizer, which can be carried in the student's portfolio. The price of the basic set of the stand is within 500-600 UAH. The general view of the laboratory stand is shown in the figure.

The composition of the variable part of the stand depends on the topic of

---

<sup>1</sup> Dr. Eng. Sc., Prof., National University «Zaporizhzhya Polytechnic», Ukraine

<sup>2</sup> Student at National University «Zaporizhzhya Polytechnic», Ukraine

the laboratory work and includes additional radio elements (seven-segment indicators, piezoelectric emitters, digital and analog microcircuits), devices (various sensors, electric motors, modules with relays, displays, keyboards) and shields - boards with some functionality that are structurally compatible with microprocessor board contacts and reduce the number of connecting wires.



Figure – General view of the laboratory stand

On the personal computer to which the stand is connected, the Windows operating system must be installed, with the microprocessor board driver, the freely distributed Arduino IDE design environment with the necessary libraries.

The Smart EA laboratory has been introduced into the educational process of preparing bachelors in the specialties 141 - "Electric power engineering, electrical engineering and electromechanics" and 172 - "Telecommunications and radio engineering". In particular, laboratory work was carried out to study the programming of the tasks of interfacing a microprocessor board with sensors and actuators, and the implementation of automatic control algorithms.

## **TRAINING IN PROGRAMMING INDUSTRIAL CONTROLLERS USING OPENPLC AND ARDUINO PLATFORMS**

Industrial controllers are widely used to build industrial automation systems in many industries, including radio engineering, telecommunications and information technology.

The main problem in the field of engineering training in programming industrial controllers is the unavailability, for economic reasons, of both the controllers themselves and the environments for programming them in the languages of the IEC 61131-3 standard.

At the same time, when studying object control algorithms, controller boards of the Arduino and other families, which are available for purchase, are widely used. In this case, the C programming language is used and the languages of the IEC 61131-3 standard are not used, which is a disadvantage of this approach.

It is proposed to use the freely distributed OpenPLC platform for teaching programming in the languages of the IEC 61131-3 standard with the execution of the developed programs, both in the built-in logic controller and in real controller boards, for example, from the Arduino family. The OpenPLC platform includes a programming environment in a universal (not tied to a specific platform manufacturer of controller boards) language and a tool for loading a program into a real OpenPLC RunTime board. When configuring a project in the OpenPLC Editor environment, the programming language is selected. Language options are Instruction Language (IL), Structured Text (ST), Ladder Diagrams (LD), Function Block Diagrams (FBD), and Sequential Function Chart (SFC). At the same time, LD, FBD, SFC languages are high-level graphic languages that contain hundreds of standard instructions available for use when building control programs in a package. Among these instructions are simple (for example, checking a bit for one / zero), medium complexity (for example, a turn-on-delay timer, a summing counter) and complex (for example, PID control, operations on matrices and character strings).

The program in the LD language visually resembles a relay-contact circuit of electroautomatics. An example of a simple program for implementing the self-

---

<sup>1</sup> Dr. Eng. Sc., Prof., National University «Zaporizhzhya Polytechnic», Ukraine

<sup>2</sup> Senior Lecturer, National University «Zaporizhzhya Polytechnic», Ukraine

<sup>3</sup> Student at National University «Zaporizhzhya Polytechnic», Ukraine

latching relay function is shown in the figure.

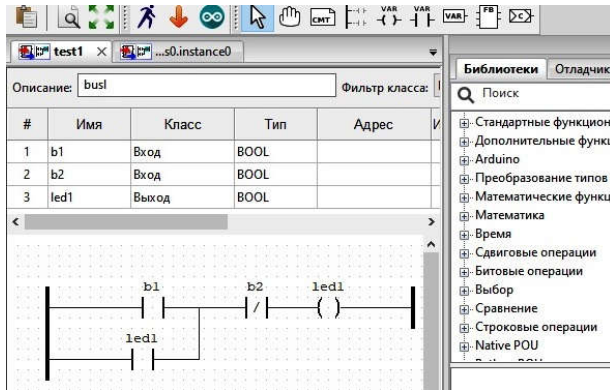


Figure – Screen fragment of the OpenPLC Editor program

To bind the program variables to the pins of a specific controller board, the entries in the Address column are used. These records are generated based on the correspondence tables available in the documentation for the package. So digital pin 2 of the Arduino Uno board configured as input will have address %IX0.0, and pin 7 configured as output %QX0.0.

The described tools of the OpenPLC platform were used in the educational process of preparing bachelors in the specialties 141 – "Electric power engineering, electrical engineering and electromechanics" and 172 – "Telecommunications and radio engineering" at National University "Zaporizhzhia Polytechnic". In particular, laboratory work was carried out to study programming in the Ladder Diagram (LD) language for the implementation of logic functions, timers and counters with the execution of programs in a programmable logic controller simulator (with distance learning) and in a real Arduino Uno microcontroller.



## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОЕФІЦІЄНТА ВАРІАЦІЇ НА ВЕЛИЧИНУ ОПТИМАЛЬНОГО РІВНЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ**

Складні технічні об'єкти у суспільстві мають виключно важливе значення. Йдеться насамперед про різні радіоелектронні комплекси військового та спеціального призначення, радіолокаційні станції, автоматизовані системи управління (повітряним рухом, об'єктами енергетики тощо). Від рівня безвідмовності таких об'єктів залежить обороноздатність держави, економічна безпека, життя сотень та тисяч людей.

За сукупністю всіх результатів розрахунків для об'єкта Test-1, отриманих у цьому дослідженні, було побудовано графік, показан на рис. 1. Аналогічні графіки було отримано й інших тестових об'єктів. Загалом характер їх подібний до графіків для об'єкта Test-1.

Розроблена імітаційна статистична модель (ІСМ) призначена для отримання оцінок показників надійності та вартості експлуатації об'єкта з урахуванням його складу, структури та надійних характеристик та з урахуванням проведення ТО. У моделі має відтворюватися (імітуватися) процес технічної експлуатації, який формально описується графом станів та переходів.

Такі об'єкти належать до класу об'єктів, що відновлюються тривалого багаторазового застосування. Вони, як правило, є дорогими та потребують значних витрат на їх експлуатацію. Для забезпечення необхідного рівня безвідмовності в процесі їх експлуатації зазвичай проводиться технічне обслуговування (ТО), суть якого полягає у своєчасній запобіжній заміні елементів.

Загалом за результатами проведеного дослідження можна зробити такі висновки:

- 1) Підтверджується загальне міркування у тому, що менше величина

---

<sup>1</sup> к.т.н., доцент кафедри Метрології, якості та стандартизації, Державний університет інформатизації та зв'язку

<sup>2</sup> к.т.н., завідувач кафедри Метрології, якості та стандартизації, Державний університет інформатизації та зв'язку

<sup>3</sup> д.е.н. професор

<sup>4</sup> к.т.н., старший викладач кафедри Метрології, якості та стандартизації, Державний університет інформатизації та зв'язку

коефіцієнта варіації випадкової напрацювання до відмови обслуговуваних елементів, то більшим має бути оптимальне значення рівня ТО  $u_{\text{ТО}}^*$  ;

2) Так як для елементів, що обслуговуються величина коефіцієнта варіації  $V_i$ , як правило, значно менше 1, оптимальні рівні ТО  $u_{\text{ТО}i}^*$  для різних елементів повинні визначатися окремо;

3) Якщо коефіцієнти варіації напрацювання повністю обслуговуються елементів близькі до 1, оптимальним рівнем ТО для них є значення  $u_{\text{ТО}i}^* = 0,5$ .

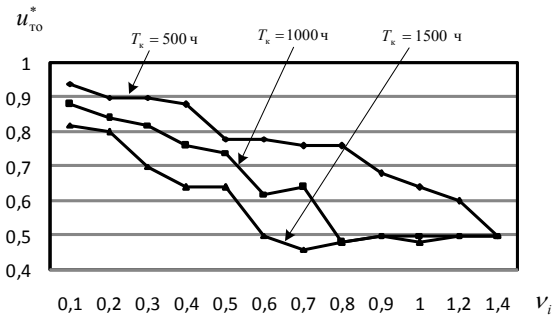


Рисунок 1 – Графік залежності оптимального рівня ТО  $u_{\text{ТО}}^*$  від величини коефіцієнта варіації  $V_i$  при різних значеннях періодичності контролю  $T_k$

### Перелік посилань

1. Банзак Г.В. Математическая модель процесса эксплуатации сложного технического объекта / Г.В. Банзак // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – 2011. – № 33. – С. 14 – 20. 2. Банзак Г.В. Методика определения оптимальных параметров технического обслуживания “по состоянию” с постоянной периодичностью контроля / Г.В. Банзак, В.Н. Цыцарев // Вісник Хмельницького національного університету. – 2011. – №4. – С. 45 – 50.

## **РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМІВ УПРАВЛІННЯ КАНАЛАМИ ЗВ'ЯЗКУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АГЕНТА ДІЛЯНКИ СКЛАДНОЇ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ**

В даний час у зв'язку з розвитком телекомунікаційних технологій, підвищенням швидкості та обсягів передачі інформації, появою ресурсномістких мережевих додатків актуальним є питання про управління мережами передачі даних. У випадку мереж зв'язку управління зводиться до процесів спостереження та контролю стану вузлів, ліній та взаємодій вузлів.

У сучасних технологіях та апаратній реалізації мереж зв'язку широке застосування знаходять мультиагентні системи, які є розподіленими (децентралізованими) системами управління.

Елементарним елементом даної системи є управляючий агент (УА), який відповідає за певну ділянку мережі та обмінюється службовою інформацією з найближчими агентами. УА може бути побудований на базі інтелектуального мережевого пристрою, такого як керований комутатор, маршрутизатор або сервер із спеціалізованим програмним забезпеченням, що містить алгоритми управління ділянкою мережі, за який відповідальний даний агент.

При побудові телекомунікаційних систем все більшого поширення набувають відеокамери з широким динамічним діапазоном, які здатні розпізнати необхідні об'єкти в умовах поганого освітлення. Якщо в якості пристрою обробки інформації з камер використовувати DSP-процесор, то виникає така проблема: смуга пропускання DSP-процесора недостатня для обробки сигналів відеокамер з широким динамічним діапазоном. Крім того, ці пристрої не забезпечують додаткові функції відеоспостереження, такі як відеоаналітика.

Рішенням цієї проблеми може стати використання програмованих логічних інтегральних схем (ПЛІС), які мають смугу пропускання, достатню для застосування як співпроцесора для виконання конвеєрної обробки зображень з датчика відеосигналу та передачі відеопотоків на DSP-процесор для кодування відео, наприклад, у форматі H.264, так і реалізації алгоритмів керування каналами зв'язку. Наприклад, ПЛІС Intel FPGA

---

<sup>1</sup> к.т.н., доц. кафедри комп'ютерних систем та мереж НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> аспірант кафедри комп'ютерних систем та мереж НУ «Запорізька політехніка»

дозволяють адаптувати відеокамеру до різних датчиків зображення та специфічних інтерфейсів. Крім того, по мірі переходу від аналогових до інтелектуальних IP-камер і вдосконалення процесів відеоаналітики на основі алгоритмів глибокого навчання, ПЛІС стають все більш затребуваними в таких системах. Сімейства ПЛІС Cyclone і Artix, здатні паралельно обробляти великі масиви даних, їх можна використовувати як прискорювач обробки відео на платформі граничних обчислень для аналізу відеоданих.

Для досліджень обрано децентралізовану систему управління телекомунікаційною мережею на основі управляючих агентів.

У цій роботі розглядається реалізація алгоритмів УА, які призначені для вибору оптимального каналу або набору каналів із мінімальною пропускною здатністю та вартістю для передачі вихідного інформаційного потоку в децентралізованій агентній системі управління.

Весь алгоритм управління можна розбити на дві складові: алгоритм визначення пропускних здатностей, що належать агенту каналу зв'язку та алгоритм вибору відповідних за критерієм QoS шляхів передачі інформації.

Як відомо з проведених аналізів енергоспоживання вузла, наприклад, бездротової сенсорної мережі, основна частина енергії джерела живлення витрачається вузлом на прийом та передачу даних, а не на її обробку. Створення буфера інформації, що збирається, є виправданим рішенням з точки зору зменшення енерговитрат вузла телекомунікаційної системи.

Проаналізувавши переваги і недоліки можливих апаратних реалізацій вищезазначених алгоритмів управління, автори пропонують реалізацію системи управляючих алгоритмів і буфера прийнятої інформації на мікросхемі програмованої логіки, що допоможе підвищити швидкість обробки інформації за допомогою розпаралелювання процесів, знизити енергоспоживання вузлів мережі за рахунок використання буфера і зменшити кількість і довжину зв'язків у схемі за рахунок використання однієї мікросхеми.

### **Перелік посилань**

1. Буханько А.Н. Алгоритмы управления каналами связи интеллектуального агента участка сети / А.Н. Буханько, В.М. Безрук, Е.В. Дуравкин // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2009. – № 645 : Радіоелектроніка та телекомунікації. – С. 68-72.
2. Галкин П.В. Алгоритм управления и оптимизации информационных потоков в беспроводной сенсорной сети / П.В. Галкин // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. - №72. – Процессы управления. – С. 53 – 63.

## УНІВЕРСАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ ПОТЕНЦІАЛУ СУЧАСНОЇ РЛС

Стрімкий розвиток аналогових та обчислювальних мікросхем, створення гібридних мікросхем з функціями елементів приймально-передавального тракту [1] спрощує розробку, виготовлення та налагодження сучасної РЛС. Водночас здешевлюються компоненти для побудови РЛС з активною фазованою решіткою (АЕСА). Все це спрощує методи проектування до створення цифрової моделі РЛС. В свою чергу, цифрова модель може бути відтворена у мікрокомп'ютері(ах) РЛС, як послідовність цифрових алгоритмів обробки сигналу. Тож, зараз, задача полягає у створенні універсальної інформаційної моделі потенціалу РЛС для конструювання бажаної за характеристиками та типом РЛС з мінімальними затратами. Виробники РЛС використовують як універсальні середовища MathCAD і MatLab, так і створюють власні програми для проведення відповідних розрахунків. Використання таких систем дозволяє реалізовувати багато фізичних моделей окремих явищ, не дозволяючи при цьому отримувати цілісну параметричну модель РЛС, яку можна застосовувати для створення будь-якої РЛС суто програмними методами.

Існує тенденція до розробки багатофункціональних РЛС. Тому метою дослідження є створення універсальної інформаційної моделі потенціалу сучасної РЛС, що має поєднати взаємозв'язок параметрів, які впливають на розрахунок кінцевого потенціалу РЛС: потенціал приймальної та передавальної антен, розташування діаграм спрямованості антен у просторі, потужність передавача, модель простору поширення, спотворення при розповсюдженні радіохвиль, модель цілі, параметри приймальної системи, витрати на поширення сигналу та витрати на обробку сигналу. Результатом є обчислена зона виявлення заданої моделі цілі та можливість керування параметрами огляду. Під час розробки інформаційної моделі було створено програмне забезпечення «DAPAR», яке забезпечує взаємодію з оператором для визначення бажаних параметрів РЛС, обчислення впливу всіх факторів та відображення проміжних та кінцевих характеристик - зон виявлення РЛС. На відміну від інших, ця програма дає можливість швидкого обчислення зони виявлення з кроком

---

<sup>1</sup> студ. гр. РТ-211м НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> к.т.н., доцент НУ «Запорізька політехніка»

0,01 градуса, що дозволяє моделювати інтерференційні та дифракційні явища у наближених до нуля кутах.

Для перевірки універсальної моделі потенціалу РЛС було обрано різні за типом та побудовою антенні системи РЛС: AN/TPS-70 (виробництва Lockheed Martin) та РЛС 19Ж6 (виробництва КП НВК «Іскра»), параметри яких запозичено з відкритих джерел. РЛС AN/TPS-70 є трьохкоординатною РЛС, побудованою з використанням комбінованої системи огляду простору за допомогою ФАР, де опромінювання цілей відбувається водночас за рахунок утворення косеканс-квадратної діаграми спрямованості, а прийом відбитого сигналу відбувається за допомогою шести променів змінної ширини за кутом місця, що утворюються у програмний спосіб. Параметри такої РЛС та її потенціал у виявленні цілі з ЕПР  $2 \text{ м}^2$  наведено та розраховано у [2] (рис. 1). З використанням безпосередньо тих самих даних, за допомогою DAPAR, було змодельовано РЛС того ж типу та розраховано потенціал виявлення цілі (рис. 2). Порівняння отриманих даних за максимальною відстанню виявлення за кутами з даними [2] демонструє велику подібність у параметрах зон, але має більшу деталізацію.

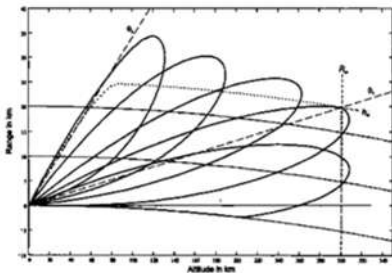


Рис. 1 - Зона виявлення AN/TPS-70

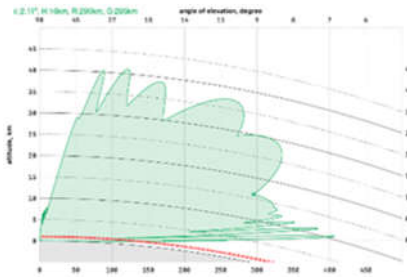


Рис.2 - Розрахована зона виявлення AN/TPS-70

РЛС 19Ж6 (ST-68U) є трьохкоординатною оглядовою РЛС з багатопроменевою антенною системою, де формування променів відбувається послідовно у часі за допомогою використання різних частот випромінювання. Повна зона огляду за кутом місця утворюється за рахунок двообертового огляду, під час якого формуються чотири вузьких промені діаграми спрямованості на першому оберті та чотири широкі - на другому. Параметри РЛС 19Ж6 та її потенціал у виявленні цілі з ЕПР  $2,5 \text{ м}^2$  наведено у [3] (рис. 3). За допомогою DAPAR було змодельована структуру антенної системи РЛС 19Ж6 з урахуванням особливостей режиму огляду та отримано зону виявлення для цілей з ЕПР  $2,5 \text{ м}^2$  (рис. 4).

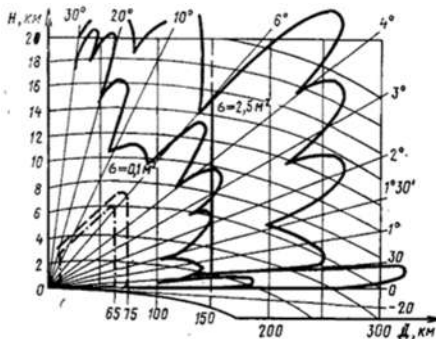


Рис.3 - Зона виявлення РЛС 19Ж6

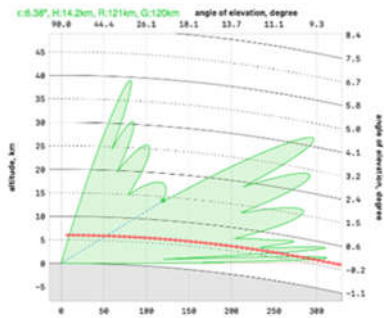


Рис.4 - Розрахована зона виявлення РЛС 19Ж6

Розрахована за допомогою DAPAR зона виявлення співпадає з аналогічною [3] з мінімальною похибкою у відстані виявлення, але детально демонструє спотворення першого (найнижчого) променя ДС інтерференційними явищами. Підсумовуючи отримані результати, можна зазначити добру відповідність їх до опублікованих в [2,3] та більшу точність у всіх просторових кутах.

### Перелік посилань

1. <https://www.analog.com/en/product-category/beamformers.html>
2. Barton, David K. Radar System Analysis and Modeling. - Published by Artech House Publishers, 2004, 545 pages. ISBN 10: 158053681.
3. Радиолокационная станция 19Ж6 (СТ-68У): Учебное пособие. - Москва: Военное издательство, 1992, 392с.

УДК 621.372.852.1

Карпуков Л.М.<sup>1</sup>, Воскобойник В.О.<sup>2</sup>

### ОПТИМАЛЬНИЙ СИНТЕЗ ШЛЕЙФНИХ ФІЛЬТРІВ З ЧЕБИШЕВСЬКОЮ ХАРАКТЕРИСТИКОЮ

Пропонується метод прямого синтезу шлейфних чебишевських полосно-пропускаючих фільтрів (ППФ) і фільтрів нижніх частот (ФНЧ). Процедура синтезу включає: складання функції фільтрації структури

<sup>1</sup> д.т.н., проф. каф. «Захист інформації», НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> к.т.н., доц., зав каф. «Захист інформації», НУ «Запорізька політехніка»

фільтра, що аналізується; підбір апроксимуючої функції з комбінацій чебишевських функцій; визначення значень хвильових опорів елементів фільтра з умови тотожності функції фільтрації та апроксимуючої функції.

На рис. 1 наведено структуру фільтра, яка утворена з чвертьхвильових шлейфів і відрізків ліній, де -  $\rho_0$  хвильовий опір хвильового тракту, -  $\rho_L$  відрізка лінії, -  $\rho_S$  шлейфу.

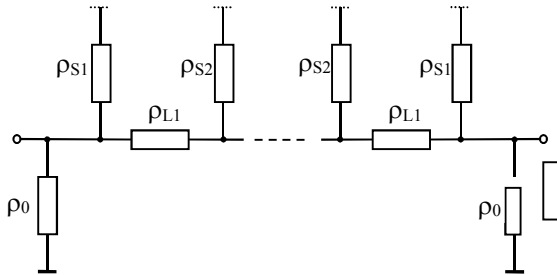


Рисунок 1

Складено функції фільтрації аналізованої структури фільтрів:

$$F(\theta) = j\phi(\theta) \sum_{k=0}^m \alpha_k \cos(\theta)^{2k}, \quad (1)$$

де  $\phi(\theta) = \cos(\theta)^\delta / \sin(\theta)$  для ППФ,  $\phi(\theta) = \sin(\theta)^\delta / \cos(\theta)$  для ФНЧ;  $\theta$  – електрична довжина;  $m = (n_S + 1 - \delta) / 2$ ,  $n_S$  - число шлейфів;  $\delta=0$  при  $n_S$  парне,  $\delta=1$  при  $n_S$  непарне;  $j$  – уявна одиниця.

Функції фільтрації (1) апроксимуються чебишевськими функціями:

$$F_a(\theta) = \cos[n_S \arccos \varphi_1(\theta) + n_L \arccos \varphi_2(\theta)], \quad (2)$$

де  $\varphi_1(\theta) = \text{tg}(\theta) / \text{tg}(\theta_c)$ ,  $\varphi_2(\theta) = \sin(\theta) / \sin(\theta_c)$  для ФНЧ; для ППФ тангенс змінюється на котангенс; синус на косинус;  $\theta_c$  – кут, який відповідає межі смуги пропускання за рівнем пульсацій, -  $n_L$  число відрізків ліній.

Функція  $F_a(\theta)$  перетворюється на вигляд, аналогічний  $F(\theta)$ . Складається система рівнянь щодо коефіцієнтів поліномів у чисельниках функцій  $F(\theta)$ ,  $F_a(\theta)$ . З рішення системи визначаються хвильові опори елементів фільтра.

Наприклад на рис. 2 представлена АЧХ ФНЧ із чотирьох



розімкнених шлейфів, яка розрахована запропонованим методом синтезу для згасання  $\alpha_c=0,1$  Дб за рівнем пульсацій у смузі пропускання з граничною частотою  $f_c=1,88$  ГГц (крива 1). Хвильові опори отримали такі нормовані значення  $\rho/\rho_0$ :  $R_{S1}=0,777$ ,  $R_{L1}=1,909$ ,  $R_{S2}=0,448$ ,  $R_{L2}=2,049$ . Крива 2 рисунку відповідає розрахунку за традиційною методикою з використанням LC-прототипу [1] при аналогічних вихідних даних на АЧХ.

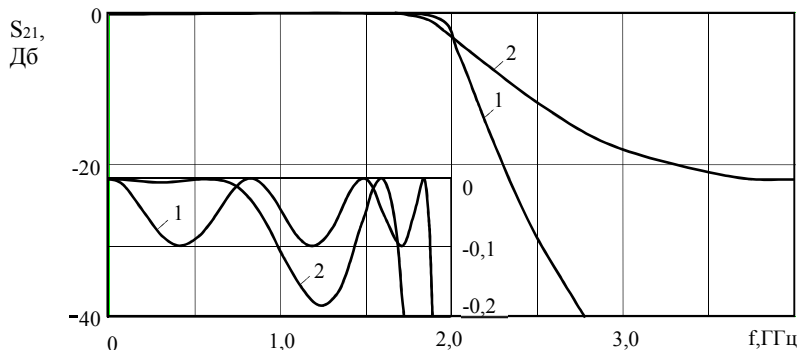


Рисунок 2

### Перелік посилань

1. Hong J-S. Microstrip filters for RF/microwave applications. – Hoboken / Jia-Sheng Hong - New York: John Wiley & Sons, Inc., 2011. – 635p.

УДК 621.372.852.1

Карпуков Л.М.<sup>1</sup>, Воскобойник В.О.<sup>2</sup>

### ПРЯМИЙ СИНТЕЗ ШЛЕЙФНИХ ФІЛЬТРІВ З НУЛЯМИ ПЕРЕДАЧІ НА ЗАДАНИХ ЧАСТОТАХ

Мікрохвильові шлейфні фільтри знаходять широке застосування у радіотехнічних та телекомунікаційних системах. Для розрахунку таких фільтрів використовуються традиційні методики, в яких попередньо здійснюється синтез фільтра-прототипу на зосереджених елементах з подальшим перетворенням його на мікрохвильовий фільтр на розподілених

<sup>1</sup> д.т.н., проф. каф. «Захист інформації», НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> к.т.н., доц., зав каф. «Захист інформації», НУ «Запорізька політехніка»

елементах. Це перетворення є наближеним. Тому актуальним є завдання розробки прямих методів синтезу мікрохвильових фільтрів.

Пропонується метод прямого синтезу шлейфних фільтрів нижніх частот із чебишевською характеристикою передачі у смузі пропускання та нулем передачі на заданій частоті у смузі загородження. Для формування нуля передачі традиційна структура шлейфного фільтра, що складається з простих чвертьхвильових односекційних розімкнених шлейфів і відрізків ліній передачі, доповнюється двосекційним шлейфом як показано на рис. 1, де -  $\rho_0$  хвильовий опір хвильового тракту,  $\rho_1$  - відрізка лінії,  $\rho_s$  - простого шлейфу,  $\rho_{d1}$ ,  $\rho_{d2}$  - двосекційного шлейфу.

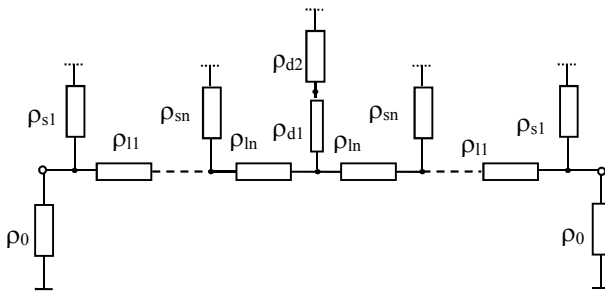


Рисунок 1

Складено функцію фільтрації аналізованого фільтра:

$$F(\theta) = j \frac{\sin(\theta) \cos(\theta) \sum_{k=0}^{n_s} a_k \sin^{2k}(\theta)}{\cos^{n_s}(\theta) (\cos^2(\theta) - \cos^2(\theta_n))},$$

де  $\theta$  - електрична довжина,  $\theta_n$  - нуль функції фільтрації,  $n_s$  - число простих шлейфів.

Показано, що цю функцію фільтрації можна подати у вигляді функції з комбінацій функцій Чебишева та косинус-дробу Чебишева – Маркова:

$$F_a(\theta) = \cos \left[ n_s \arccos S(\theta) + (n_s - 1) \arccos T(\theta) + 2 \arccos \frac{h_n S(\theta)}{\sqrt{1 - S(\theta)^2 / S(\theta_n)^2}} \right],$$

де  $S(\theta) = \sin(\theta) / \sin(\theta_c)$ ,  $T(\theta) = \text{tg}(\theta) / \text{tg}(\theta_c)$ ,  $h_n = \sqrt{1 - S(\theta_c)^2 / S(\theta_n)^2}$ ;  $\theta_c$  -

електрична довжина на частоті зрізу за рівнем пульсацій у смузі пропускання фільтра.

Хвильові опори елементів фільтра обчислюються в результаті розв'язання системи нелінійних рівнянь, складеної щодо коефіцієнтів поліномів функцій  $F(\theta)$  та  $Fa(\theta)$ .

На рис.2 наведена АЧХ фільтра із чотирма простими шлейфами, розрахованого для  $\alpha_c = 0,2$  Дб на  $f_c = 1,2$  ГГц;  $\alpha_b = 74$  Дб на  $f_b = 2,0$  ГГц.

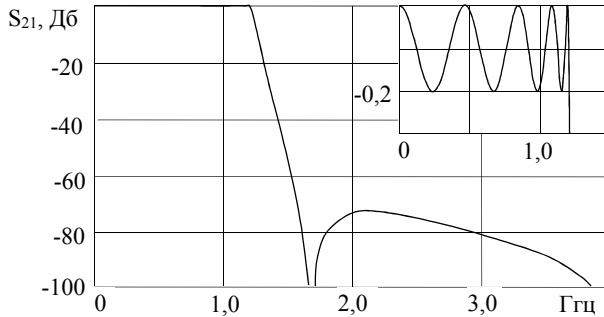


Рисунок 2

Для  $\rho_0 = 50$  Ом при синтезі отримані такі значення хвильових опорів:  $\rho_{s1}=18,73$ ;  $\rho_{l1}=125,71$ ;  $\rho_{s2}=41,62$ ;  $\rho_{l2}=24,66$ ;  $\rho_{d1}=141,15$ ;  $\rho_{d2}=10,85$  Ом. Запропонований метод синтезу забезпечив оптимальну АЧХ фільтру.

УДК 004.056(075)

Ковальов І.Є.<sup>1</sup>, Козіна Г.Л.<sup>2</sup>

## РЕАЛІЗАЦІЯ ШИФРУВАННЯ КОРОТКИХ ПОВІДОМЛЕНЬ НА СКРУЧЕНИХ ЕЛІПТИЧНИХ КРИВИХ ЕДВАРДСА ВЕЛИКОГО ПОРЯДКУ

Стандарт алгоритму шифрування коротких повідомлень визначений в ДСТУ 9041:2020. Цей стандарт устанавлює алгоритм шифрування повідомлень (інкапсуляції ключів) на еліптичних кривих у формі Едвардса

<sup>1</sup> Ковальов І.Є., студент гр. РТ-819 НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> Козіна Г.Л., к.ф.-м.н., доц. каф.захисту інформації НУ «Запорізька політехніка»

над простими полями, а також алгоритми, що його супроводжують: генерації та перевірки загальних параметрів системи шифрування, генерації та перевірки таємних ключів розшифрування та відкритих ключів шифрування.

Стандарт ДСТУ 9041:2020 застосовують під час розроблення або модернізації засобів криптографічного захисту інформації та поширюється на інформацію з будь-яким грифом обмеження доступу.

Скручена еліптична крива Едвардса над скінченим простим полем має форму:

$$x^2 + 2y^2 = dx^2y^2 + 1 \pmod{p}.$$

Алгоритми та процедури, що є необхідними для побудови криптографічних алгоритмів, визначених цим стандартом: генератор випадкових послідовностей; функція гешування; алгоритм перетворення Калина-1/k-KW та Калина-1/k-KW-p (Державний стандарт України ДСТУ-7624-2014 – Алгоритм симетричного блокового перетворення).

Мета роботи – використання алгоритму шифрування короткого повідомлення «GloMy\_to\_Ukraine» згідно зі стандартом ДСТУ 9041:2020.

В якості функції гешування використано MD5.

Загальні параметри кривої були взяті з рекомендацій ДСТУ 9041:2020: характеристика простого поля  $p = 11579208923731619542357/0985008687907853269984665640564039457584007913129639501$ ; порядок базової точки кривої  $n = 289480223093290488558927462521719769633731/6993117180182489495879912655174863$ ; порядок скрученої кривої Едвардса  $d = 24$ ; базова точка кривої  $P = (6601968239031997106746018989/6189280598945538712123590070105356547591667484735,52551605794316/031955506953255178542654230428927902613176292157410168256733483)$

За допомогою генератора псевдовипадкових послідовностей абонент А обирає таємний ключ розшифрування  $e$  за умовою  $1 < e < n - 1$  та обчислює відкритий ключ за формулою:  $Q = e \cdot P$ .

Абонент В отримує відкритий ключ  $Q$  абонента А, обирає випадковий разовий ключ  $\varepsilon$  за умовою  $1 < \varepsilon < n - 1$  та обчислює дві точки:  $R = \varepsilon \cdot P, T = \varepsilon \cdot Q$ .

Далі абонент В створює бітовий рядок  $M'$  з використанням повідомлення  $M$  та гешування допоміжних параметрів за допомогою алгоритму MD5.

Шифртекст формується наступним чином  $C = (r||t)$ , де  $r = R_x, t = E(M', \kappa)$  – результат шифрування згідно з ДСТУ 7624:2014 бітового рядка  $M'$  на ключі  $\kappa = T_x$ .

Отримано шифртекст:

$C = 8\ddot{U}r \square 2\square \square DY\acute{O}\acute{\square} \square \square \square aqCX@à*\square " \square .j\grave{a} \} V \square H\acute{c}\acute{A}M \S \grave{e} \square \square 9\frac{1}{2}$ .

Шифртекст надсилається абоненту А.

Для розшифрування шифртексту С абонент А використовує свій таємний ключ е.

За допомогою числа  $r = R_x$ , відновлюється спочатку точка R, а потім точка :  $T = e \cdot R$ , звідси знайдено таємний ключ  $\kappa = T_x$ .

Бітовий рядок  $M'$  отримуємо як результат розшифрування  $t$  на ключі  $\kappa = T_x$  :  $M' = D(t, \kappa)$  .

З бітового рядка  $M'$  виділяємо повідомлення  $M = \langle \text{Glory\_to\_Ukraine} \rangle$ .

Таким чином, проведено шифрування короткого повідомлення згідно зі стандартом ДСТУ 9041:2020 і показано, як можна його розшифрувати.

В подальшому передбачається реалізувати необхідні стандарти в повному обсязі та провести дослідження їх властивостей: швидкодії, криптостійкості тощо.

### Перелік посилань

1. Бессалов А.В. Эллиптические кривые в форме Эдвардса и криптография: монография — К.: ІВЦ «Політехніка», 2017. — 272 с. 2. ДСТУ ISO 7624:2014 Інформаційні технології. Криптографічний захист інформації. Алгоритм симетричного блокового перетворення [Чинний від 2020-08-06]. Київ, 2020. 40 с. (Інформація та документація).

УДК 004.056.55, 004.942

М. Кушнір<sup>1</sup>, В. Торончук<sup>2</sup>, І. Мартишук<sup>3</sup>, Р. Деделюк<sup>3</sup>

### ПОДАВЛЕННЯ ВУЗЬКОСМУГОВОЇ ЗАВАДИ В НАДШИРОКОСМУГОВИХ СИСТЕМАХ ЗА ДОПОМОГОЮ ХАОТИЧНИХ ДВІЙКОВИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ

Придушення вузькосмугової інтерференції (ВІ) в надширокосмуговій системі (НШС) зв'язку на основі хаосу є достатньо актуальною та складною проблемою через обмежену передачу потужності та велику кількість вузькосмугових перешкод у зайнятій надширокій смузі. У НШС на основі хаосу бажаний сигнал вже знаходиться в базовій смузі, тоді як вузькосмугове джерело перешкод працює на радіочастоті.

---

<sup>1</sup> к.ф.-м.н., доц. ЧНУ ім. Ю.Федьковича

<sup>2</sup> аспірант ЧНУ ім. Ю.Федьковича

<sup>3</sup> магістри ЧНУ ім. Ю.Федьковича

На рис. 1 представлена запропонована в роботі модифікована НШС на основі хаотичних послідовностей з підвищеною здатністю подавляти вузькосмугові завади [1].

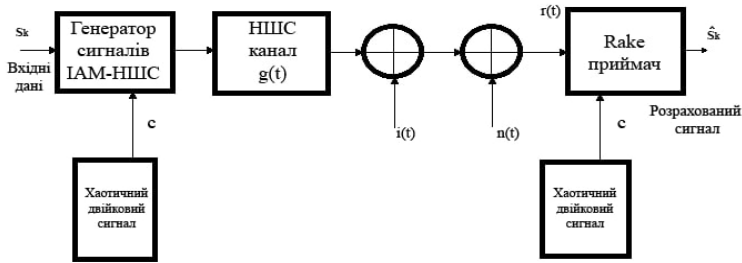


Рисунок 1 – Дискретна часова модель НШС на основі хаосу:  $g(t)$  – імпульсна характеристика каналу НШС,  $s(t)$  — переданий сигнал на основі імпульсно-амплітудної модуляції (ІАМ), а  $r(t)$  — прийнятий сигнал

Імпульсний радіопередавач НШС має певну схожість із широко використовуваною системою з розширеним спектром. У системі з розширеним спектром зайнята смуга пропускання (СП) більша, ніж СП, необхідна для передачі бітів даних для одного користувача. Кожному користувачеві призначається псевдовипадкова хаотична послідовність (ПВХП) з  $N$  чипів (де тривалість чіпа набагато коротша за фактичну тривалість символу) для передачі символу.

Без розширення одна і та ж сама СП може бути використана для  $N$  інформаційних символів, але операція розширення дозволяє одночасну передачу інформації від кількох користувачів на одній СП без перешкод один одному, що призводить до можливості кодового мультиплексування типу *CDMA* [2].

Структура приймача запропонованої НШС з використанням хаотичної послідовності показана на рисунку 2.

У приймачі переданий сигнал з розширеним спектром і вузькосмугове джерело перешкод проходять операцію згортання, під час якої приймач приймає широкосмуговий сигнал з розширеним спектром і згортає його назад до вихідної смуги пропускання.

Запропонована НШС система зв'язку забезпечує приріст обробки по відношенню до ВСІ без будь-якого значного додаткового апаратного забезпечення або обчислювальної складності.

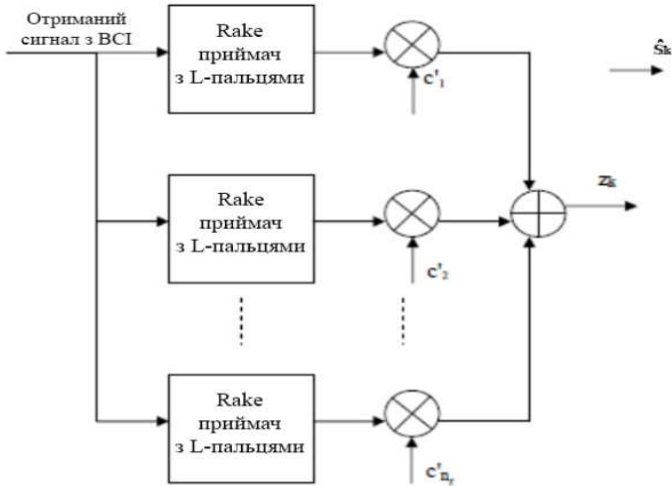


Рисунок 2 – Структура приймача для ІАМ-НШС

### Перелік посилань

1. Cassioli D., Win M.Z. and Molisch A.F. (2013) 'Effects of spreading bandwidth on the performance of UWB RAKE receivers', Proceedings of the IEEE International Conference on Communication (ICC), Vol. 5, pp. 3545-3549.
2. Кахно А.О., Дяченко С.М. РАКЕ-ПРИЙМАЧІ В СУЧАСНИХ СИСТЕМАХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ/ Вісник Національного технічного університету України "КПІ" Серія – Радіотехніка. Радіоапаратобудування.-2017.-№34.

УДК 621

Лізунов С.І.<sup>1</sup>, Верещака М.П.<sup>2</sup>

### АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ АНТИВІРУСНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Антивіруси є одним із найефективніших засобів захисту проти загроз інформаційній безпеці. Якщо операційна система не буде забезпечена захистом антивірусної програми, може статися зараження

<sup>1</sup> к.т.н., доц., доц. каф. захисту інформації НУ «Запорізька політехніка»,

<sup>2</sup> аспірант кафедри радіотехніки та телекомунікацій НУ «Запорізька політехніка»

шкідливими програмними об'єктами, що зрештою спричинить загрозу інформаційній безпеці.

При пошуку та знищенні відомих вірусів найпоширенішим є метод сканування. Зазначений метод полягає у виявленні комп'ютерних вірусів за їх унікальним фрагментом програмного коду (сигнатурою, програмним штамом). Для цього створюється деяка база даних сканування із фрагментами кодів відомих комп'ютерних вірусів. Виявлення вірусів здійснюється шляхом порівняння даних пам'яті комп'ютера із фіксованими кодами бази даних сканування. У разі виявлення та ідентифікації коду нового вірусу його сигнатура може бути введена в базу даних сканування. З огляду на те, що сигнатура відома, існує можливість коректного відновлення (знезараження) заражених файлів та областей. Слід додати, деякі системи зберігають не самі сигнатури, а, наприклад, контрольні суми.

До недоліків сканерів слід віднести те, що вони дозволяють виявити ті віруси, які вже проникли в обчислювальні системи, вивчені і їм визначена сигнатура. Для ефективної роботи сканерів необхідно оперативно поповнювати базу даних сканування.

Деякі віруси (мутанти та поліморфні) кодують або видозмінюють свій програмний код [1]. Це ускладнює або унеможливує виділення сигнатури і, отже, виявлення вірусів методом сканування.

Для виявлення зазначених вірусів, що маскуються, використовуються спеціальні методи. До них можна віднести метод емуляції процесора. Метод полягає в імітації виконання процесором програми та підсовування вірусу фіктивних керуючих ресурсів. Таким чином, вірус, який під контролем антивірусної програми, розшифровує свій код.

Після цього сканер порівнює розшифрований код із кодами зі своєї бази даних сканування.

Найбільш повний захист від вірусів може бути забезпечений за допомогою спеціальних контролерів апаратного захисту. Такий контролер підключається до ISA-шини ПК та на апаратному рівні контролює всі звернення до дискової підсистеми комп'ютера. Це не дозволяє вірусам маскувати себе. Контролер може бути налаштований так, щоб контролювати окремі файли, логічні розділи, "небезпечні" операції і т.п. Крім того, контролери можуть виконувати різні додаткові функції захисту, наприклад, забезпечувати розмежування доступу та шифрування.

До недоліків зазначених контролерів, таких як ISA-плат, відносять відсутність системи автоконфігурування, і, як наслідок, можливість конфліктів з деякими системними програмами, зокрема антивірусними.

Не всі сучасні антивіруси здатні протистояти навіть відомих наразі



загрозам інформаційної безпеки, або не здатні їм протистояти на достатньому рівні. Для розвитку конкурентоспроможності антивірусів із нижчим рівнем захисту необхідно розробляти більшу кількість захисних компонентів, а також регулярно відстежувати та реагувати на появу нових сучасних загроз інформаційній безпеці, тому захист інформаційної системи повинен бути комплексним та включати: програмні і апаратні брандмауери, антивіруси і правильні налаштування операційної системи.

### **Перелік посилань**

1. White G., Long J. (2010). Global information security factors. International Journal of Information Security and Privacy (IJISP), 4(2), 2010. P. 49–60.

УДК 004.056

Лізунов С.І.<sup>1</sup>, Філобок Є.В.<sup>2</sup>

### **МОДЕРНІЗОВАНИЙ МЕТОД АКТИВНОГО ПРИДУШЕННЯ ЗВУКУ**

Раніше в [1] описувалася система активного придушення звуку (САПЗ), яка має підвищену ефективність за рахунок врахування різниці швидкостей поширення акустичного та електричного сигналів. Ця система має підвищену швидкодію через поліпшену синхронізацію сигналу придушення з джерелом звуку.

Подальше вдосконалення методу активного придушення звуку можливо з урахуванням акустичних характеристик приміщення.

Якщо врахувати всі суттєві для конкретного випадку технічні канали витоку акустичної інформації [2], а також такі акустичні залежності (характеристики) приміщення між точкою розташування джерела звуку, що придушується (договідач), і точками каналів витоку акустичної інформації на границях контрольованої зони: часові (час поширення акустичної хвилі), амплітудно-частотні характеристики (АЧХ) і фазо-частотні характеристики (ФЧХ), ревербераційні (відбиття звукових хвиль від перешкод, відлуння, тощо), то можна, в принципі, відмовитися від використання додаткових мікрофонів біля кожного каналу витоку мовної інформації. Це спрощує апаратну частину системи та процес її встановлення.

---

<sup>1</sup> канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> аспірант НУ «Запорізька політехніка»

Вказані вище характеристики для кожного конкретного приміщення можуть бути зняті завчасно і внесені в електронні блоки управління, які вироблятимуть пригнічуючі сигнали.

При такому підході до захисту акустичної інформації можемо реалізувати наступні переваги.

1. Кожен блок заздалегідь готовий до перетворення отриманого від мікрофона електричного сигналу з метою вироблення максимально ефективного сигналу придушення без суттєвих затримок у часі. Це забезпечується заздалегідь введеному у процесор алгоритму дій (програмі).

2. В такій системі будуть придушуватися тільки звуки, які існують біля основного мікрофону (акустична інформація, яку слід захистити), не порушуючи решту нережимної частини звукової «картини» (шуми навколишнього середовища як в межах контрольованої зони, так і за її межами). Ці сторонні звуки, крім того, також будуть ускладнювати зловмисникам зняття інформації, що приховується.

3. Оскільки природний звуковий фон при цьому не порушується, то сам факт та місце проведення перемовин будуть замасковані. Зловмисники будуть чути за межами контрольованої зони лише природні звуки навколишнього середовища. В інших подібних системах, в ідеальному випадку, була б абсолютна тиша. Це, певним чином, вказувало б на наявність секретних перемовин.

4. Також, не будуть витрачатися ресурси системи на придушення цих «зайвих» (нережимних) звуків, що дозволить розвантажити процесор від зайвої роботи, а значить може підвищити його швидкодію та надійність (менший нагрів).

5. Вимоги до максимальної потужності акустичних випромінювачів теж можуть бути знижені оскільки звукові коливання, які треба погасити на границях контрольованої зони часто бувають значно нижчими по потужності (гучності) ніж сторонні звуки, котрі інші системи придушують без потреби. Це знижує вартість таких комплектів апаратури та зменшує їх вагу та габарити. Як наслідок цього, випромінювачі звуків (динаміки) будуть мати менші розміри і можуть бути розміщені в каналах витоку інформації (повітроводи, системи кондиціонування тощо) з меншими розмірами.

6. В наслідок вищезазначеного, зменшиться споживання електроенергії. Ця властивість набуває особливого значення при живленні таких систем від автономного джерела енергії з обмеженим енергоресурсом (батареї, акумулятори, тощо).

7. Оскільки система буде реагувати лише на промову доповідача (відповідно до пункту 2 цього переліку), яка природньо має паузи між

словами та фразами, то переваги, що зазначені в пунктах 4-6 цього переліку, ще більш проявляться. Під час таких пауз система «відпочиває».

Процедуру попереднього налаштування системи можна спростити, використовуючи налаштування за допомогою тестових сигналів в автоматичному режимі.

Як зазначалось в [3], процес зняття таких акустичних характеристик можна в значній мірі автоматизувати.

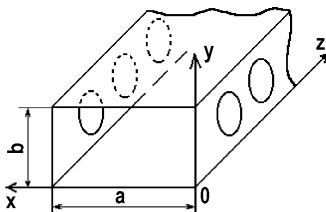
### Перелік посилань

1. Лізунов С.І., Філобок С.В. Захист мовної інформації з використанням систем активного звукопридушення. *Zahist informacii. Ukrainian information security research journal*. Том 23, № 1 (2021), с. 20-25.
2. Технические каналы утечки акустической (речевой) информации. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.bnti.ru/showart.asp?aid=957&lvl=04.02>.
3. Лізунов С.І. Активне придушення звукової інформації. Економічна та інформаційна безпека: актуальні питання та інновації: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Дніпро, 4 листоп. 2021 р.). Дніпро : Дніпроп. держ. ун-т внутр. справ, 2021. с. 146-147.

УДК 621.372.81

Логачова Л. М.<sup>1</sup>, Чорнобородов М. П.<sup>2</sup>

## СТРУКТУРА ПОЛЯ В ПРЯМОКУТНОМУ ХВИЛЕВОДІ З ІМПЕДАНСНИМИ ВУЗЬКИМИ СТІНКАМИ



Малюнок 1 – Прямокутний хвильовід з отворами у вузьких стінках

Розглядається прямокутний хвильовід розмірами  $a \times b$ , у якого на вузьких стінках, уздовж лінії, рівнобіжної осі  $z$ , розташовано ряд отворів круглої форми (мал. 1). Нехай на вхід хвильоводу падає основний тип хвилі  $H_{10}$ . Імпеданс вузької стінки  $b$  обумовлено наявністю в ній круглих отворів.

Поле в такому хвильоводі визначається через попереточну складову  $H_z$ , що задовольняє рівнянню Гельмгольца за виконання імпедансних

<sup>1</sup> старш. викл. НУ "Запорізька політехніка"

<sup>2</sup> к. т. н., доц. НУ "Запорізька політехніка"

межєвих умов на вузьких стінках:

$$E_y = -Z_s^0 \cdot H_z, \text{ за } x=0, \quad (1)$$

$$E_y = Z_s \cdot H_z, \text{ за } x=a, \quad (2)$$

де  $Z_s^0$  й  $Z_s$  – у загальному випадку комплексні імпеданси на стінках.

Отримаємо математичні вирази, що описують поперечні складові хвиль, які поширюються в хвилеводі з імпедансними стінками.

Відомо, що у магнітних хвиль типу  $H_{m0}$  ( $n=0$ ), усі складові векторів поля не залежать від координати  $y$ . За цього, вектор напруженості електричного поля має тільки одну складову  $E_{ym0}$ .

Використовуючи рівняння зв'язку повздовжніх і поперечних складових за  $z=0$ , отримаємо:

$$\dot{E}_y = \frac{j \cdot \omega \cdot \mu_0}{\tilde{\gamma}_\perp^2} \cdot \left( -\gamma_x \cdot \dot{A} \cdot \sin \gamma_x x + \gamma_x \cdot \dot{B} \cdot \cos \gamma_x x \right), \quad (3)$$

де  $\gamma_x$  - поперечне хвильове число, яке треба визначити, а комплексні  $A$  й  $B$  - довільні сталі, обумовлені з межєвих умов (1) й (2).

Перетворивши (3) таким чином, щоб до виразу для  $E_y$  входили поверхневі імпеданси, у випадку об'ємних (швидких) хвиль, отримаємо:

$$\dot{E}_y = -j \cdot Z_0 \cdot \dot{A} \cdot \left( \frac{\tilde{\gamma}_x}{\tilde{\gamma}_\perp^2} \cdot \text{shk} \tilde{\gamma}_x x + \tilde{Z}_s^0 \cdot \text{cosk} \tilde{\gamma}_x x \right), \quad (4)$$

де  $Z_0 = \sqrt{\mu_0 / \epsilon_0}$  – характеристичний опір вільного простору,  $k = \omega \cdot \sqrt{\epsilon_0 \cdot \mu_0}$  – стала поширення вільного простору,  $\tilde{\gamma}_x = \gamma_x / k$ ,  $\tilde{\gamma}_\perp^2 = \dot{\gamma}_\perp^2 / k^2$  – нормовані поперечні числа в імпедансному хвилеводі.

У випадку поверхневої хвилі, вираз для  $E_y$  складової матиме вигляд:

$$E_y = -j \cdot Z_0 \cdot A \cdot \left[ (-\tilde{\gamma}_x / \tilde{\gamma}_\perp^2) \cdot \text{shk} \tilde{\gamma}_x x + \tilde{Z}_s^0 \cdot \text{chk} \tilde{\gamma}_x x \right]. \quad (5)$$

Для повільних хвиль  $\gamma_\perp > k$ , тому різниця  $k^2 - \gamma_\perp^2 = \beta^2$  - негативна, а поперечне хвильове число  $\gamma_\perp$  є уявним. Чисто уявним буде і поперечне хвильове число уздовж вісі  $x$ :  $j \cdot kx$ .

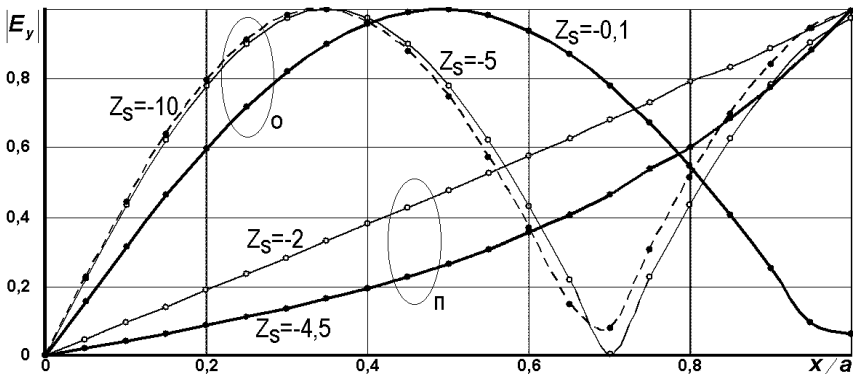
Аналізуючи (4) й (5), розглянуто структури полів хвиль за  $\lambda < \lambda_{кр}$  для двох випадків хвилеводів: з однією (мал. 2) й двома імпедансними стінками.

Для об'ємної хвилі, силові лінії електричного поля  $E_y$  не залежать від

координати  $y$ . Але за  $x=a$  вона обертається на нуль, а за  $x=0$  вона відмінна від нуля. За  $x=a/2$   $E_y$  має екстремум, що цілком збігається з екстремумом хвилі  $H_{10}$  у регулярному хвилеводі. Зі збільшенням  $Z_s$  відбувається зсув максимуму  $E_y$  до стінки хвилеводу за  $x=a$ , а за  $x=0$  спостерігається другий екстремум. За  $Z_s > 1$  поверхнева хвиля концентрується біля імпедансної стінки  $x=0$ , спадаючи до протилежної стінки за  $x=a$ .

На гармоніках ( $a/\lambda=1,6; 2,4; 3,2$ ) за значень  $Z_s < -0,1$  типи хвиль практично повторюють розподіл відповідних типів хвиль у регулярному хвилеводі. За збільшення  $Z_s$ , структури полів – ускладнюються.

Характер поведінки поверхневих хвиль – наступний: відбувається концентрація  $E_y$ -складової біля імпедансної стінки. І ця концентрація тим дужча, чим вище номер гармоніки.



Малюнок 2 – Залежність амплітуди поперечної складової об'ємних (o) (квази  $H_{10}$ ) і поверхневих (п) хвиль за різних  $Z_s$  для I гармоніки  $a/\lambda=0,8$  у випадку однієї імпедансної стінки

## ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ МАЛОРЕСУРСНОЇ КРИПТОГРАФІЇ

Стрімкий розвиток інформаційних технологій, зокрема вбудованих систем, з кожним роком все швидше розширяє діапазон їх використання. Поняття «інтернету речей» наразі замінюється більш широким поняттям «інтернету всього». Але зручність використання сучасних програмно-апаратних засобів в побуті має і зворотню сторону. Широке використання таких приладів користувачами, які не є ІТ-спеціалістами, відкриває безліч проблем в захисті інформаційного простору. Тому актуальною є задача дослідження можливостей малоресурсної криптографії.

Відомо, що основним критерієм вибору криптографічного алгоритму є довжина ключа, яка забезпечує відповідну, достатньо велику, кількість переборних операцій, які необхідно виконати для зламу. Сучасні криптографічні стандарти, зокрема Українські, при відповідно підібраних системних параметрах, здатні забезпечувати високий та надвисокий рівень стійкості. Але платою за це є суворі вимоги до потужностей апаратного забезпечення та зменшення швидкості прямих криптографічних перетворень.

Для інформаційного обміну в практичних задачах, які використовують вбудовану техніку (з обмеженими обчислювальними ресурсами), вимоги до криптографічної стійкості використовуваних методів та алгоритмів є значно нижчим. Це дає можливість розробити відповідні криптографічні засоби з прийнятною швидкістю перетворень.

Малоресурсна криптографія – це напрямок досліджень, який включає побудову та аналіз криптографічних методів та алгоритмів, які здатні забезпечити достатній рівень стійкості до зламу при використанні обмежених ресурсів, насамперед пам'яті та процесорного часу.

В роботі розглядається підхід до побудови захищеного каналу передачі даних з мікроконтролерів на сервер. Окрім Flash та оперативної пам'яті, що використовуються для зберігання прошивки і значень змінних, у мікроконтролерів AVR також є і третя область - EEPROM-пам'ять, що дозволяє зберігати налаштування калібровочної константи, логи помилок

---

<sup>1</sup> аспірант каф. РТТ НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> к.ф.-м.н., доцент каф. РТТ НУ «Запорізька політехніка»

<sup>3</sup> к.т.н., доцент каф. ЗІ НУ «Запорізька політехніка»

та інші корисні дані під час роботи програми без перепрошивання. Ця пам'ять є енергонезалежною.

Пропонується використовувати є EEPROM - пам'ять для зберігання криптографічного ключа з метою створення захищеного каналу передачі даних з пристрою, який в даному випадку виконує роль клієнта, на сервер.

Об'єм пам'яті EEPROM різних мікроконтролерів, що входять до складу Ардуїно, може відрізнятися: 1024 байта в ATmega328, 512 байт - в ATmega168 та ATmega8, 4 КБ (4096 байт) - в ATmega1280 та ATmega2560[1]. Для проведення експериментів авторами використовується модель ARDUINO UNO WIFI REV2.

Ідея полягає в тому, що перший (ініціалізаційний) скетч (прошивка, програма) записує в пам'ять EEPROM обфускований ключ. Другий (основний) скетч, в припущенні, що ключ уже записаний в пам'ять мікроконтролера, отримує його та використовує у криптографічному захисті даних та/або для автентифікації пристрою.

Якщо зловмисник спробує скопіювати основну програму (як бінарний файл) та запустити на іншому пристрої, то ключ залишається не скопійованим, оскільки він був записаний іншим скетчем, та ще й захищений за допомогою обфускації (заплутування порядку розташування частин ключа в пам'яті).

Метою першого етапу дослідження є розробка тестового програмного забезпечення та отримання експериментальних даних щодо часової та просторової складності криптографічних алгоритмів в залежності від довжини ключа та виду алгоритму.

Напрямок подальших досліджень полягає в розробці криптографічних методів та протоколів малоресурсної криптографії а також генерації їх системних параметрів відповідної довжини для практичних застосувань.

### **Перелік посилань**

1. Документація ARDUINO-UA [Електронний ресурс], Режим доступу: <https://doc.arduino.ua/> – Назва з титул. екрану.

## МЕТОД ПРОСТОРОВО-ПОЛЯРИЗАЦІЙНОЇ КОМПЕНСАЦІЇ ЗАВАД

При захисті РЛС від активних шумових завад, які діють з напрямків бічних пелюсток діаграми спрямованості антени, застосовують просторову фільтрацію сигналів шляхом використання рознесеного прийому корисного сигналу та завад. При цьому відмінність напрямків впливу завад та сигналу дозволяє компенсувати заваду та виявити корисний сигнал. Однак, якщо джерело завади зміщується в область головного променя, просторові відмінності між корисним сигналом і завадою зменшуються. Це призводить до суттєвого спотворення діаграми спрямованості основної антени [1]. Внаслідок цього погіршується точність вимірювання кутових координат цілей, а також чутливість приймального пристрою РЛС. Авторами вперше запропоновано новий метод просторово-поляризаційної обробки радіолокаційних сигналів, що забезпечує компенсацію активних шумових завад як з напрямків бічних пелюсток, так і з напрямків головного променя діаграми спрямованості антени. При паралельно – послідовній обробці сигналів запроцедурою Грама – Шмідта [2,3], яка використовується в запропонованому методі, в кожний блок компенсації завад додатково введено сигнали дуальнополяризованої антени як це показано на рис 1.

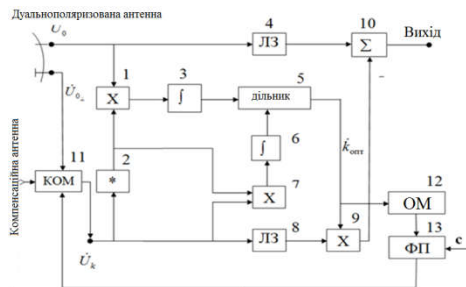


Рисунок 1 – Структурна схема блоку компенсації

Ортогональний вихід антени додатково під'єднано до першого сигнального входу додатково введеного в кожний блок компенсації

<sup>1</sup> д.т.н, проф. НУ "Запорізька політехніка"

<sup>2</sup> ст. викл. НУ "Запорізька політехніка"



комутатора КОМ, другий сигнальний вхід якого підключено до входу компенсаційного каналу прийому пристрою, вихід комутатора під'єднано до компенсаційного входу  $\dot{U}_k$  блока компенсації, а управляючий вхід під'єднано до виходів додатково введених кіл з послідовно з'єднаним обчислювачем модуля ОМ вагового коефіцієнта та формувачем порога ФП, під'єднаних до виходів дільників блоків компенсації. В запропонованій схемі, шляхом поточного аналізу модуля вагового коефіцієнта блока компенсації при впливі АШЗ по головному променю введені кола можуть підключити до входу компенсаційного каналу дуальнополяризований вихід антени та забезпечити компенсацію завади, використовуючи поляризаційні відмінності в структурі АШЗ та корисного сигналу. Якщо активна завада діє з напрямків бокових пелюстків ДНА, то значення модуля вагового коефіцієнта на виході обчислювача модуля 12 (див. рис. 1) не перевищує поріг  $\epsilon$  у формувачі порога 13 і результат компенсації з виходу суматора 10 надходить на вихід блока компенсації. У випадку, коли активна завада зміщується в просторі і починає діяти по головному променю ДНА, модуль вагового коефіцієнта  $|k|$  перевищує рівень порога  $\epsilon$  у формувачі порога і комутатор підключає на компенсаційний вхід  $\dot{U}_k$  блока компенсації заваду  $\dot{U}_{0\perp}$ , що діє в ортогональному каналі дуальнополяризованої антени. При цьому для компенсації АШЗ використовуються поляризаційні відмінності між корисним сигналом та завадою. За рахунок використання апріорної інформації про поточний стан модулів вагових коефіцієнтів блоків компенсації запропонований метод забезпечує просторово-поляризаційну обробку сигналів та реалізує компенсацію завад, що діють як по бічних пелюстках, так і по головному променю ДНА. Математична модель блока компенсації з просторово-поляризаційною адаптацією розроблена відповідно до структурної схеми, представленої на рис.1. При проведенні експериментальних досліджень максимальна дисперсія АШЗ становила 40 дБ у максимумі головного променя і 26 дБ у максимумі першої бічної пелюстки.

В результаті проведених досліджень встановлено, що коефіцієнт придушення завади, яка діє в максимумах перших бокових пелюсток, досягає рівня 23 дБ. Це відповідає теоретичній межі при діючій дисперсії АШЗ, що дорівнює 26 дБ. Максимальне значення коефіцієнта придушення завади діючої в напрямі головного променя ДНА при просторово-поляризаційній обробці сигналів становить 37 дБ, що також відповідає теоретичній межі при дисперсії завади, яка дорівнює 40 дБ. Таким чином, спільне використання просторових та поляризаційних відмінностей у структурі корисних сигналів та завад у запропонованому методі

просторово-поляризаційної компенсації завад забезпечує значне підвищення тактико-технічних характеристик РЛС.

Наукова новизна проведеного дослідження полягає у розробці нового методу просторово-поляризаційної обробки радіолокаційних сигналів у складних умовах функціонування РЛС при масованому впливі активних шумових завад.

### **Перелік посилань**

1. Ширман Я.Д. Теория и техника обработки радиолокационной информации на фоне помех / Я.Д. Ширман, В.Н. Манжос – М.: Радио и связь, 1981. – 416 с. 2. Монзинго Р.А. Адаптивные антенные решетки. Введение в теорию / Р.А. Монзинго, Т.У. Миллер; пер. с англ. под ред. В.А. Лесаченко. – М.: Радио и связь, 1986. – 448 с. 3. Пиза Д.М. Усовершенствованный метод Грама-Шмидта для обработки радиолокационных сигналов. / Д.М. Пиза, С.Н. Романенко // Радиоэлектроника, информатика, управление. – 2021. – № 4. – С. 26–33.

УДК 003.26

Пономаренко Є.О.<sup>1</sup>, Неласа Г.В.<sup>2</sup>

### **АНАЛІЗ МЕТОДІВ ІЗОГЕННИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ НА АЛГЕБРАЇЧНИХ КРИВИХ**

Ізогенні перетворення являють собою один із способів забезпечення захисту інформації від квантового криптоаналізу. Цей метод побудови криптосистем є продовженням ідеї криптографії на еліптичних кривих. Криптосистеми, засновані на обчисленні алгебраїчних відображень (ізогеній) суперсингулярних еліптичних кривих, є стійкими по відношенню до квантового комп'ютера. Такий комп'ютер здатний утримати в зв'язаному стані порядку декількох тисяч кубітів, що дозволяє знаходити закриті ключі по відкритих ключах для всіх існуючих на даний час асиметричних криптосистем.

Криптографічні системи засновані на ізогенних перетвореннях як ідея, зародились з початку 2000-них років, узявши за основу класичну криптографію на еліптичних кривих, яку почали застосовувати з 80-х років попереднього сторіччя для побудови алгоритмів з відкритим ключем. Але розвиток систем заснованих на ізогеніях почався фактично з 2010-х років.

---

<sup>1</sup> аспірант каф. РТТ НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> к.т.н. доцент каф. ЗІ НУ «Запорізька політехніка»

Ізогенні перетворення представляються у вигляді графа, вершинами якого є безпосередньо еліптичні криві а ізогенії, у свою чергу, як спосіб переходу від одної кривої до іншої, слугують сторонами цих графів [1].

Перевагою використання алгебраїчних відображень є те, що ізогенії дозволяють реалізувати принципово нові протоколи.

Розповсюдженою є ідея про те, що криві першого (еліптичні криві), другого і третього роду можуть забезпечити кращий баланс безпечності та ефективності.

Дослідження ізогеній кривих другого роду мотивуються тим, що значно більша кількість можливих ізогеній на них дає більше можливостей для побудови криптосистем. Згідно з К. Такасімою [2] еліптичні криві мають три ізогенії, а криві другого роду, у свою чергу, вже мають 15 ізогеній. Але у використанні таких кривих в криптографії існує дві проблеми: треба зрозуміти як швидко будувати графи ізогеній, і розробити ефективні алгоритми розрахунку ізогеній кривих другого роду[3].

Існують два класи кривих другого роду: гіпереліптичні і негіпереліптичні. Гіпереліптичні криві не можуть бути ізоморфними до негіпереліптичних. Існують алгоритми, що переносять проблему дискретного логарифму з гіпереліптичних кривих третього роду на негіпереліптичні криві, де можливе значне збільшення швидкості розрахунків[4]. Для цього пропонується використовувати ізогенії, а конкретно сюр'єктивні гомоморфізми, зі скінченним ядром, від гіпереліптичного до негіпереліптичного яacobіанів. Ядра цих ізогеній перетинатимуться з будь-якою підгрупою, що представляє криптографічний інтерес.

Розглядається протокол Діффі-Гелмана на основі ізогеній кривих другого роду, та алгоритми розрахунку ізогеній на рівні яacobіанів. Робота алгоритму заснована на використанні графів ізогеній для абелевих площин.

Було проведено дослідження методів обчислення ізогеній на алгебраїчних кривих, які дозволяють побудувати постквантові криптографічні протоколи.

Перспектива використання ізогенних перетворень в інших криптографічних протоколах потребує подальшого дослідження.

### Перелік посилань

1. Luca De Feo Mathematics of Isogeny Based Cryptography [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://arxiv.org/pdf/1711.04062.pdf>
2. Toshiyuki Katsura, Katsuyuki Takashima Counting Richelot isogenies between superspecial abelian surfaces [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2003.00633>
3. Group Law Computations on Jacobians of Hyperelliptic Curves Craig Costello, K. Lauter [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.semanticscholar.org/paper/Group-Law->

УДК 621.374.415

Семенов А.О.<sup>1</sup>, Бриндак І.П.<sup>2</sup>, Довгун В.О.<sup>2</sup>

## **КЕРОВАНІ ПРИСТРОЇ РАДІОАВТОМАТИКИ ЗАТРИМКИ ЧАСУ НА ПРОГРАМОВАНИХ ЛОГІЧНИХ ІНТЕГРАЛЬНИХ МІКРОСХЕМАХ**

Зважаючи на сучасний розвиток науки постає необхідність виконувати цифрові пристрої та системи на основі новітніх технологій з дуже високою швидкістю та точністю. Вони повинні відповідати сучасним вимогам, щоб була можливість адаптувати їх до значно складніших сучасних систем, пов'язувати їх між собою.

Технологія ПЛІС (з англ. programmable logic device, PLD) дозволяє будувати цифрові системи з тактовою частотою до 1,33 ГГц. Дані системи можуть мати значну розрядність, що дає можливість застосовувати їх у комплексі із процесорами та контролерами, а також інших ПЛІС провідних фірм, таких як Texas Instruments, Infineon, Atmel, Altera, Lattice semiconductor та інші [1].

Програмована логічна інтегральна схема - електронний компонент, що використовується для створення цифрових інтегральних схем. На відміну від цифрових мікросхем, логіка роботи ПЛІС не визначається при виготовленні, а задається шляхом програмування (проектування). Для програмування використовуються відлагоджувальні програми, що дозволяють задати бажану структуру цифрового пристрою в вигляді принципової електричної схеми чи програми на спеціальних мовах Verilog, VHDL (Verilog Hardware dynamic language). Альтернативою ПЛІС є ВІС (великі інтегральні схеми), які суттєво дорожче і комп'ютери (мікроконтролери), які через програмний спосіб реалізації алгоритмів менш швидкодіючі аніж ПЛІС. Деякі виробники пропонують процесори для своїх ПЛІС, які можуть бути модифіковані під конкретну задачу і потім інтегровані в неї, тим самим зменшивши місце на друкованій платі і і

---

<sup>1</sup> Д.т.н., проф., Вінницький національний технічний університет

<sup>2</sup> студент гр. РТ-21м Вінницький національний технічний університет

спростивши розробку для самої ПЛІС.

ПЛІС широко використовується для побудови різноманітних по швидкодії і можливостям цифрових пристроїв. Це реалізації, де необхідна велика кількість портів введення/виведення (в даний час число вентилів на кристалі досягло 2 мільярдів, число виводів - 2000, а швидкодія знаходиться на рівні 0,75 наносекунди), цифрова обробка сигналів (ЦОС), цифрова відео-аудіо апаратура, високошвидкісна передача даних, криптографія, проектування ASIC (англ. application-specific integrated circuit - спеціалізована для вирішення конкретної задачі інтегральна схема), в якості мостів (комутаторів) між системами з різною логікою і напругою живлення [1].

Існує два типи сучасних ПЛІС. Перший із них, це CPLD (англ. complex programmable logic device — складні запрограмовані логічні пристрої) містять відносно великі запрограмовані логічні блоки — макрокомірки (англ. macrocells), сполучені із зовнішніми виводами і внутрішніми шинами. Функціональність CPLD кодується в незалежній пам'яті, тому немає необхідності їх перепрограмувати при ввімкненні.

Іншим типом ПЛІС є FPGA (англ. field-programmable gate array) містять блоки множення - підсумовування, що широко застосовуються при обробці сигналів, а також логічні вентиля і їх блоки комутації. FPGA зазвичай використовуються для обробки сигналів, мають більше логічних елементів і гнучкішу архітектуру, ніж CPLD. Програма для FPGA зберігається в розподіленій енергозалежній оперативній пам'яті мікросхеми, тому потрібний початковий завантажувач. Альтернативою ПЛІС FPGA є повільніші цифрові процесори обробки сигналів. FPGA застосовуються також, як прискорювачі універсальних процесорів в суперкомп'ютерах.

У даній роботі здійснено розрахунок пристрою автоматичної витримки часу на ПЛІС, робота якого поділяється на два етапи: в першому виконується відлік часових дискретів і виведення їх на індикатори семи-сегментного коду, в другому виконується генерація кодових послідовностей і виведення їх на світлодіоди. Даний пристрій дає уявлення про поєднання такого роду систем на двох ПЛІС і об'єднання їх можливостей та якісних характеристик у один цілий комплекс.

### **Перелік посилань:**

1. Кофанов В.Л., Осадчук О.В., Гаврілов Д.В.. Лабораторний практикум з цифрових пристроїв на основі САПР QUARTUS II: Навч. посібник. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2007. 166 с.

## ДОСЛІДЖЕННЯ СПРЯМОВАНИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АНТЕНИ НАДЕНЕНКО

Для прийому та передачі радіосигналу в гектаметровому діапазоні знайшов застосування симетричний вібратор – диполь Надененко. У вібраторах такого типу вхідний опір сильно змінюється при зміні довжини хвилі. С.І. Надененко запропонував виконувати плечі вібратора з великим поперечним перерізом. Така антена являє собою симетричний вібратор великого діаметра, який складається з дротів, розташованих по твірній циліндру. Підвіс антени повинен бути не менше ніж довжина чверть хвилі, діапазоність такої антени досягається за рахунок зменшення її хвильового опору, шляхом збільшення діаметра диполя.

Такий вібратор має переваги над іншими симетричними вібраторами, тому що він виконаний з проводів, які розташовані по твірній циліндра, що значно зменшує вагу та парусність вібратора. Діаметр такого циліндра 0,25-1,0 м. Завдяки цьому сильно зменшується вхідний опір вібратора, що приводить до зменшення вхідного опору антени зі зміною довжини хвилі.

Відомо, що симетричний вібратор в значному діапазоні хвиль зберігає направлення максимума випромінювання [1]. В широкому діапазоні хвиль для диполя Надененко можна отримати задовільний коефіцієнт біжучої хвилі.

Завдяки простоті конструкції, широкому діапазоні хвиль, доброму узгодженню з стандартними фідерами вібратор використовуються в тих випадках коли потрібні слабо направлені антени, тобто для дальнього радіозв'язку і радіомовлення, а також у ряді спеціальних застосувань (загоризонтна радіолокація, радіонавігація і ін.) [1].

При дальньому розповсюдженні випромінювання істотне значення мають процеси одноразових або багатократних віддзеркалень від іоносфери, піддається впливу сильним регулярним залежностям (від часу доби, пори року, стану сонячної активності), а також випадковим флуктуаціям. Із-за зміни умов розповсюдження хвиль в іоносфері, доцільно декілька разів за добу переходити з однієї хвилі на іншу без суттєвого переналадження антено-фідерного тракту.

---

<sup>1</sup> Д.т.н., проф., Вінницький національний технічний університет

<sup>2</sup> студент гр. РТ-21м Вінницький національний технічний університет

Тому для забезпечення стійкого зв'язку радіосистема повинна могла швидко змінювати робочі частоти, а у ряді випадків ще можливістю до змін напряму максимального випромінювання і поляризації поля, найчастіше використовують горизонтальну поляризацію радіохвиль, що сприяє зниженню втрат в землі для передавальних антен і поліпшенню відношення сигнал/шум в приймальних антенах (різного роду перешкоди мають в основному вертикальну поляризацію).

Для боротьби зі завмираннями часто використовують рознесений радіоприйом на декілька одночасно працюючих антен (приймачів), розташованих уздовж напряму приходу радіохвиль на відстанях порядком 300 м (розноситься в просторі) або розташованих в одному місці, але що мають ортогональні поляризації (розноситься по поляризації).

Розрахована діаграма спрямованості антени. В вертикальній площині діаграма спрямованості при  $\lambda_{\text{мін}}=48$  м. має дві відокремлені пелюстки, при  $\lambda_{\text{сер}}=78$  м. також дві відокремлені пелюстки та при  $\lambda_{\text{мах}}=100$  м. В горизонтальній для всього діапазону довжин хвиль спостерігаємо дві симетричних пелюстки. Це зумовлено тим, що наш вібратор має дзеркальне зображення, разом з яким він утворює систему зв'язаних вібраторів. Зі збільшенням довжини хвилі ширина пелюсток збільшується. Також розраховано вхідний опір антени, коефіцієнт напрямленої дії антени для трьох довжин хвиль. Було проведено дослідження зміни діаграми спрямованості від висоти підвісу вібратора над землею та від зміни параметрів землі. Розрахована конструкція фідера зниження у вигляді чотирьох провідної лінії провідники якої розташовані по квадрату на відстані 16 см один від одного. Хвилевий опір фідера 300 Ом.

### **Перелік посилань:**

1. Семенов А.О., Шутило М.А., Луцький Є.Ф., Зубарев О.В. Дослідження впливу поверхні землі на спрямовані властивості пасивних логіперіодичних антен цифрового телебачення стандартів DVB-T і DVB-T2. Збірник тез доповідей II міжнародної конференції «Вимірювання, контроль та діагностика в технічних системах», 29-31 жовтня 2013 року, Вінниця. Вінниця: ВНТУ, 2013. С. 206-208.

## **ЦИФРОВИЙ ЧАСТОТОМІР РАДІОТЕХНІЧНИХ СИГНАЛІВ НА ПРОГРАМОВАНИХ ЛОГІЧНИХ ІНТЕГРАЛЬНИХ МІКРОСХЕМАХ**

Розвиток і вдосконалення систем контролю та обробки інформації в значній мірі визначається широким впровадженням цифрової техніки. Це обумовлено відомими перевагами цифрових пристроїв в порівнянні з аналоговими і надійністю та високою стабільністю параметрів зі значною точністю обробки інформації. Окрім цього, в цифрових пристроях можуть бути реалізовані алгоритми адаптації, такі важливі для побудови високоефективних систем обробки інформації.

Метою даної розробки є створення пристрою вимірювання частоти радіотехнічних сигналів, в основі якого лежать цифрові мікросхеми. Дані пристрої знаходять широке застосування як у побуті, так і на виробництві. Вони можуть виступати як окремі завершені вироби, так і як функціональні вузли ще більш складних пристроїв.

Частотоміри є досить важливими та поширеними в радіотехнічній лабораторії. Тому існує велика кількість цифрових методів вимірювання частоти [1,2]. Серед них основними є

Метод дискретного підрахунку. Основою є лічба кількості періодів вимірюваної частоти за відомий проміжок часу. Цей метод має найбільшу точність вимірювання. Але потрібно щоб у проміжок часу на протязі якого відбувається вимірювання вміщалося як найбільше періодів вхідного сигналу. Тобто якщо у наш проміжок часу вміщується 1000 періодів вхідного сигналу то похибка вимірювання складе  $\pm 1$  період. Що є досить гарним показником. Метод використовується для вимірювання частот від 100Гц. Верхня межа діапазону обмежується швидкодією елементів що використовуються.

Метод заповнення. Є аналогом методу дискретного підрахунку. Але із тією різницею що проводиться лічба кількості імпульсів із відомим періодом за тривалість одного періоду вимірюваного сигналу. Даний метод використовується в тих випадках коли частота вхідного сигналу досить мала. Наприклад 1 Гц. Тоді заповнюючи проміжок часу в 1с. Імпульсами з періодом в 1мс. Ми отримаємо також похибку  $\pm 1$  імпульс.

Усі розглянуті методи дозволяють вимірювати частоту у

---

<sup>1</sup> Д.т.н., проф., Вінницький національний технічний університет

<sup>2</sup> студент гр. РТ-21м Вінницький національний технічний університет



лабораторних умовах. Але, перші 3 методи мають досить високу похибку вимірювання. Резонансний метод прив'язаний до добротності резонансної ланки, метод перезаряду конденсатора – до розкиду параметрів самого конденсатора, та якості магніто-електричної системи мікроамперметра, мостовий метод потребує постійного балансування мосту, використання прецизійних елементів, та призначений для вимірювання лише синусоїдальних сигналів.

Найбільш точними та стабільними є методи заповнення та дискретного підрахунку. Але кожен із них не призначений для вимірювання частот у широкому діапазоні. А частотоміри широкого використання, у яких поєднано ці два методи, або мають досить великі габарити, або велику собівартість. Тому було поставлено практичну задачу розробити цифровий частотомір із можливістю поєднання цих двох методів, та широким діапазоном вимірюваних частот.

У результаті проведеної роботи було розглянуто методи побудови частотомірів та обрано найбільш практичні та точні. На основі поставленої мети було проведено аналіз різних конструкційних рішень, та обрано найоптимальніше з точки зору габаритів конструкції та матеріальних затрат на реалізацію. Приведено приклад частотоміра на ПЛІС фірми ALTERA розробленого у САПР Quartus. Проведено аналіз похибок. Загалом на основі даної ідеї можна створювати контрольно-вимірювальну апаратуру, яка може складати суттєву конкуренцію наявним приладам.

### **Перелік посилань:**

1. Кофанов В.Л., Семенов А.О., Новак О.М. Цифровий частотомір на ПЛІС. Матеріали ІІІ МНТК «Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування (СПРТП-2007)», 31 травня – 2 червня 2007 року, м. Вінниця, ВНТУ. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2007. С. 48-49.
2. Гурський А.П., Семенов А.О. Вимірювання частоти методом квантів. *Materialy IV Viedzynarodowej naukowipraktycznej konferencji «Strategiczne pytania swiatowej nauki - 2008»*. Тум 9. *Techniczne nauki: Przemysl. Nauka i studia*. – str.44-47.

## АНАЛІЗ ВПЛИВУ КВАНТОВИХ ОБЧИСЛЕНЬ НА СУЧАСНУ КРИПТОГРАФІЮ

Сучасні розробки апаратних засобів квантових обчислень ще тільки набирають обертів, але їх властивості в перспективі складають загрозу класичним криптографічним методам, тому актуальним є дослідження в області квантового криптоаналізу. Квантові комп'ютери є у дослідницьких лабораторіях і на виробництві, сьогодні національні держави та навіть приватні компанії змагаються за «перевагу в квантових обчисленнях». Сполучені Штати, Китай, Європейський Союз та окремі європейські країни вкладають мільярди в цю сферу. У 2001 році 7-кубітний квантовий комп'ютер успішно розклав число 15 на прості множники 3 і 5. Після демонстрації IBM інші дослідники розклали більші числа на квантових комп'ютерах. Поточний рекорд являє собою 13-значне число, 1 099 551 473 989.

Навіть не маючи доступу до квантових комп'ютерів, можна припускати, як ці комп'ютери можна використовувати для злому поточних схем шифрування. На цей час дослідники мають змогу використовувати декілька реальних кубітів на сервісі IBM Qiskit, що вже на порядок краще, ніж симуляція квантових обчислень на паралельних пристроях.

Стійкість більшості сучасних стандартів асиметричних криптографічних перетворень базується на великій обчислювальній складності проблем факторизації та дискретного логарифмування в комутативних групах. Тому представляє інтерес дослідження квантових алгоритмів, які вирішують ці задачі значно швидше, ніж класичні методи криптоаналізу. Наразі відомі два алгоритми, які можна використовувати для атаки на вказані криптографічні примітиви:

- алгоритм Шора може зламати поточні алгоритми з відкритим ключем, такі як RSA, ECDH, ECDSA тощо, і тому ці алгоритми потрібно замінити задовго до появи квантових комп'ютерів;

- алгоритм Гровера ефективно скорочує розмір ключа вдвічі, тому такі алгоритми, як AES і SHA, повинні подвоїти розмір ключа, щоб залишатися безпечними в майбутньому.

В ході роботи проведено дослідження вразливостей асиметричних

---

<sup>1</sup> студент групи РТ-811м, НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> к.т.н., доцент кафедри захисту інформації НУ «Запорізька політехніка»

криптографічних алгоритмів з використанням методів квантового криптоаналізу, розглянуто програмне середовище IBM Qiskit для розробки квантових алгоритмів, розроблено квантову програму факторизації чисел з використанням алгоритму Шора в IBM Qiskit на мові програмування Python, отримані значення необхідної кількості кубітів і часу її виконання для заданих вихідних даних у порівнянні з відповідною функцією IBM Qiskit, яка має більше обмежень до вихідних даних.

Результатом є перетворення значення  $|7\rangle$  із бази Фур'є в обчислювальну базу. Квантове перетворення Фур'є (КПФ) є частиною багатьох квантових алгоритмів, особливо алгоритму факторизації Шора та квантової оцінки фази. Квантова оцінка фази є однією з найважливіших підпрограм у квантових обчисленнях. Вона служить центральним будівельним блоком для багатьох квантових алгоритмів.

Результати факторизації представлені на рис. 1. В алгоритмі Шора використовується функція зворотного КПФ, яка також була реалізована в Qiskit і запущена на реальному квантовому пристрої (рис. 2).

```

Attempt 2:
Register Reading: 00000000
Corresponding Phase: 0.000000
Result: r = 1

Attempt 3:
Register Reading: 01000000
Corresponding Phase: 0.250000
Result: r = 4
Guessed Factors: 3 and 5
*** Non-trivial factor found: 3 ***
*** Non-trivial factor found: 5 ***
    
```

Рисунок 1 – Результати факторизації числа N

Job Status: job has successfully run

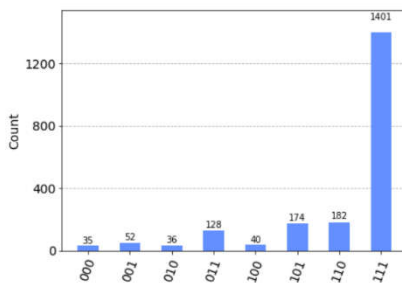


Рисунок 2 – Результати роботи алгоритму зворотного КПФ на реальному квантовому пристрої

### Перелік посилань:

1. Amir H. Karamlou, William A. Simon, Yudong Cao Analyzing the performance of variational quantum factoring on a superconducting quantum processor (2021). [Електронний ресурс]/ Режим доступу: <https://www.nature.com/articles/s41534-021-00478-z>
2. Shor's algorithm [Електронний ресурс]/ Режим доступу: <https://qiskit.org/textbook/ch-algorithms/shor.html>.

**ПІДВИЩЕННЯ ПРИХОВАНОСТІ Й ЗАВАДОЗАХИЩЕНОСТІ РЛС**

Основними вимогами, що висуваються до РЛС, є забезпечення високих ймовірності виявлення, роздільної здатності та точності вимірювання координат близько розташованих за дальністю, азимутом й радіальною швидкістю цілей, замаскованих завадами та потужними сигналами.

Висока ймовірність виявлення досягається шляхом максимізації відношення сигнал/шум. В умовах неможливості збільшенням потужності випромінювання РЛС, підвищення завадостійкості (чутливості) приймачів стало єдиним практично можливим методом значного збільшення дальності дії радіолокаційних систем.

Проблема підвищення завадозахищеності систем керування й зв'язку є дуже актуальною і досі нерозв'язаною у більшості прикладних задач. Одним із шляхів її подолання є використання сигналів складної форми та оптимальних методів їх обробки.

Наявність бічних пелюсток на виході оптимального фільтра призводить до появи ефекту маскування слабкого сигналу сильним, коли головна пелюстка малорозмірної цілі на тлі бічних пелюсток потужної пасивної завади стає непомітною для виявлювача через малість відношення сигнал/(завада+шум).

Різні закони маніпуляції імпульсів зондування забезпечують різні рівні бічних пелюсток (РБП). Ідеальний оптимальний фільтр не містить бічних пелюсток.

Коди Баркера вважаються оптимальними з  $РБП=1/N$ , де  $N$  – довжина послідовності. Але вони існують лише для  $N=3, 5, 7, 11, 13$ . Решта псевдошумових законів для фазової маніпуляції імпульсів зондування забезпечують гірший рівень РБП. Нульового рівня бічних пелюсток ще не вдалося досягнути нікому.

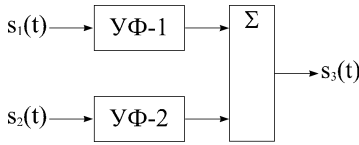
Послідовність Баркера для  $N=4$  – єдина, яка має два варіанти кодів. Їхні автокореляційні функції мають амплітуди бічних пелюсток, рівність за модулем й протилежні за знаком. А головні пелюстки мають однаковий знак. Розглядаючи ці амплітуди як сигнали на виході узгодженого фільтра (УФ), можна запропонувати двоканальну структуру фільтра стиснення, яка

---

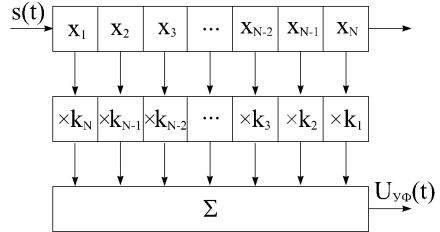
<sup>1</sup> провідний інженер НПФ "Сведа" LTD

<sup>2</sup> к. т. н., доц. НУ "Запорізька політехніка"

забезпечує нульовий рівень бічних пелюсток (див. мал. 1).



Малюнок 1 – Двоканальний фільтр стиснення



Малюнок 2 – Узгоджений фільтр →

Виходячи із структури узгоджених фільтрів УФ-1 й УФ-2 (див. мал. 1), для знаходження шуканих кодових послідовностей, складемо наступну систему рівнянь щодо невідомих  $k_i$  й  $x_i$ :

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^i k_j^{(m)} \cdot x_{N-i+j}^{(m)} = c_i^{(m)}, & i = 1, \dots, N-1 \\ \sum_{j=1}^N k_j^{(m)} \cdot x_j^{(m)} = 2 \cdot N, & i = N \\ \sum_{j=N-i+1}^N k_j^{(m)} \cdot x_{N-i+j}^{(m)} = c_i^{(m)}, & i = N+1, \dots, 2 \cdot N-1 \\ \sum_{i=1}^{2N-1} |c_i^{(1)} + c_i^{(2)}| = 0, & i \neq N \end{cases}$$

де  $x_{qi}$  - шукані значення кодової послідовності  $s_q(t)$ ;  
 $k_{qi}$  - шукані вагові коефіцієнти узгодженого фільтра номер  $q$ ;  
 $c_{qi}$  - рівень бічних пелюсток на виході узгодженого фільтра номер  $q$  ( $q=1; 2$ ).  
 Для прикладу, у табл. 1 наведено по одній парі знайдених кодів

( $x_i$ ) й відповідні значення амплітуд їх автокореляційних функцій ( $y_i$ ).

N	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8	y9	y10
4*	+	+	+	-							-1	0	1	4						
4*	+	+	-	+							1	0	-1	4						
8	+	+	+	+	+	-	-	+			1	0	-1	0	1	0	3	8		
8	+	+	-	-	+	-	+	-			-1	0	1	0	-1	0	-3	8		
10	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	1	0	-1	0	-1	-2	3	2	1	10
10	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	-1	0	1	0	1	2	-3	-2	-1	10

На підставі проведеного аналізу статистичних властивостей (середнього рівня, дисперсії й середньоквадратичного відхилення шумів) синтезованих кодових послідовностей й поведінки характеристик виявлення зроблено висновок, що якщо коди Баркера й узгоджений з ними фільтр визнано оптимальними, то синтезовані в ході даного дослідження кодові послідовності й узгоджений з ними фільтр теж є оптимальними.

Отримано наступні розміри ансамблів синтезованих сигналів: для

N=4 – 1 пара послідовностей, для N=8 – 6 пар, для N=10 – 4 пари, для N=16 – 48 пар, для N=20 – 34 пари. Через планові й позапланові випадки вимкнення електрики, ще не завершено синтезу послідовностей з N>23.

Розроблено структурну схему РЛС, що здатна випромінювати фазоманіпульовані синтезованими кодовими послідовностями імпульси з метою підвищення її прихованості й завадозахищеності. Розроблено відповідні пропозиції щодо модернізації наявного парку РЛС.

УДК 004.056.57

Яценко А.К.<sup>1</sup>, Дубровін В.І.<sup>2</sup>, Дейнега Л. Ю.<sup>3</sup>

## **ЕНТРОПІЙНИЙ АНАЛІЗ ЯК МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ АТАК В ПРОГРАМНО-ВИЗНАЧЕНИХ МЕРЕЖАХ**

Програмно-визначена мережа (SDN) – це підхід до створення мережі, яка використовує програмні контролери або інтерфейси прикладного програмування (API) для зв'язку з базовою апаратною інфраструктурою та напрямком трафіку в мережі замість фізичних маршрутизаторів і комутаторів.

Програмно-визначені мережі використовують централізований контролер, тому забезпечення надійності його роботи має дуже важливе значення для функціонування мережі. [1]

Питання безпеки стає особливо гострим, коли кількість користувачів мережі зростає. Однією з найбільших і найпоширеніших загроз для програмно-визначених мереж є атака розподіленої відмови в обслуговуванні (DDoS).

DDoS-атака – хакерська атака на комп'ютерну систему з метою виведення її з ладу. Це створення таких умов, за яких користувачі не зможуть отримати доступ до системних ресурсів (серверів), або цей доступ буде ускладнений [2]. Він може знищити доступні мережеві служби користувача, серйозно загрожуючи мережі. Коли зловмисники надсилають у мережу шкідливі пакети даних, звичайний трафік не може бути оброблений через споживання мережевих ресурсів. У результаті мережі та сервери блокуються, а звичайні послуги перериваються. DDoS-

---

<sup>1</sup> Студентка кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> К.т.н., професор кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

<sup>3</sup> Старший викладач кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

зловмисники часто націлені на SDN в основному через централізацію контролера.

Щоб виявити мережеві атаки, можна використовувати статистичні характеристики мережевого трафіку, такі як середнє значення вибірки, дисперсія вибірки, критерій  $\chi^2$ -квадрат Пірсона та теоретико-інформаційна міра – ентропія. Кількісно ентропія характеризується за допомогою ентропії розподілу ймовірностей К. Шеннона.

Інформаційна ентропія - це міра невизначеності, пов'язана з випадковою величиною. Ентропія характеризує ймовірність, з якою встановлюється той чи інший стан, є мірою хаотичності чи незворотності. [3]. Чим більша хаотичність системи, тим вище значення ентропії, і навпаки.

Програмні комплекси базуються на основі ентропійного аналізу мережевих даних, записаних датчиками NetFlow. Типові датчики підключаються до портів TAP або SPAN на комутаторах. Потіки аналізуються протягом фіксованих інтервалів часу. Зібрані потоки реєструються в базі даних, а потім аналізуються. Фільтри аномалій передбачені за напрямком, протоколом і підмережею. Далі розраховується значення ентропії додатних і від'ємних значень  $\alpha$  для розподілу характеристик руху.

На етапі виявлення спостережувана ентропія порівнюється з мінімальними та максимальними значеннями, що зберігаються в профілі, і визначається поріг аномалії. Порогові значення менше 0 або більше 1 вказують на ненормальну концентрацію або дисперсію відповідно.

Одним із рішень для виявлення таких атак є використання ентропії синтезу. Цей метод дозволяє виявляти DDoS-атаки за час, близький до реального, а значення ентропії для нормального і шкідливого трафіку відрізняються на 90%. [4]

### Перелік посилань:

1. What is Software-Defined Networking (SDN)? [Електронний ресурс] –Режим доступу: <https://www.vmware.com/topics/glossary/content/software-defined-networking.html>
2. Що таке DDoS-атаки та яку мету вони переслідують [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://infocom.ua/що-таке-ddos-атаки/>
3. Shannon, C. A Mathematical Theory of Communication. Bell Syst. Tech. J. 1948, 27, pp. 379–423.
4. C. Fan, N.M. Kaliyamurthy, S. Che, H. Jiang, Y. Zhu and C. Campbell "Detection of DDoS Attacks in Software Defined Networking Using Entropy" 2022, 12, 370.

**2 СЕКЦІЯ «КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ,  
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОЕКТУВАННІ ТА  
ВИРОБНИЦТВІ, МЕТРОЛОГІЯ»**

УДК 004.056.57

Horobets V.I.<sup>1</sup>, Dubrovin V.I.<sup>2</sup>, Tverdohleb Ju.V.<sup>3</sup>

**DETECTION OF UNAUTHORISED ACTIONS AND ATTACKS IN  
NETWORKS OF THE METHOD OF WAVELET ANALYSIS**

Today's society cannot do without information technology. IT plays a major role in and is an integral part of every sphere of our life. On the other hand, along with a large number of benefits, there has been a significant number of threats related to the current technology. There are currently multiple threats now on both national and international level. Therefore, different mechanisms for protecting cyberspace are now part of many countries' national strategy.

Network anomalies are so varied that they cannot be categorized using one simple classification. The number of attacks, their power and complexity are increasing. Malicious users are looking for radically new ways of network intrusion and the existing methods of cyber protection often turn out to be inefficient. [1].

The detecting cyberattacks method based on wavelet analysis proved itself well in struggling against non stationary signals. The wavelet transform has a self-adjusting moving frequency-time window, but equally well reveals both low-frequency and high-frequency characteristics of the signal on different time scales. Wavelet filters allow not only to fight against noise, but also to extract the necessary components of the signal.

Wavelet analysis is classified as a behavioural attack detection method.

Behavioural methods based on the models of "normal" functioning of an information network. The principle of work is in identifying differences between the current state of the information system functioning and the one that is thought to be exemplary for this network. Any discrepancy is seen as an intrusion or anomaly.

Wavelet transform is a mathematical approach widely used for signal

---

<sup>1</sup>student of group KNT-119 NU "Zaporizhzhia Polytechnic"

<sup>2</sup>Ph.D in Technical Science, Professor NU "Zaporizhzhia Polytechnic"

<sup>3</sup>Freshcode (Zaporizhzhya)



processing applications. For different types of signals, you can select different types of wavelets that best match the features of the signal you want to analyze. Therefore, you can perform wavelet signal processing and generate reliable results about the underlying information of a signal. Wavelet transformation converts a signal from a temporal representation to a time-frequency one [2].

Wavelet transform is quite similar to the Fourier transform (or more like the windowed Fourier transform) but with a completely different evaluation function. The main difference is: the Fourier transform decomposes the signal into components in the form of sines and cosines, that are functions localised in Fourier space; however, wavelet transform uses functions localised in both real and Fourier space. In general, wavelet transform can be expressed by the following equation [3]:

$$F(a, b) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \psi_{(a,b)}^*(x) dx \quad (1)$$

where the «\*» - is the complex conjugate symbol and function  $\psi$  is some function

Wavelet transform have almost all the advantages of Fourier transforms; wavelet bases can be well localised both in terms of frequency and time; unlike to Fourier transforms, wavelet bases have quite a lot of various basic functions, the properties of which are oriented towards the solution of various tasks.

The disadvantage of wavelet transform is the ambiguity of the choice of basis functions, great computational complexity when calculating the signal decomposition coefficients. The task of correctly assigning the size of the window is non-trivial. As noted, if the size of the sliding window is much greater than the duration of the anomaly, then the frequency spike corresponding to it can be smoothed out, and thus the attack will be missed. Otherwise, if the size of the window is too small, then an inevitable flow of meaningless anomalies.

## References

1. Horobets V.I., Dubrovin V.I., Tverdokhlib Yu.V. Behavioral methods of detection of unauthorized actions and attacks in networks using the method of wavelet analysis // Combinatorial configurations and their applications: Materials of the XXIII International Scientific and Practical Seminar named after A.Ya. Petrenyuk, dedicated to the 70th anniversary of the Flight Academy of the National Aviation University (Zaporizhzhia-Kropyvnytskyi, 13-15 May 2021) / under the editorship H.P. Dontsia - Kropyvnytskyi: PP "Exclusive-System», p. 2021. – 208
2. Analysis and classification of network attack detection methods /Анализ и классификация методов обнаружения сетевых атак/ Аналіз та класифікація методів виявлення мережових атак / А. А. Branytskyi, I. V. Kotenko // Trial. SPIIRAN. - 2016. - No. 45. - P. 207-244.
3. Wavelet - transformation / Вейвлет - преобразование /Вейвлет - перетворення : [Electron. resource]. – Access mode: <http://gwyddion.net/documentation/user-guide-ru/wavelet-transform.html>.

**OPTIMAL FRAMES FRAGMENTATION IN NOISY CHANNELS OF WIRELESS COMPUTER NETWORKS**

At present time there is a rapid development of wireless computer networks of the IEEE 802.11 standard. Their use is intensively expanding, especially in industrial production automation systems, where they are located directly in the workshops of enterprises of various profiles.

At the same time, network developers are faced with the need to ensure their operability, sufficient throughput in conditions of high intensity of industrial noise and, as a result, a high bit error rate (BER) in transmission channels from stations to the access point of the network.

In most cases, this situation can be described with sufficient reliability for practical applications by using a time-discrete Gaussian channel without memory. In such channel, the bit errors are independent and equally distributed over the bits of the frame's data field. Under conditions of high intensity of external noise, the probability of successfully transmitting a frame to access point PS can be expressed as follows:

$$P_s = P_C(1 - p_b)^L, \quad (1)$$

where  $P_C$  is the probability of successful frame transmission, which is determined by the intensity of collisions due to the use of competitive access from stations to the channel during transmission, which is based on the application of a distributed coordinate function DCF and algorithm CSMA/CA;  $p_b$  is the probability of an error in the data bit;  $L$  is the length of the frame's data field in bits.

An influence analysis of the number of simultaneously operating stations on the intensity of collisions and, accordingly, on the value of  $P_C$  was carried out by us earlier, and we will not dwell on this here. Without losing the generality of the subsequent analysis, we take  $P_C = 1$ . Then  $P_s = (1 - p_b)^L$ .

As can be seen from this expression, reducing the length  $L$  increases the probability  $P_s$  of successful transmission. This is most pronounced at significant ( $\text{BER} = 10^{-4}$ ) and very significant ( $\text{BER} = 5 \cdot 10^{-4}$ ) noise levels.

At the same time, due to the independence of the transmitted frame's fragments fragmentation does not change the probability of transmitting the

---

<sup>1</sup> Doctor of Sciences, Head of Computer Systems department of Oles Honchar Dnipro National University

<sup>2</sup> PhD, Associate professor of Computer Systems department of Oles Honchar Dnipro National University

entire initial data array of the frame with length  $L$ . However, the advantage here is in following.

For example, according to the calculation a frame with  $k=1$  ( $L=12000$  bits) when  $BER=10^{-4}$  has a probability of successful transmission  $P_S=0,3$ . The transmission of such frame will be accompanied by many retransmissions, which will lead to a significant reduction in the transmission throughput and network congestion with service traffic. Fragmentation significantly increases  $P_S$ , and, accordingly, reduces the probability of fragments retransmission.

However, along with this positive phenomenon, an increase in the value of  $k$  is accomplished by an increase in the relative weight of overhead costs, i.e. the amount of service information that is necessary to support the data transfer process. The ratio of the time intervals required for the transmission of frame's data and for the transmission of the corresponding service information can be expressed as

$$\eta = \frac{T_{data}}{T_{serv}} = \frac{T_{data}}{T_{in} + k(T_{SIFS} + T_{ACK} + T_{MAChdr} + 2\delta)}, \quad (2)$$

where  $T_{data}=L/R$ ,  $R$  is the physical data transmission (PHY) rate;  $T_{in} = T_{DIFS} + T_{CW} + T_{PHYhdr}$ ,  $T_{PHYhdr}$  and  $T_{MAChdr}$  are the transmission durations of the physical (PHY) and data link MAC layer headers, respectively;  $T_{CW} = \sigma \cdot (CW_{min} - 1)/2$ , where  $\sigma$  stands for the idle slot duration;  $CW_{min}$  is the minimum (initial value) of the contention window; SIFS and DIFS are the interframe spacing; ACK is the acknowledgment frame duration;  $\delta$  is the propagation delay.

The performed calculations show that for  $k=1$   $\eta=0,808$ ,  $k=2$   $\eta=0,578$ ,  $k=3$   $\eta=0,450$ ,  $k=6$   $\eta=0,271$ ,  $k=12$   $\eta=0,151$ .

We propose to determine the fragmentation optimum under condition of increased noise intensity by the maximum value of the  $\lambda=P_S \cdot \eta$  criterion.

The results of calculations of this criterion are shown in Table 1.

Table 1 The values of the optimality criterion  $\lambda$

BER	$\lambda$					
	$k=1$	$k=2$	$k=3$	$k=6$	$k=8$	$k=12$
$5 \cdot 10^{-5}$	0,444	0,427	0,369	0,245	0,199	0,144
$10^{-4}$	0,242	0,318	0,301	0,222	0,184	0,137
$5 \cdot 10^{-4}$	0,002	0,029	0,061	0,100	0,101	0,091

From this table it follows that for  $BER=10^{-4}$ , the optimum fragmentation corresponds to  $k=2$ , for  $BER=5 \cdot 10^{-4}$  optimum corresponds to  $k=8$ .

## CREATION OF VIRTUAL COMPUTING SYSTEMS FOR SOLVING SCIENTIFIC AND APPLIED PROBLEMS

Distributed computing systems and their structure are known as large data centers with many hardware nodes connected together - a cluster. Some tasks do not require such massive structures for data processing. Also, to solve specific problems, a unique structure of the computing cluster may be required. In such situations, a different technical solution is provided - cloud clusters - systems created from virtual objects and combined into a single virtual computing structure. Such solutions can be created based on various products from commercial companies like Amazon, Cloudflare, Digital Ocean, Microsoft Azure, and others. One of the popular approaches to creating a cloud virtualization system used in scientific communities and proven to be reliable, fault-tolerant, and quite flexible in system settings is to create a cloud structure based on OpenStack software. This system is developed, maintained, supported, and used by the scientific community at CERN. OpenStack is a stack of free software projects that can be used to create infrastructure cloud services and cloud storage for both public and private infrastructures. The main advantage of this system is its free basis, open-source code politic, and the ability to modify and refine its functionality. At the same time, OpenStack consists of many components that provide the widest functionality and variability of the created solutions. Main components of OpenStack:

- Nova - controller of computing resources.
- Glance - library of virtual machine images.
- Swift - cloud file storage.
- Cinder - service for working with block storage devices.
- Keystone - identification service.
- Neutron - network-as-a-service service.
- Horizon - graphical administration interface.
- Heat - orchestrator.
- Ceilometer - tools for collecting, normalizing, and transforming data.
- Trove - Database service and Sahara - Elastic Map Reduce
- Ironic - management and provisioning tools for physical servers.

---

<sup>1</sup> devops engineer, Intellias, Lviv, Ukraine

<sup>2</sup> doctor of engineering sciences, head of department of micro- and nanoelectronics, NU «Zaporizhzhya Polytechnic», Zaporizhzhya, Ukraine

- Zaqar - Multiple Tenant Cloud Messaging system.
- Manila - Shared File System Service.
- Designate - DNS as a Service (DNSaaS - DNS as a Service)
- Barbican - Security API
- Searchlight - Advanced and scalable indexing and search system.
- Watcher - optimization of computing load of cloud resources.

This system allows you to create a virtual environment within which it is possible to create virtual computing systems of any complexity - virtual clusters. Many tools can be used to create and manage such systems.

The most popular are the systems for provisioning and deploying components Packer and Terraform, as well as the management and orchestration of Ansible and Kubernetes. Herewith: Packer - tool for creating identical OS images for different platforms from the same description; Terraform - tool that helps you declaratively manage your infrastructure, directing API calls to a cloud provider (OpenStack in our case) to bring the infrastructure into line with the specified configuration; Ansible - configuration management system written in the Python programming language, using a declarative markup language to describe configurations. It is used to automate the configuration and deployment of software; Kubernetes - portable, extensible, open-source platform for managing containerized workloads and services that facilitates declarative configuration and automation.

Using all these components in a single infrastructure could be created conditions that allow automate of the creation, management, and scaling of any computing system of any configuration ( Fig. 1).

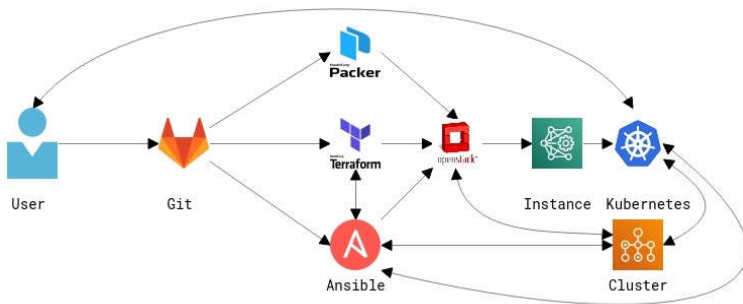


Figure 1 - Virtualized cluster creation and management diagram

This makes it possible to solve many scientific and applied problems within a single hardware platform.

**APPLYING MODEL-DRIVEN DEVELOPMENT APPROACH TO  
MODELLING AND IMPLEMENTATION OF MULTI-CRITERIA  
DECISION-MAKING SOFTWARE TOOL**

Model-Driven Development (MDD) is an approach to using software models to develop software. Software models are less bound to the underlying implementation and closer to the domain. The main stage of MDD is the transformation of software models into program code [1]. In this work, MDD was partially applied to develop software to support multi-criteria decision-making by the Logic Scoring of Preference (LSP) method [2].

In our case, MDD was based on a meta-modelling of web services quality criteria (QoS) and the process of aggregating QoS criteria to calculate global QoS for subsequent ranking and selection of web services that best meet consumer requirements. The meta-model was developed in the Unified Modeling Language (UML) using the Object Constraint Language (OCL) and first presented as a UML QoSLSP profile in [3]. The QoSLSP profile (Fig. 1) was developed using UML extension mechanisms: stereotypes, tag definitions, and OCL constraints. The QoSLSP profile includes three main concepts of the domain area: the QoS criterion, the LSP aggregator, and the relationship between them. The first two are presented as stereotypes and the third one – is an association between these stereotypes.

The prototype was validated using the tools of the MagicDraw UML 19.0 modeling environment, in which many models were developed based on the QoSLSP prototype and which then was validated as software implementations in the Multi-Criteria Decision-Making software tool, called LSPLab. The LSPLab application has a graphical interface and includes the following functionality: graphical editing of the criteria tree, setting criteria parameters following to QoSLSP prototype, choice of criteria weights by several methods [2], building a set of nondominated by QoS alternatives (Pareto frontier), normalization of criteria values, LSP calculation of global alternatives' QoS, editing parameters of logical aggregators, ranking of alternatives according to their global QoS, graphical display of ranking results.

---

<sup>1</sup> PhD, Head of Computer Systems and Networks Department NU ZP

<sup>2</sup> Senior Lecturer of Computer Systems and Networks Department NU ZP

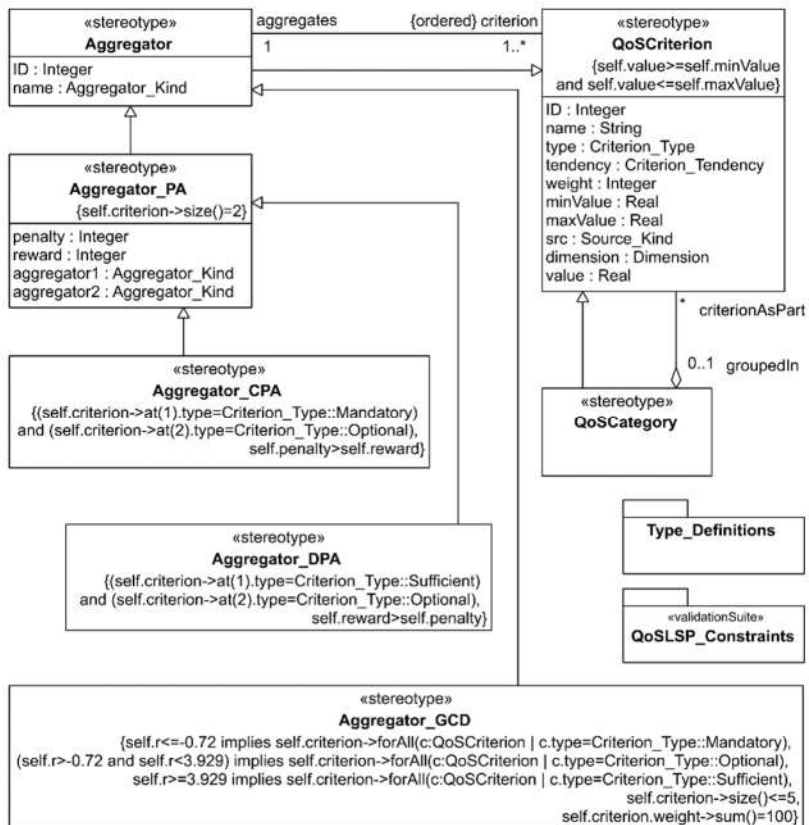


Fig.1 – The QoSLSP stereotypes

### References:

1. Domingo, Á.; Echeverría, J.; Pastor López, O.; Cetina Englada, C. (2020). Evaluating the Benefits of Model-Driven Development. Springer. 353-367. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-49435-3\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-030-49435-3_22)
2. Dujmović J. Soft Computing Evaluation Logic: The LSP Decision Method and Its Applications. John Wiley & Sons, Inc., 2018. doi: 10.1002/9781119256489.
3. Polska O. V., Kudermetov R. K., Zolotukhina O. A., Shkarupylo V. V. A UML profile for quality-based web service selection using logic scoring of preference method. Telecommunication and Information Technologies, No 1, 2021, p. 65-78.

## DESIGNING A CHATBOT ONTOLOGY FOR THE INTERNET OF THINGS

Using the IoT ontology will make it possible to get at the disposal of developers such a model stratum that will combine a set of concepts, rules, relationships, data, statistics and information from a set of sensors that are independent of individual standards and terms and are not hidden in the program code. The IoT ontology will not carry new knowledge, but it will formalize the accumulated knowledge and explicit conclusions and ensure their consistency. This knowledge will be elementary for developers to understand and interoperable in chatbots.

The ontological representation of IoT will allow specifying the structure and semantics of the subject areas of various devices and sensors, express various forms of complex integrity constraints and will support work with distributed resources, a formalized base of a single terminology for developers, automatic processing of requests, integration of it or into it other specified formalized applied subject areas. areas.

Considering all of the above, the chatbot ontology engine will contain semantic inferences (Fig. 1).

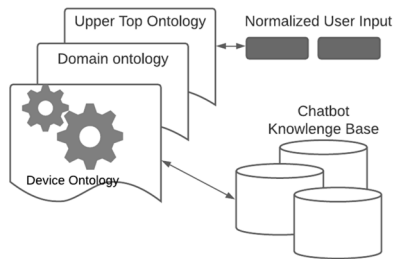


Figure 1. Chatbot ontology engine

Of course, the end user of the chatbot does not interact with the semantic model - such models are quite complex technologically and methodologically. In order for a chatbot to be able to “translate” user requests with a regular language

---

<sup>1</sup> Lector of computer systems and networks department, NU "Zaporizhzhia Polytechnic"



in the language of the source data to and from the ontological model, a lexical model is needed. When processing text, the chatbot refers to the lexical model to recognize the meaning of rare words, finds the necessary matches, translates the user's question in a request to the ontological knowledge base, and issues and gives the desired answer based on the links between the object area.

Considering all types of ontologies, we chose exactly three, because the device ontology describes the functional and non-functional characteristics of a real sensor. A domain ontology is a kind of basic set of knowledge and relationships for each subject area where IoT is integrated. The top-level ontology stores information about all the functions and actions of the system.

The practical part of the semantic description of the chatbot for IoT management is implemented using the example of a smart home with 8 sensors. All ontologies are described in OWL using the Protégé environment. In table. 1 shows the quantitative characteristics of concepts, rules and axioms.

Table 1- Ontology Characteristic

<b>Finite Subsets</b>	<b>Amount</b>
Concepts	45
Relationships	30
Axioms	28
Instance	160

The SPARQL language was used for queries to retrieve data from ontologies. 24 queries to the ontology were analyzed and all answers are relevant to the task. Further development is underway in scaling the smart home control chatbot with more devices and improving performance metrics.

The use of ontologies makes it possible to organize an effective mechanism for the exchange of information between the user and devices. The introduction of chatbots into IoT management provides an initially human-oriented interface and the efficiency of obtaining data. The proposed model is based on three types of ontologies (ontologies of devices, domain ontology and top-level ontology). A feature of this solution is the dependence of the IoT system management on the stored data in the ontology. The advantage of this method is that when changing the system, it is necessary to make changes only in the ontology.

### References

1. N. Seydoux, K. Drira, N. Hernandez, T. Monteil, "IoT-O, a core-domain IoT ontology to represent connected devices networks", Knowledge Engineering and Knowledge Management. EKAW 2016, vol 1. pp. 561–576, Springer, 2016.

## **REGULATORY SECUREMENT OF INDUSTRY 4.0 FOR THE STAGES OF SYNTHESIS**

Industry 4.0 (I4.0) regulatory support includes standards and their structural compositions, which are called "implementation models". At the upper levels of abstraction, the synthesis of components of industrial cyber-physical systems (ICPS) is carried out in two stages: first, a conceptual model is generated, then, using heuristic approaches, structures are synthesized within the accepted models. In Ukraine, there is an urgent need for adaptation and practical application of the regulatory framework of I4.0, and work in this direction has already begun. The conceptual model of ICPS and its components (subsystems) is based on the RAMI 4.0 metamodel (registered as standard DIN SPEC 91345:2016-04 [1]), which defines in three-dimensional space all the main aspects of I4.0 and allows decomposing ICPS.

At the stage of structural synthesis of the component, it is necessary to use one of the Internet of Things (IoT) models: the reference model (RM) ISO/OSI (standard ISO/IEC 7498) [2], or others based on it, in particular, more specialized Industrial Internet of Things (IIoT) models detailing the requirements, technologies, standards and solutions for ICPS networks.

One of the important tools for integrating subsystems into ICPS according to IEC 62832-1:2020 is the I4.0 component model, which combines data about the properties and functions of a component with data about its digital counterpart during the life cycle and contains the information necessary to communicate with other ICPS subsystems. In this model, a component ("thing" in the world of the Internet of Things) is designated as an asset. The model jointly embodies the physical and digital form of the asset through the administration shell (Asset Administration Shell, AAS) and provides interaction between the applications that control and manage the ICPS.

The AAS model consists of sub-models that represent different aspects of the asset: functional, cyber security, energy efficiency, etc. In order to enter the single AAS database in ICPS, each submodel must be standardized, which facilitates multivariate search and allows finding the optimal component for a

---

<sup>1</sup> PhD of electronics engineering, visiting professor of electronic technology department, Charles III university of Madrid, Spain

<sup>2</sup> doctor of engineering sciences, head of department of micro- and nanoelectronics, NU «Zaporizhzhya Polytechnic», Zaporizhzhya, Ukraine

specific application. A submodel contains a structured number of properties that can reference data and functions. The properties are given in accordance with the IEC 61360-1:2017 standard. The standards governing the formation of individual submodels, according to IEC TR 62794 and IEC 62832 Digital Factory are summarized in Table 1.

Table 1. Basic submodels and standards for AAS

Submodel	Standard
Identification	ISO 29005 Unique identifier (URI).
Communication	IEC 61784 Field tire profiles.
Engineering	IEC 61360/ISO13584 A standard data element; IEC 61987 Structures and elements; ISO 29002-5 Database with product classes.
Configuration	IEC 61804 EDDL; IEC 62453 FDT.
Security	EN ISO 13849; EN/IEC 61508 Functional safety; EN/IEC 61511 Processes; EN/IEC 62061 Machine safety; IEC 62443 Network/system security.
State	IEC 62890 Life cycle.
Energy efficiency	ISO/IEC 20140-5.
Monitoring	VDMA 24582 Status monitoring.

The specified standards are taken into account when designing any I4.0 system. In particular, the authors of the article have developed an information and measurement system integrated with cyber add-ons of the ICPS. Appropriate standards were used at each stage of the synthesis.

### References

1. DIN SPEC 91345 Reference Architecture Model Industrie 4.0 (RAMI4.0) [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.en-standard.eu/din-spec-91345-reference-architecture-model-industrie-4-0-rami4-0/>.
2. ISO/IEC 7498-1:1994 Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model: The Basic Model. Available at: <https://www.iso.org/ru/standard/20269.html>

## **АНАЛІЗ І МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ МАЯТНИКОВОЇ МІГРАЦІЇ НА ШВИДКІСТЬ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ІНФЕКЦІЇ ПІД ЧАС ЕПІДЕМІЇ**

Ще декілька років тому складно було уявити, що людство зіткнеться із вірусом, який не тільки стане загрозою для здоров'я людини, але й фундаментально змінить спосіб життя, спілкування та кардинально вплине на взаємодію та переміщення населення. Заради уповільнення поширення інфекції, яка потім носитиме назву COVID-19 та переросте у пандемію, будуть прийняті різноманітні протиепідемічні заходи, але одним із першим та найбільш очевидних та дієвих способів перешкоджанню розповсюдження інфекції стало обмеження контакту осіб між собою.

Метою даної роботи є обґрунтування важливості врахування маятникової міграції (регулярного переміщення населення між двома і більше населеними пунктами, пов'язаного з метою роботи) під час математичного моделювання розповсюдження захворювань.

Вихідні дані для дослідження: 1) інформація про переміщення населення між сімома містами Німеччини землі Рейнланд-Пфальц (так звана матриця мобільності) у періоди вересень – жовтень 2020-го року та січень – лютий 2021-го року; статистика нових щоденних виявлених захворювань на COVID-19 з Інституту Роберта Коха у ті самі часові проміжки; 3) загальна кількість населення кожного міста, за які прийнято кількість індивідуумів, які пересувалась або, навпаки, залишалась у місті, а не реальну кількість населення кожного з міст через невелику похибку (в середньому 2%).

Слід уточнити, що за матрицю мобільності для періоду вересня – жовтня 2020-го року було обрано ту, яка датована 2017-м роком, оскільки в зазначені періоди ніяких обмежень на пересування населення не було. Крім того, ці дані є найостаннішими та найактуальнішими, оскільки у період з 2018 по 2020 такої статистики не збиралось.

Основою для математичного моделювання обрано детерміністичну популяційну SIR модель, в якій населення певного регіону розглядається як

---

<sup>1</sup> Студентка Національного технічного університету «Дніпровська політехніка»

<sup>2</sup> Доктор фіз.-мат. наук, професор Університету Кобленц-Ландау, Німеччина

<sup>3</sup> Канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри системного аналізу Національного технічного університету «Дніпровська політехніка»

сукупність груп, що відображають різний статус індивідів по відношенню до захворювання: 1) кількість сприйнятливих до хвороби осіб (Susceptible – S); 2) інфікованих (Infected – I); 3) «видалених» осіб із системи, маючи на увазі як тих, хто одужав, так і тих, хто помер від хвороби (Removed – R), і, таким чином, виключаючи можливість повторного для них захворювання. Усередині кожної групи індивіди вважаються нерізними між собою. Чисельності груп змінюються згодом внаслідок переходу індивідів з однієї групи до іншої. Вибір цієї моделі обумовлений її простотою в побудові й використанні, можливістю аналітичного дослідження й легкістю настройки на реальні дані, хоча вона й не враховує інкубаційний період коронавірусу, який прийнято вважати від 2 днів до 2 тижнів.

Отже, в даній роботі розглядається найбільш базовий випадок поширення інфекції. Зазначену модель узагальнено на випадок врахування зміни численності груп, пов'язаної з міграцією населення. Ускладнення системи диференціальних рівнянь йде за рахунок додавання складових, що описують взаємодії осіб із різних міст, тобто обмін інфекцією відбувається не тільки в рамках закритого суспільства, а з-поміж низки міст.

Дослідження впливу маятникової міграції проводиться у двох напрямках. Перший – порівняння результатів моделювання поширення інфекції коронавірусу за допомогою класичної SIR-моделі та її узагальнення на випадок врахування міграції, коли параметри моделі (коефіцієнт інтенсивності контактів індивідуумів з подальшим інфікуванням та коефіцієнт інтенсивності одужання інфікованих індивідів) є відомими, отриманими з наукових джерел. Другий – настроювання на реальні статистичні дані параметрів моделі без урахування міграції та з введенням до неї матриці мобільності, розрахунок і порівняння чисельності групи інфікованих за допомогою отриманих моделей. Підбір коефіцієнту рівню зараження (за умови фіксованого коефіцієнту інтенсивності одужання) здійснювався за допомогою методу дихотомії для мінімізації функції середньоквадратичного відхилення між даними з Інституту Роберта Коха та даними, що були отримані в результаті симуляції SIR – моделі (класичної та ускладненої). Результати обчислювальних експериментів свідчать про те, що дійсно, маятникова міграція може суттєво впливати на швидкість поширення інфекції, і під час математичного опису епідемії варто враховувати міграційні процеси.

**МОДЕЛЮВАННЯ ФІНАНСОВИХ ІНВЕСТИЦІЙНИХ РИЗИКІВ**

Під фінансовим ризиком ми будемо розуміти можливість фінансових втрат, що пов'язані з специфікою тих чи інших видів діяльності [1]. Фінансові ризики (де можливий як позитивний, так і негативний результат операції) входять до складу комерційних ризиків, які представляють небезпеку втрат внаслідок фінансово-господарської діяльності. Інвестиційні фінансові ризики – це ризики пов'язані з втратою вигоди, зниженням прибутковості та прямих фінансових втрат. Кожен вид фінансового ризику має специфічну процедуру управління. Але практично у всіх випадках основним підходом в оцінці інвестиційних ризиків є використання точкових ймовірностей та ймовірнісних розподілів сценаріїв можливих подій, які впливають на фінансовий результат.

Інвестиційні фінансові ризики є невід'ємними від ведення справ на фондовому ринку і головна проблема їх оцінювання полягає в тому, що події, які там відбуваються, не мають стійкої повторюваності та однорідності. Тому застосування ймовірностей в якості інструменту аналізу і оцінки таких ризиків при врахуванні випадковості та невизначеності нашо вхується на перешкоди модельного характеру.

Ця проблема підводить нас до розгляду можливостей застосування при моделюванні нечітко-множинних підходів, які дозволяють генерувати безперервний спектр сценаріїв реалізації по кожному з прогнозованих параметрів фінансової моделі. Для цього побудуємо функціональну відповідність між нечіткими лінгвістичними описами та спеціальними функціями, що виражають ступінь належності значень параметрів, які вимірюються, встановленим нечітким описам і введемо лінгвістичні нечітко-сміслові оцінки.

Для приватного критерію оцінювання ризику  $f_{j,i}$  задаємо лінгвістичну змінну  $U_{j,i}$ , «Рівень критерію  $f_{j,i}$ » на наступній терм-множині значень (рис. 1):  $U_{j,i,1}$  – підмножина «Дуже низький рівень критерію  $f_{j,i}$ »;  $U_{j,i,2}$  – підмножина «Низький рівень критерію  $f_{j,i}$ »;  $U_{j,i,3}$  – підмножина «Середній рівень критерію  $f_{j,i}$ »;  $U_{j,i,4}$  – підмножина «Високий рівень критерію  $f_{j,i}$ »;  $U_{j,i,5}$

---

<sup>1</sup> Бандоріна Л.М., канд.еко.наук, доцент, завідувач кафедри економічної інформатики Українського державного університету науки і технологій

<sup>2</sup> Удачина К.О., канд.еко.наук, доцент кафедри економічної інформатики Українського державного університету науки і технологій

– підмножина «Дуже високий рівень критерію  $f_{j,i}$ ».

Виконаємо класифікацію значень критеріїв, сформуємо набір класифікаторів поточних значень  $x$  критеріїв  $F$  та визначимо значення функції належності.

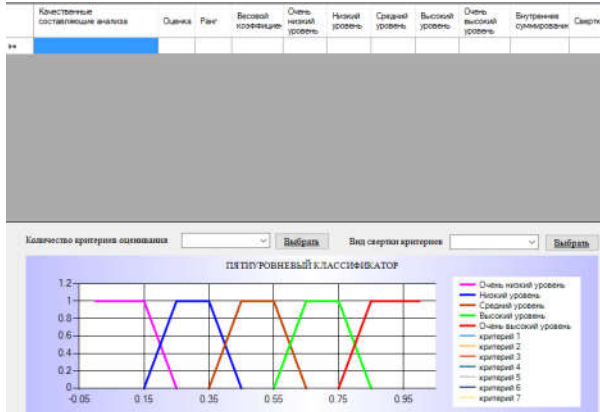


Рисунок 1 – Фрагмент експериментальної моделі оцінювання ризиків інвестиційних проєктів

Використання нечітких чисел надає нам можливість прогнозувати майбутні значення параметрів, які очікувано змінюються у встановленому розрахунковому діапазоні. При цьому у прогнозі параметрів потрібно здійснювати не формування точкових ймовірнісних оцінок, а визначати розрахунковий коридор значень прогнозованих параметрів. Тоді очікуваний ефект моделюється також як нечітке число зі своїм ступенем нечіткості. Користувачі моделі відчують переваги такого способу оцінки фінансових інвестиційних ризиків, оскільки модель оперує не опосередкованими оцінками (до яких можна також віднести ймовірності), а прямими проєктними даними про розкид параметрів, тобто інтервальний підхід до проєктних оцінок. Крім того, існує можливість кількісної інтерпретації якісних факторів, виражених у термінах природної мови.

Ступінь стійкості змодельованих рішень верифікується через аналіз чутливості рішення до коливань вихідних даних моделі і може оцінюватися аналітично.

### Перелік посилань

1. Кузнєцова Н.В., Бідюк П.І. Динамічне моделювання фінансових ризиків. Індуктивне моделювання складних систем, випуск 9, 2017. С.122–137. URL:[http://www.mgua.irtc.org.ua/attach/IMCS/2017\\_9/15.pdf](http://www.mgua.irtc.org.ua/attach/IMCS/2017_9/15.pdf) (дата звернення: 07.11.2022).

## **ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Останнім часом важливого значення набувають інтелектуальні інформаційні технології, ефективність впровадження яких доведено в багатьох галузях.

Інтелектуальна система здатна свідомо змінювати спосіб поведінки залежно від вхідних даних. Особливістю їх функціонування є комплексне використання інформаційно-комунікаційних технологій та концепцій штучного інтелекту [1].

Виникнення інтелектуальних інформаційних технологій пов'язане з розробкою логіко-лінгвістичних моделей, які дозволили формалізувати конкретні змістовні знання про об'єкти управління та процеси, що протікають в них. Інтелектуальні інформаційні технології передбачають використання [2]:

– баз знань, що відображають досвід конкретних груп людей при вирішенні творчих завдань у сферах діяльності, які традиційно вважалися прерогативою інтелекту людини (наприклад, прийняття рішень, проєктування, здобуття смислу, пояснення, навчання і т.п.)

– моделей мислення на основі баз знань: правил і логічних висновків, аргументації і міркування, розпізнавання і класифікації ситуацій, узагальнення і розуміння й т.п.;

– можливостей формувати цілком чіткі рішення на основі нечітких, неповних даних;

– можливостей пояснювати висновки і рішення (тобто наявність механізму пояснень);

– здатності до навчання, перенавчання і, отже, до розвитку

Застосування ІС стрімко поширюються на різні галузі. Нижче наведено лише деякі приклади.

– економіка (алгоритмічна торгівля, моніторинг ринку та інтелектуальний аналіз даних, управління цінними паперами);

– промисловість (контроль за випуском та якістю продукції,

---

<sup>1</sup> Бандоріна Л.М., к.е.н., доцент, завідувач кафедри економічної інформатики Українського державного університету науки і технологій

<sup>2</sup> Удачина К.О., к.е.н., доцент кафедри економічної інформатики Українського державного університету науки і технологій



моніторинг запасів сировини, оптимізація логістики);

– медицина (комп'ютерна діагностика захворювань, розпізнавання медичних зображень, роботи-помічники для догляду за людьми);

– освіта (аналіз поведінки учнів, автоматизація оцінки знань, додатки-репетитори для самонавчання);

– управління людськими ресурсами (обробка резюме, ранжування кандидатів, прогнозування успіху кандидата, створення чат-ботів для автоматизації повторюваних комунікаційних завдань);

– онлайн-служби підтримки клієнтів (створення чат-ботів на вебсторінках, аналіз людської мови і перетворення її в текст, ідентифікація клієнтів через особливості їх мови).

Серед популярних ІС можна виділити [1]:

Google Brain – дослідницький проєкт Google із вивчення штучного інтелекту на основі глибокого навчання. У ньому поєднуються відкриті дослідження в галузі машинного навчання з розробкою систем та обчислювальними потужностями в масштабах Google.

Deep Blue – шаховий суперкомп'ютер, розроблений компанією IBM, який має 32 процесори, у свою чергу до яких підключено ще 8, тобто, система працює на 256 шахових процесорах.

IBM Watson – великий набір пакетів програмного забезпечення, що використовують найрізноманітніші алгоритми. Частина цих пакетів доступна у хмарі, а частина – призначена для місцевого розгортання. Компанія IBM збирала різноманітні аналітичні модулі та побудувала систему, яка може справлятися з величезною кількістю даних. Ця система працює як з цифровою, так і з текстовою інформацією на різних мовах.

MYCIN – експертна система, яка використовується в медицині для діагностики захворювань

20Q – проєкт, заснований системах штучного інтелекту за мотивами класичної гри «20 запитань».

Отже, інтелектуальні інформаційні технології впроваджуються практично в усі сфери людського життя. Техніка з ознаками штучного інтелекту стає звичайною у повсякденному побуті. Це має істотний вплив на наукові дослідження і надає людству цінні практичні результати.

### **Перелік посилань**

1. Оцінка ефективності інформаційно-інтелектуальних технологій / Ковальчук К. Ф., Бандоріна Л. М., Савчук Л. М.. Д. : ІМА-прес, 2007. 132 с. 2. Напрямки використання інтелектуальних. інформаційних систем / Копустинський К. В., Шаров С. В. Ukrainian Journal of Educational Studies and Information Technology. 2007-4. Vol. 5, С. 131-133. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/233567899.pdf>

## **ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ НОД ДЛЯ ПОБУДОВИ МОДЕЛЕЙ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ**

З розвитком інформаційних технологій кожне передове підприємство піклується про впровадження та забезпечення на виробництві новітніх методів пришвидшення та автоматизації процесів випуску продукції.

Однією зі складових успіху випуску продукту є дизайн, особливо коли зовнішній вигляд має вирішальне значення, оскільки правильний зовнішній вигляд продукту потребує багато взаємодій. Зазвичай процес створення прототипу повинен тривати щонайбільше місяць або два.

Застосовуючи системи автоматизованого проєктування, можна значно пришвидшити розробку дизайну виробів.

При розробці дизайну нового виробу зазвичай використовують два підходи:

- твердотільне моделювання;
- поверхневе моделювання.

Однак недоліком цих методів є неможливість внести швидкі, зручні та істотні зміни в модель.

Для вирішення цих завдань варто застосовувати процедурне моделювання [1]. Процедурне моделювання фокусується на створенні моделі з набору правил замість редагування моделі через область на екрані пристрою програм, тобто непрямим контактом із геометрією моделі. Гарним рішенням стане використання програми Blender, яка містить інструмент геометричних нод (geometry nodes) [2].

Система геометричних нод Blender дозволяє змінювати геометрію об'єкта, а також робити інші модифікації за допомогою функцій на основі нод. Ноди – це блоки, які містять структуровані дані та перетворюють вхідні дані на виходи на основі параметрів, визначених у групі нод. Ця група візуалізується в Blender як дерево взаємопов'язаних нод [3].

Дерево вузлів геометрії, підключене до модифікатора, є групою нод. Геометрія зі стану до модифікатора (оригінальна геометрія або результат попереднього модифікатора) буде передана до ноди Group Input. Тоді група

---

<sup>1</sup> студ. гр. РТ-5111м НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доц. каф. ІТЕЗ НУ «Запорізька політехніка»

вузлів може працювати з геометрією та передавати вихідні дані ноди Group Output , де вони будуть передані наступному модифікатору (рис. 1).

Перед початком застосування процедурного моделювання треба створити базовий набір моделей елементів, які мають бути присутні на виробі.

Результатом використання базового набору моделей та геометричних нод буде модифікатор, вносячи зміни в який можна впливати на такі параметри як довжина, висота, ширина, гнучка зміна форми об'єкту, заміна базового набору елементів.

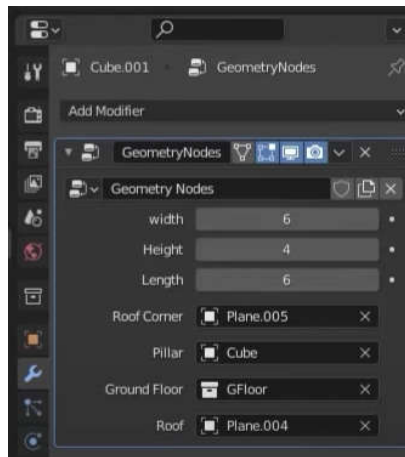


Рисунок 1 – Результат використання геометричних нод

### Перелік посилань

1. Do You Know The Three Major Types of 3D Models? [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.cadcrowd.com/blog/do-you-know-the-three-major-types-of-3d-models/>
2. Blender: Geometry Nodes – Simply Explained [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://all3dp.com/2/blender-geometry-nodes-simply-explained/>
3. Geometry Nodes [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://docs.blender.org/manual/en/latest/modeling/geometry\\_nodes/introduction.html](https://docs.blender.org/manual/en/latest/modeling/geometry_nodes/introduction.html)

## **РОЗРОБКА МЕТОДИКИ УДОСКОНАЛЕННЯ КВАЛІМЕТРИЧНОЇ ОЦІНКИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОЦЕСУ ПРОЕКТУВАННЯ МАШИНОБУДІВНОЇ ПРОДУКЦІЇ**

Створення методики кваліметричної оцінки контролю якості процесу виготовлення машинобудівної продукції засноване на застосуванні системного підходу, що забезпечує реалізацію загальної стратегічної, а також тактичних та операційних цілей машинобудівного підприємства при раціональному використанні інформаційних, фінансових та інших потоків, узгоджених локальними критеріями функціонування окремих елементів із глобальною метою функціонування системи [2]. Так, системний підхід припускає використання відомих з теорії складних систем принципів поведінки, враховуючи специфіку машинобудівного підприємства. Принципи методики кваліметричної оцінки контролю якості процесу виготовлення машинобудівної продукції включає в себе:

1. Речовинно-енергетичний баланс, який ґрунтується на поведінці виробничої системи машинобудівного підприємства в будь-яких умовах не призводить до порушення законів збереження речовини, енергії тощо.

2. Вибір рішень включає в себе виробничу систему машинобудівного підприємства після виведення внаслідок зовнішнього впливу із стану стійкої рівноваги має можливість повернутися до нього, що пояснює наявністю від'ємного оборотного зв'язку.

3. Моніторинг виробничої системи машинобудівного підприємства може виконувати раціональний вибір з множини можливих рішень та реалізовувати свою поведінку на основі спостереження, аналізу ситуації, яка склалася, накопиченого досвіду та прийняття рішення без прогнозування подальшого розвитку подій.

Перспективна активність ґрунтується на виробничій системі машинобудівного підприємства може організувати свою поведінку, ґрунтуючись на попередньому досвіді, ретроспективному аналізі розвитку процесів та прогнозуванні подальшого розвитку ситуації, здатна передбачити майбутнє та планувати свою подальшу поведінку заздалегідь,

---

<sup>1</sup> д. е. н., професор

<sup>2</sup> студент Сумського державного технічного університету

<sup>3</sup> д. т. н., професор Державного університету інтелектуальних технологій та зв'язку

<sup>4</sup> к. т. н., доцент Державного університету інтелектуальних технологій та зв'язку

приймаючи рішення, яке регламентує її поведінку [1].

Принципи поведінки функціональної підсистеми кваліметричної оцінки контролю якості процесу виготовлення машинобудівної продукції є провідним, реалізує у своїй поведінці принципи більш низького рівня, але не здатні організувати свою поведінку на основі принципів більш високих рівнів. При аналізі раціональної поведінки системи необхідно, насамперед, встановити провідний принцип, покладений в основу поведінки системи, тобто встановити тип системи. Існує необхідність зазначити, що методика кваліметричної оцінки контролю якості процесу виготовлення машинобудівної продукції заснована також на кібернетичних принципах керування, зокрема ізоморфізмі, зворотному зв'язку, ієрархії керуванні та автоматизмі дії, математичних методах і моделях, статистико-ймовірнісному підході, поділі цілого на підсистеми, керуванні впливом на головний фактор, динамічному моделюванні тощо.

**Висновки:** Проблема технології дослідження кваліметричної оцінки контролю якості процесу виготовлення машинобудівної продукції ґрунтується на методологічних принципах, обумовлених недостатнім доопрацюванням як у теоретичному, так і в практичному плані. Найбільш прийнятним напрямком методології наукового пізнання досліджуваної системи слід вважати кібернетичний підхід, який у нашому випадку полягає в об'єднанні розрізаних заходів щодо поліпшення якості виготовлення машинобудівної продукції в єдину систему цілеспрямованих дій на всіх стадіях ЖЦП.

### Перелік посилань

1. Yefimenko N.A. Methodology of creating a universal integrated quality control system at machine-building enterprises of the oil and gas industry / Rajabzadeh M, Zaloga V.O. Grabchenko's International Conference on Advanced Manufacturing Processes InterPartner 2022: Advanced Manufacturing Processes IV. – P. 391 – 399.
2. Nadezhda Yefimenko A Universal Quality Control System on Machine-Building Enterprises / Morteza-Rajabzadeh Olga-Ryasnaya – Advanced manufacturing processes IV. – Т 4. – Inter-Partner 2022 Odessa. – P. 391 – 399.

## **ПРОБЛЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ІНТЕРФЕЙСУ В ПРОГРАМНО-АПАРАТНОМУ КОМПЛЕКСІ НА FPGA**

За останні кілька десятиліть технологічний розвиток прискорився та вимоги до технологічного обладнання стають дедалі жорсткішими. У новому середовищі швидкість зв'язку між пристроями є однією з головних проблем та попит на можливості швидкої передачі даних стрімко зростає, тому інтереси фахівців концентруються у сфері проблем апаратного прискорення.

Апаратне прискорення – це процес, за допомогою якого програма розвантажує певні обчислювальні завдання на спеціалізовані апаратні компоненти в системі, забезпечуючи більшу ефективність, ніж це можливо в програмному забезпеченні, що працює лише на загальному ЦП. Апаратне прискорення вимагає значної кількості обчислювальної потужності сервера. Оскільки мікросхеми процесорів досягають межі потужності, обчислювальні системи відходять від конструкцій загального призначення. Саме тому апаратне прискорення в останні роки викликало новий інтерес завдяки мікросхемам ПЛІС.

Програмовані логічні інтегральні схеми (ПЛІС або FPGA) - це напівпровідникові пристрої, які базуються на матриці конфігурованих логічних блоків (CLB), з'єднаних за допомогою програмованих з'єднань.

З'єднані і специфічним чином конфігуровані логічні блоки створюють фізичний масив логічних шлюзів, які можна використовувати для виконання різних операцій. Оскільки блоки можна налаштувати, ПЛІС можна оптимізувати для будь-яких обчислювальних завдань. Це дає FPGA можливість виконувати операції швидше, ніж процесор.

У той час як ПЛІС мають високий внутрішній паралелізм і дуже високу внутрішню пропускну здатність, низька пропускну здатність інтерфейсу між прискорювачем і рештою системи є вузьким місцем в області передачі даних.

Метою даної роботи є аналіз цієї проблеми та розробка загальної структури модулю високошвидкісного інтерфейсу.

Аналіз і дослідження проблеми організації інтерфейсу

Необхідність розробки високошвидкісного інтерфейсу зумовлена

---

<sup>1</sup> доцент каф. КСМ НУ«Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> ADAS Hardware Engineer, ZF Friedrichshafen, Poland

наявністю великої кількості специфічних задач, що потребують значних ресурсів при передачі даних. Прикладом таких задач є класифікація текстів, що виконується на основі програмно-апаратного комплексу.

Класифікація текстів відноситься до однієї з задач комп'ютерної лінгвістики, яка включає в себе визначення тематичної приналежності текстів, авторського стилю, емоційного забарвлення висловлювань та багатьох інших характеристик досліджуваного тексту.

Особливістю розробки засобів автоматичної класифікації текстів є велика кількість слів (термінів), які створюють словник тематик і слугують ознаками для прийняття рішення класифікатором. Таке різноманіття ознак вимагає значних розрахункових ресурсів обчислювальної техніки, що збільшує час на виконання обчислень і прийняття рішення.

При використанні програмно-апаратного комплексу для класифікації текстів програмна частина виконує роль підготовки тексту в той час, як апаратна займається безпосередньою класифікацією. Між цими двома частинами встановлюється зв'язок за допомогою інтерфейсу.

Основною проблемою інтерфейсу є те, що низька пропускну здатність сприяє появі проблеми "вузького горлечка". Для її вирішення потрібно проаналізувати час, який витрачено на класифікацію. В даному дослідженні показані результати кінцевого часу роботи при симуляції та імплементації проекту.

Також в дослідженні проведено порівняння кінцевого часу при симуляції та імплементації проекту в залежності від частоти тактування ПЛІС. Результат порівняння представлений у таблиці 1.

На основі експериментальних даних також побудований графік залежності кінцевого часу роботи апаратної частини комплексу від розміру вхідного масиву ключових слів (рис. 1).

Після симуляції проведена імплементація проекту на стенді Altera DE0 з мікросхемою FPGA Cyclone III.

Результати експериментального дослідження

На основі проведених досліджень встановлено, що для підтримки функцій програмно-апаратного комплексу на належному рівні потрібно розробити інтерфейс, котрий повинен відповідати наступним критеріям:

- швидкість роботи інтерфейсу має бути не нижче за 50 Мб/с;
- можливість масштабування апаратних засобів;
- можливість використання апаратних засобів декількома користувачами;
- рішення має бути бюджетним.

Аналізуючи ці критерії був обраний інтерфейс Fast Ethernet, який повністю їм відповідає. По завершенню дослідження класифікатора

текстів, сформована концепція пристрою. Модуль інтерфейсу буде складатися з трьох головних частин: мікросхема W6100; роз'єм RJ45; трансформатор Ethernet.

Таблиця 1 – Залежність часу роботи апаратної частини від частоти тактування ПЛІС при моделюванні

Частота тактування, МГц	Час роботи апаратної частини
12,5	21,01 мс
25	10,50 мс
50	5,25 мс
100	2,62 мс
200	1,31 мс
400	656,74 мкс



Рисунок 1 – Залежність часу роботи від кількості слів у масиві

Таким чином, в роботі проведено дослідження апаратно-програмного комплексу текстового класифікатора, на основі якого були поставлені вимоги до інтерфейсу, сформульована постановка задачі розробки та обраний інтерфейс.

Практична цінність запропонованого рішення полягає в тому, що інтерфейс має достатню швидкість для забезпечення належної роботи програмно-апаратного комплексу та є збалансованим відносно критерію «ціна/швидкодія». Завдяки організації мережі, інтерфейс має можливість підключення декількох користувачів.

### Перелік посилань

1. Цирульник С.М. Проектування мікропроцесорних систем: навч. посібн. / С. М. Цирульник, Г. Л. Лисенко. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 201 с.
2. Комп'ютерні мережі. Протоколи, технології, обладнання : навч. посіб. для студ. спец. 125 «Кібербезпека» / В. М. Базилевич, Д. Б. Мехед, Ю. М. Ткач. – Ніжин: ФОП Лук'яненко В.В. ТПК «Орхідея», 2018. – 108с.
3. Jef Rascin. The Humane Interface: New Directions for Designing Interactive Systems. – Addison-Wesley Professional, 2005. – 272 p.



**ОГЛЯД ЗАСТОСУВАННЯ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ ПІД ЧАС  
ОБРОБКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ**

Застосування відповідних методів планування та обробки результатів експерименту це основний фактор в досягненні успіху. Для більшості випадків основу математичного забезпечення нестационарних теплових експериментів становлять методи розв'язування обернених задач теплопровідності, одним з напрямів розв'язування яких є метод зведення їх до екстремальних постановок [1], де розв'язки інтерпретуються як задачі оптимального керування [2]. При цьому працює спрощений метод розв'язування, в якому проблема мінімізації функціонала шляхом розв'язування прямих задач зводиться до мінімізації функцій багатьох змінних [3]. При такому підході першочерговими є дослідження точності й перешкодостійкості методу розв'язування обернених задач теплопровідності і способи вибору параметра регуляризації – моменту зупинки ітерацій. Він підбирається так, щоб нев'язка наближеного рішення була порівнянною із ступенем точності вихідних даних задачі. Визначення означеного параметру досягається при моделюванні розв'язків на персональному обчислювальному кластері. Особливо чітко це проявлено в ітераційних методах.

Становлення методів розв'язування обернених задач теплопровідності тісно пов'язане з розвитком обчислювальної техніки, бо ручні способи розв'язування таких задач потребують багато часу і мають малу точність. Звідси, практичні методи розв'язку цих задач слід розглядати як машинні і тільки з появою досить потужних обчислювальних систем, включаючи й паралельні, стає можливим їх ефективна реалізація.

Отже, якщо наявна обчислювальна система з кількістю процесорів  $n$ , то можна паралельно обчислювати  $n$  значень функцій, які реалізують відокремлення мінімуму функціонала шляхом розв'язування керованих математичних моделей. В основі паралельного алгоритму числової мінімізації лежить процедура встановлення мінімуму функції багатьох змінних.

Існує математична модель, ідентифікацію рівнянь якої покладено на

---

<sup>1</sup> к.т.н., доцент, доцент кафедри документознавства та інформаційної діяльності, ПБТ УДУНТ

<sup>2</sup> старший викладач кафедри економічної інформатики, ПБТ УДУНТ

обернену задачу теплопровідності (задача оптимального керування). Модель за таких умов розглядають як керовану за сукупністю вхідних параметрів, заданих вектором  $R$  – коефіцієнти рівняння теплопровідності.

Процес розв'язування рівняння теплопровідності з використанням заданих початкових і граничних умов базується на формуванні значень компонентів вектора  $R$  та являє собою як функціональну залежність просторових координат і часу, так і функцію вхідних параметрів. Що стосується теплового стану зразка, то в деякі моменти часу його параметри відомі (параметри вектора  $R$ ), а в деякі – ні. За таких умов доцільно вирішувати задачу оптимального керування, що потребує розгляду функціоналу й формулювання алгоритму розв'язування оберненої задачі теплопровідності.

Структура математичної моделі містить в собі дві керовані моделі: температуру і потокову. Перша модель в такому випадку буде керованою стосовно коефіцієнта теплопровідності, друга – коефіцієнта теплопровідності. При цьому процес розв'язування рівняння теплопровідності методом прямих буде зводитися до стандартних процедур: використання методу прогонів та виконання аналітичних розрахунків у вузлах сіткової області.

Методологія розв'язування математичної моделі зводиться до побудови мінімізованої послідовності відповідного функціонала:

$$F(R) = (T_e - T_p)^2$$

де  $T_e$ ,  $T_p$  – значення температури, відомі з експерименту і розрахунків, отримані в результаті розв'язування математичної моделі.

У такій постановці коефіцієнтну обернену задачу теплопровідності розв'язують як задачу оптимального керування. Для обчислень використано метод модульного програмування, де кожна підпрограма може налагоджуватися окремо [4]. Основні розділи програми: оголошення й співвідношення; текст процедур і функцій; основний блок.

Для реалізації паралельного механізму обчислень в основний блок закладено логіку розпаралелювання. Під час запуску програми, внаслідок ініціалізації, кожен  $m$ -вузол отримує унікальний ідентифікатор. На основі цього ідентифікатора визначають алгоритм розпаралелювання.

Алгоритм розподілу завдань між  $s$ -процесами полягає в циклічному перебиранні доступних  $m$ -процесів з подальшим наданням даних, зумовлених поточним станом обчислення, відсиланням команди певного обчислення, прийомом результатів й перемиканням на наступний вузол. При цьому, коли в гілці ведених вузлів триває очікування вхідних повідомлень, у головній гілці керування обчислювальним процесом

відбувається розподіл завдань відповідно до циклу, почергово серед усіх вузлів. А після виконання операцій головний вузол ініціює розсилання повідомлень про завершення всіх ведених процесів. Після цього головний вузол лишається єдиним запущеним процесом, роздруковує результати обчислень і завершує свою роботу.

В ситуації, коли застосування одновимірних моделей теплопровідності не може дати задовільних результатів, з огляду на клас досліджуваних проблем, необхідно переходити до більш складних постановок розв'язування для багатовимірних обернених задач. Проблеми математичного моделювання такого класу задач можна вирішити шляхом застосування паралельних обчислювальних систем.

### **Перелік посилань**

1. Коздоба Л. А. Методы решения обратных задач теплообмена. / Л.А. Коздоба, П.Г. Круковский. Киев, 1982. – 330 с.
2. Швачич Г.Г., Шмукин А.А. Определение теплофизических свойств материалов на основе решений коэффициентных ОЗТ в экстремальной постановке. Теория и практика металлургии. 2005. № 1-2. С. 104-108.
3. Швачич Г.Г., Побочий И.А., Иващенко Е.В., Сушко Л.Ф. Математическое моделирование теплофизических свойств материалов обратными методами. Вісник Херсонського національного університету. Херсон. 2019. №2 (69). Ч. 3. С. 211-215.
4. Ivaschenko O. Multiprocessor modeling technologies for the applied statistical tasks. Системні технології. Дніпро. 2020. №2(27). С. 150-16

УДК 528

Кравець Т.М.<sup>1</sup>, Пашетник В.І.<sup>2</sup>

### **ПОКРАЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ОБ'ЄКТІВ В ПРОГРАМНО-АПАРАТНОМУ КОМПЛЕКСІ «МАПА» СПОСОБОМ ВРАХУВАННЯ ЇХ АБСОЛЮТНИХ ВИСОТ**

Важливою особливістю сучасного розвитку засобів розвідки полягає в принципово новому підході до використання в ній інформаційної

---

<sup>1</sup> Кандидат географічних наук, доцент, викладач кафедри комплексів та приладів артилерійської розвідки факультету ракетних військ і артилерії Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного.

<sup>2</sup> Доцент кафедри комплексів та приладів артилерійської розвідки факультету ракетних військ і артилерії Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного.

компоненти. Досвід останніх збройних конфліктів свідчить, що ефективність виконання поставлених завдань і зусилля, знаходяться в прямій залежності від оперативності, вірогідності і повноти забезпечення органів управління і військ зв'язком, топогеодезичною та навігаційною інформацією та методів їх аналізу. Таким чином, їх розвиток є визначальним фактором при організації розвідки частинами та підрозділами ЗС України та підвищення якості розвідувальної інформації.

Програмно апаратний комплекс призначений для топогеодезичної підготовки вогневих позицій ВП, стартових позицій тактичних ракет, ВП артилерії, КСП, постів та позицій артилерійської розвідки, визначення прямокутних координат та висот, визначення дирекційних кутів орієнтирних напрямів.

Отримані дослідженням результати оцінки точності картографічного забезпечення ПАК «МАПА» свідчать, що картографічне забезпечення задовольняє вимоги, що до точності топогеодезичної прив'язки позицій, пунктів, постів на оцінку відмінно, визначення дирекційних кутів орієнтирних напрямів координатним способом за картографічним зображенням ПАК «МАПА» обмежена.

При похибці координат у 5 метрів на відстані 1000м похибка значення дирекційного кута дорівнює 0-04,8 поділок кутоміра для точності 0-02 відстань між точками координатного способу має бути 3000 м, похибка визначення висоти взагалі не відповідає вимогам, що до точності.

Точність визначення координат ПАК «МАПА» задовольняє вимоги до контролю правильності підготовки до роботи електронного засобу обчислення та механічного засобу обчислення, та правильності визначення установок для стрільби.

При визначенні установок для стрільби, а саме рівня гранична похибка визначення висоти складає 15 м, після проведення дослідження було розраховано похибку в 18 м, що не дозволяє використовувати ПАК «МАПА» для визначення висот ВП.

Похибка визначення прямокутних координат складає 5 м, що не відповідає вимогам для визначення основної та запасної точки наводки, при визначенні дирекційного кута основної точки наводки на віддалі 100 м з похибкою в 6 метрів розбіжність буде складати 0-47 поділок кутоміра.

Визначення висот за допомогою ПАК «МАПА» не відповідає вимогам точності, середня квадратична похибка складає 18 м, що не відповідає дозволеній розбіжності 15 м.

Отже, при проведенні польових досліджень виникла певна закономірність визначення абсолютних висот об'єктів за допомогою «МАПА», чим вища абсолютна висота тим більша похибка у визначенні

абсолютних висот. Також а ході проведених досліджень було виявлено, що до абсолютної висоти 500 метрів похибка визначення координат складала від 2 до 5 метрів від 500 метрів до 1000 похибка визначення координат коливалась від 5 до 15 метрів. Таким чином нами було виявлено безпосередній вплив абсолютної висоти на точність визначення координат і абсолютних висот у ПАК «МАПА», що безпосередньо впливає на точність ураження цілі.

Таким чином застосування програмного забезпечення «МАПА» доцільно використовувати для визначення абсолютних висот цілей на місцевості, де перепади висот не перевищують 500 метрів. При веденні бойових дій в межах сучасної лінії зіткнення з противником, «МАПА» задовольняє інтереси артилерії, щодо визначення абсолютних висот, коли ж бойові дії перемістяться в Кримські гори необхідні уточнення.

UDC 004.423

Куликовська Н.А.<sup>1</sup>, Тіменко А.В.<sup>1</sup>, Ільяшенко М.Б.<sup>2</sup>, Шмигля К.В.<sup>3</sup>

## **ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ NLP В АНАЛІЗІ ТОНАЛЬНОСТІ ТЕКСТІВ З ВЕБРЕСУРСІВ**

У роботі для аналізу тональності текстів використовується метод навчання з учителем. Однак насправді не можна просто передати текст класифікатору, необхідно попередньо підготувати ці дані, представивши їх у вигляді векторної сукупності ознак. В даний час найпопулярнішими методами підготовки текстових даних є технологія Word2Vec, створена Google у 2016 році, та BagOf Words, в основі якої лежить принцип TF-IDF аналізу [1, 2]. На сьогоднішній день алгоритм градієнтного бустингу – один із найпопулярніших методів машинного навчання, він спрямований на послідовну побудову композицій алгоритмів [3].

Композицією T алгоритмів  $at(x) = A(bt(x))$ ,  $t=1, \dots, T$  є суперпозиція алгоритмів  $bt: X \rightarrow R$ , коригує операції  $F: R_T \rightarrow R$  і вирішального правила  $C: R \rightarrow Y$ :

---

<sup>1</sup> ст. викл. кафедри Комп'ютерних систем та мереж, НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> к.т.н, доц. кафедри Комп'ютерних систем та мереж, НУ «Запорізька політехніка»

<sup>3</sup> Магістрант гр. КНТ-522м, кафедри Комп'ютерних систем та мереж, НУ «Запорізька політехніка»

$$a(x) = C(F(b_1(x), \dots, b_T(x))) \quad (1)$$

Весь метод градієнтного спуску можна звести до невеликого зрозумілого алгоритму, який допомагає вирішити до 90 відсотків завдань класифікації, пов'язаних із навчанням на розмічених даних. В першу чергу ми вибираємо перший базовий алгоритм 00, в завдання класифікації це зазвичай функція, що усереднює значення або повертає максимальне/мінімальне значення. Далі ми циклічно будуватимемо нові базові алгоритми *bn*. Таким чином, градієнтний бустинг буде *an* послідовно і кожен алгоритм коригує попередній, наближаючи вектор антиградієнта до вибірки та зменшуючи помилку вже реалізованої композиції під час навчання. Істотним мінусом цього методу є його схильність до перенавчання.

Як об'єкт дослідження було обрано ставлення до банківських продуктів у нашій країні. За джерело даних для навчання та подальшої валідації було взято сайт [minfin.com.ua](http://minfin.com.ua), на якому зібрано велику кількість інформації, новин та коментарів про роботу всіх банків, що існують на даний момент в Україні. Основна увага приділяється сторінкам, на яких люди залишають відгуки про обслуговування в офісах банку, про банківські продукти, такі як кредити, іпотеки, овердрафтні системи та вклади. Задачі, які були вирішені в роботі:

- автоматичний збір даних із веб ресурсу;
- чищення цих даних (видалення прийменників, вступних конструкцій) та приведення до виду dataset формату: пари {оцінка (те, що ми повинні будемо надалі передбачити); відгук};
- створення з наявних відгуків набір слів, який можна було б передати в алгоритми перетворення текстової інформації на векторну;
- застосування алгоритмів Word2Vec та Bag Of Words;
- передача отриманих векторних уявлень класифікатору градієнтного бустингу;
- порівняння отриманих значень точності коректного визначення позитивного/негативного настрою відкликання при використанні методології Word2Vec та Bag Of Words.

Було порівняно результати роботи системи під час використання методів векторизації Word2Vec і «мішок слів», у результаті показник точності роботи класифікатора під час використання Word2Vec становив 57%, а за використанні BagOfWords – 67%. Як бачимо точність алгоритму, що базується на TF-IDF аналізі, більше, що пов'язано з обсягом вхідних даних. Метод Word2Vec найкраще підходить для невеликих текстів. Чим менший обсяг вхідних даних тим швидше виходить навчити нейронну

мережу, що класифікує.

### Перелік посилань

1. Sperli G. A Cultural heritage framework using a Deep Learning based Chatbot for supporting tourist journey / G. Sperli // Expert Systems with Applications. – N.4. – 2021. – P. 115277. 2. Dhyani M., Kumar. R. An intelligent Chatbot using deep learning with Bidirectional RNN and attention model / M. Dhyani, R. Kumar // Materials today: proceedings. - vol. 34. – 2021. – P. 817-824. 3. Joachims T. A probabilistic analysis of the Rocchio algorithm with TFIDF for text categorization. Proceedings of 14th International Conference on Machine Learning, Nashville, TN, 1997, P. 143 – 151.

УДК 004.896

Миронова Н.О.<sup>1</sup>, Шаптала С.В.<sup>2</sup>

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ DIGITAL TWINS ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ СИМУЛЯЦІЇ РОБОТА РЯТУВАЛЬНИКА

Digital Twins – це динамічна комп’ютерна репрезентація фізичного об’єкта на основі фізики, яка використовує технології управління розподіленою інформацією та технології віртуальної та доповненої реальності для моніторингу об’єкта, а також для обміну та динамічного оновлення дискретних даних між віртуальними та реальними продуктами.

Технологія Digital Twins для робота-рятувальника складається з наступних основних етапів:

- вибір типу робота-рятувальника;
- створення 3D моделі робота-рятувальника;
- конвертація побудованої моделі робота-рятувальника в систему симуляції;
- написання програми для віртуальної моделі робота-рятувальника з метою реалізації основних операцій;
- розробка модулю глибокого навчання для виявлення об’єктів;
- тестування розробленої програми для фізичної моделі робота-рятувальника;
- тестування взаємодії між фізичною та віртуальною моделями робота-рятувальника.

Програмних пакетів, що дозволяють створювати тривимірну

---

<sup>1</sup> к.т.н. доц. НУ “Запорізька політехніка”

<sup>2</sup> ас. НУ “Запорізька політехніка”

графіку, на даний час існує дуже багато, але нажалюдь більшість з них є комерційними продуктами, такі як: 3ds Max, Maya, Lightwave 3D, SoftImage XSI, Sidefx Houdini, Maxon Cinema 4D, Realsoft 3D і порівняно нові Rhinoceros 3D, Modo, Nevercenter Silo або ZBrush. Також, існують і відкриті продукти, поширювані вільно, такі як пакет Blender, K-3D і Wings3D.

Для створення комп'ютерної моделі прототипу робота-рятувальника було вирішено обрати Blender тому, що це найпотужніший пакет для створення тривимірної графіки, що включає наступні можливості як робота з об'єктами, організація сцен та їх візуалізація. Blender має вільну модель поширення та дозволяє експортувати моделі до системи симуляції роботів в форматі \*.prto та \*.urdf.

Основними критеріями для вибору програмного забезпечення для подальшої симуляції робота-рятувальника є доступність та надання можливості щодо створення програмного забезпечення як для фізичної так і віртуальної версії робота, з подальшим його застосуванням на обох версіях реалізації робота, без змін, що дозволяє скоротити витрати та час. З цією метою використовують системи симуляції – це спеціальні системи для імітації роботи пристроїв з навколишнім середовищем, в нашому випадку це: роботи-рятувальники на колесах та ногах, з роботизованими руками, та інші специфічні роботи-рятувальники.

Для аналізу сучасних систем симуляції роботів було розглянуто цілу низку систем симуляції: Gazebo, RoboDK, Webots, CoppeliaSim, OpenRave, Unity, UnrealEngine, NVIDIA Isaac, Drake, Simscape, SimSpark. Були розглянуті переваги та недоліки наведених систем симуляції роботів. В результаті було вирішено обрати Webots тому, що дана система дозволяє розробляти власних роботів чи брати готового робота з запропонованих варіантів, розробляти тривимірне кастомізоване середовище та логіку робота, проводити повне тестування отриманого робота у симульованому середовищі та навіть роботи зйомку цього процесу.

Для тестування взаємодії між фізичною та віртуальної моделями робота-рятувальника було вирішено використовувати два альтернативних бездротових канали зв'язку, а саме wi-fi та мобільний зв'язок(5G), які забезпечують вільну передачу зашифрованої інформації. Ці канали використовують протоколи передачі MQTT та HTTP, які відносяться до стандарту TCP/IP, що призводить до низького енергоспоживання, мають вбудовану безпеку достойного рівня та досить легкі в масштабуванні. MQTT встановлюється як основний канал зв'язку завдяки своїй полегшеній та швидкісній передачі даних. HTTP використовується як допоміжний канал, призначений для прийому подій і для підтримки WEB-інтерфейсу



API разом із статусом моніторингу в реальному часі. В якості форматів обміну даними використані XML або JSON.

В роботі виконано дослідження застосування технології Digital Twins для реалізації симуляції робота-рятувальника. Запропоновано створення комп'ютерної моделі прототипу робота-рятувальника за допомогою Blender, перенесення побудованої моделі робота-рятувальника в систему симуляції роботів Webots, написання програмного коду для відтворення основних операцій робота-рятувальника з подальшим створенням цифрового двійника фізичного робота-рятувальника, були обрані бездротові канали зв'язку для тестування взаємодії між фізичною та віртуальною моделями робота-рятувальника.

УДК 378:004.9

Браїловський В.В.<sup>1</sup>, Ластівка Г.І.<sup>2</sup>, Паюк І.С.<sup>3</sup>,  
Рождественська М.Г.<sup>1</sup>, Шпатар П.М.<sup>2</sup>

## **ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ПЛАТФОРМИ MOODLE ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ З КІБЕРБЕЗПЕКИ ДО ЄДКІ**

Підготовка висококваліфікованих фахівців у сфері кібербезпеки набуває все більшої актуальності як в Україні, так і світі в цілому. Наразі розвиваються різні напрямки вирішення цієї проблеми: це і потужні електронні ресурси, і сертифікаційні центри та грантові програми міжнародних організацій тощо. Проте виконання цих функцій у нашій країні покладається передусім на заклади вищої освіти. Природно, що контроль якості результатів навчання, досягнутих здобувачами освіти за підсумками опанування освітніх програм спеціальності 125 «Кібербезпека» у різних ЗВО, знаходиться в центрі уваги держави [1]. Так, згідно з Постановою КМУ № 497 від 19 травня 2021 р. запроваджено атестацію здобувачів ступеня вищої освіти на першому (бакалаврському) рівні у формі єдиного державного кваліфікаційного іспиту (ЄДКІ) [2]. Для її реалізації МОН України було створено робочу групу, яка розробила та після громадського обговорення сформуvala програму ЄДКІ [3]. Ця програма

---

<sup>1</sup> К. ф.-м. н., доцент, Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича

<sup>2</sup> К. т. н., доцент, Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича

<sup>3</sup> Студентка, Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича

визначає зміст і основні напрямки підготовки здобувачів до підсумкової атестації.

ЄДКІ – це стандартизована форма контролю досягнення здобувачем вищої освіти результатів навчання, визначених стандартом вищої освіти. Згідно методичних рекомендацій [4], формат проведення цього іспиту передбачає тестування за сукупністю питань багатоваріантного типу (чотири варіанти – одна правильна відповідь). Таким чином, для успішного складання ЄДКІ майбутній бакалавр з кібербезпеки має не тільки оволодіти компетентностями, які формуються під час вивчення комплексу фундаментальних курсів та дисциплін професійної підготовки упродовж всього терміну навчання, а й отримати навички швидкого та ефективного пошуку правильних відповідей у тестових завданнях.

Дієвим інструментом у такій підготовці стають системи електронного навчання (точніше, LMS), які дозволяють одночасно розміщувати матеріали навчального характеру та формувати тестові завдання для перевірки знань студентів. ЗВО України широко використовують платформу Moodle, функціональність якої повною мірою відповідає поставленій задачі. У рамках середовища Moodle Чернівецького національного університету ім. Ю.Федьковича для підготовки до ЄДКІ майбутніх бакалаврів з кібербезпеки розроблено навчально-тренувальний курс. Його найважливішою складовою є банк питань, який наразі містить близько тисячі завдань за програмою цього фахового іспиту і постійно поповнюється. Запитання згруповані за темами програми, а використані різноманітні типи завдань допомагають студентам повторити теорію (прості запитання) та знайти відповіді на можливі завдання ситуаційного характеру (складні запитання):

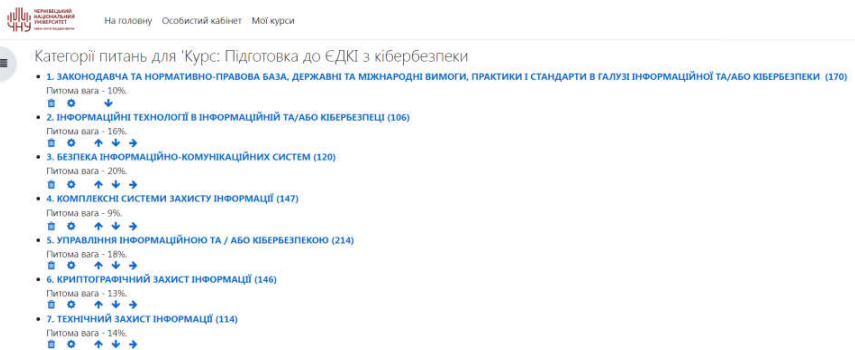


Рисунок 1 – Структура банку питань

Отже, є вагомі підстави вважати, що розроблені засоби допоможуть студентам підготуватись та успішно скласти ЄДКІ. Також, на нашу думку, доцільно створити міжвузівську освітню платформу подібного спрямування, що дозволило би поєднати найкращі практики провідних ЗВО України та сприяло би покращенню підготовки фахівців з кібербезпеки.

### Перелік посилань

1. Мудрук С.О. Єдине фахове вступне випробування у контексті аналізу регуляторних впливів та ефективності освітньої послуги. Київ: «Компанія ВАІТЕ»: 2021. – 176 с. 2. Постанова КМУ від 19 травня 2021 р. № 497 «Про атестацію здобувачів...». – URL: <http://surl.li/ahmac>. 3. МОН пропонує до громадського обговорення проєкт програми ЄДКІ зі спеціальності 125 «кібербезпека» для першого (бакалаврського) рівня ви. – URL: <https://bit.ly/3DS4Zf5>. 4. Методичні рекомендації з проведення ЄДКІ за спец. «Публічне управління та адміністрування». – URL: <https://cutt.ly/VMwzKtz>

УДК 004:9+65:01

Савчук Л.М.<sup>1</sup>, Удачина К.О.<sup>2</sup>

## БІЗНЕС-АНАЛІТИКА ЯК ІНСТРУМЕНТАРІЙ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Обробка великих масивів даних сьогодні виступає актуальною задачею. На основі аналізу даних можна виявляти певні закономірності та прогнозувати майбутні події в бізнес-операціях. Для цього як в Україні, так і за кордоном активно використовуються інструменти бізнес-аналітики – business intelligence system. Серед вчених, які досліджують даний напрямок, слід відмітити: Г. Ватсона, Пен Яо-Піна, С. Туана, Ф. Луї, К. Алена, Д. Бенглі, Б. Бріджс, Л. Мосс, С. Шепс, І. Пономаренка, А Телеус, [1], О. Яворську [2].

Використання сучасних інформаційних технологій в бізнесі надає змогу ефективно і швидко вирішувати різноманітні задачі (рис. 1) [3].

---

<sup>1</sup> к.е.н., професор кафедри економічної інформатики Українського державного університету науки і технологій

<sup>2</sup> к.е.н., доцент кафедри економічної інформатики Українського державного університету науки і технологій



Рисунок 1 – Переваги використання інструментів бізнес-аналітики

Загальні функції бізнес-аналітики включають: інтелектуальний аналіз даних – сортування великих наборів даних за допомогою баз даних, статистики та машинного навчання для виявлення тенденцій і встановлення зв'язків; підготовку даних – процес об'єднання та структурування даних для підготовки їх до аналізу; звітність – обмін операційними та фінансовими даними з особами, які приймають рішення; порівняльний аналіз – порівняння поточних бізнес-процесів і показників ефективності з історичними даними; описову аналітику: інтерпретацію історичних даних для порівняння та кращого розуміння змін, які відбулися в бізнесі; статистичний аналіз: збір результатів описової аналітики та застосування статистики для виявлення тенденцій; візуалізацію даних: надає візуальні представлення, такі як діаграми та графіки для легкого аналізу даних.

Сьогодні можна виділити топ-5 інструментів бізнес-аналітика [4].

Microsoft Power BI – середовище для проведення аналізу даних, отримання надійних результатів за допомогою інтелектуальних засобів, захист аналітичної інформації, інтеграція з Microsoft 365.

Tableau – система інтерактивної бізнес-аналітики, яка дозволяє обробляти дані будь-якого формату – від Excel до Oracle, містить готові галузеві рішення, має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, широкі можливості візуалізації інформації.

QlikSense – потужна платформа для аналітики та інтеграції даних, призначена для побудови візуалізацій, миттєвого дослідження, моніторингу, консолідації даних.

Dundas BI – система, яка використовується в основному для створення інформаційних панелей та систем показників, історичних сильних сторін компанії, але також виконує стандартні та спеціальні звіти.

Sisense – аналітична платформа бізнес-аналітики, яка дозволяє

створювати аналітичні додатки, підключатися до джерел структурованих та неструктурованих даних, об'єднувати таблиці з кількох джерел з мінімальними сценаріями та кодуванням, а також створювати інтерактивні вебінформаційні панелі моніторингу та звіти.

Отже, щоб відповідати викликам сучасності, потрібно комплексно використовувати класичні практики з новими інструментами бізнес-аналізу.

### Перелік посилань

1. Пономаренко І. В., Телеус А. В. Бізнес-аналітика як ефективний інструмент обробки даних. Проблеми інноваційно-інвестиційного розвитку. 2020. № 23. С. 64-70.
2. Яворська О. Г. Бізнес-аналітика як інструментарій підтримки прийняття рішень в ресторанному бізнесі. Вісник соціально-економічних досліджень : зб. наук. праць. Одеса:Одеський національний економічний університет.2021. No 3-4 (78-79). С. 174–185.
3. Business intelligence systems and data mining – capabilities & benefits : вебсайт. URL: <https://www.existbi.com/articles/business-intelligence-systems-and-data-mining/> (дата звернення: 05.11.2022).
4. 5 Business Intelligence Tools You Need to Know. Coursera : вебсайт. URL: <https://www.coursera.org/articles/bi-tools> (дата звернення: 05.11.2022)

УДК 539.2

Смирнова Н.А.<sup>1</sup>, Коротун А.В.<sup>2</sup>

### **ФІЗИКО-ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАНООБ'ЄКТІВ ПЛАЗМОННОЇ ФОТОВОЛЬТАЇКИ**

Металеві наночастинки в поєднанні з молекулярними адсорбатами є однією з перспективних архітектур для розробки та реалізації різних функцій на нанорівні [1]. Зокрема, комплекс «металева ядро – J-агрегат» знаходять застосування в якості збирачів світла та оптично чутливих активних нанокомплексів [2]. В зв'язку з цим дослідження оптичних властивостей композитних наноструктур Me@J, а також ефектів, що виникають при їх взаємодії з електромагнітним випромінюванням мають суттєвий інтерес у плазмонній фотовольтаїці при розробці сонячних батарей нового покоління.

Важливою фізико-технічною характеристикою композитних

---

<sup>1</sup> Ст. викладач кафедри МіНЕ НУ «Запорізька політехніка».

<sup>2</sup> Канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри МіНЕ НУ «Запорізька політехніка».

наночастинок є їх радіаційна оптична ефективність

$$\xi_{@}^{\text{rad}} = \frac{1}{1 + C_{@}^{\text{abs}} / C_{@}^{\text{sca}}}, \quad (1)$$

де  $C_{@}^{\text{abs}}$  і  $C_{@}^{\text{sca}}$  – перерізи поглинання і розсіювання, які є функціями частоти падаючого світла.

Розрахунки частотних залежностей радіаційної оптичної ефективності було проведено для наночастинок різних металів, вкритих шаром різних ціанінових барвників (рис. 1).

Результати розрахунків вказують на те, що зміна барвника практично не впливає на частотну залежність радіаційної оптичної ефективності, в той час як при зміні металу ядра аналогічні залежності мають осцилюючий характер, причому найближчою до одиниці є залежність  $\xi_{@}^{\text{rad}}(\omega)$  для частинок із ядром Au.

Отже, можна зробити висновок, що найбільш доцільним для збільшення поглинання у досліджуваному діапазоні частот є використання у сонячних елементах частинок Au@TC.

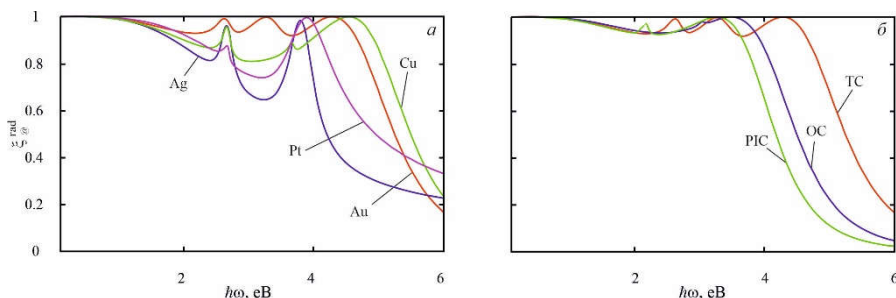


Рисунок 1 – Частотні залежності оптичної радіаційної ефективності наночастинок Me@TC (а) і Au@J (б)

### Перелік посилань

1. Нанофотонні технології. Сучасний стан і перспективи [Текст] / А.О. Коваль, А.В. Коротун, А.А. Крючин, В.М. Рубіш, В.В. Петров, І.М. Тітов. – Ужгород: ФОП Сабов А.М., 2019 – 482 с.
2. Kondorskiy, A.D. Manifestation of the anisotropic properties of the molecular J-aggregate shell in the optical spectra of plexcitonic nanoparticles [Text] / A.D. Kondorskiy, S.S. Moritaka, V.S. Lebedev // Opt. Express. – 2022. – V. 30. – P. 4600–4614.

## ПЕРЕВАГИ ЦИФРОВОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ СИСТЕМИ ЛОКОТИВНОЇ БЕЗПЕКИ IMPROTRAIN-250

Сучасна бортова система локомотивної безпеки може застосовуватися для автоматизації керування функціями безпеки локомотивів на ділянках залізниць, обладнаних системою координатного регулювання руху поїздів на базі цифрового радіоканалу. Модульна структура (рис. 1) дозволяє компонувати систему із необхідною для замовника конфігурацією. Взаємодія з системою автоматичного керування гальмуванням, телемеханічною системою контролю, системою автопілот проводиться по бортовій локальній мережі.

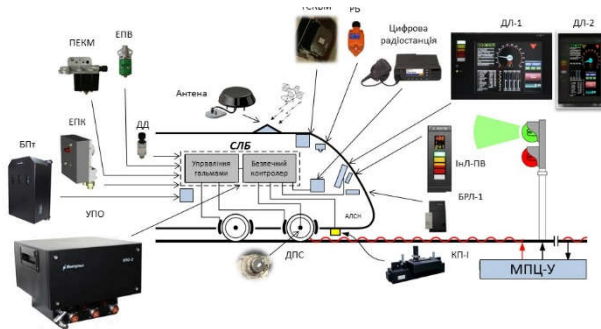


Рисунок 1 – Склад системи локомотивної безпеки

Впровадження цифрового радіозв'язку (рис. 2) в системі локомотивної безпеки «ImproTRAIN-250» в інфраструктурі АТ «Укрзалізниця» дозволить вивести керування поїздами на новий рівень:

- кожен диспетчер зможе в реальному часі отримувати інформацію про місцезнаходження та стан поїзда, а також зможе керувати проїздом світлофорів із заборонними сигналами;
- кожен локомотив зможе отримувати оперативну інформацію про стан інфраструктури, графік руху та тимчасові обмеження;
- служби ремонту матимуть змогу відстежувати стан основного обладнання локомотива;

<sup>1</sup> докт. техн. наук, завідувач кафедри МІНЕ НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> магістр гр. РТ-411м НУ «Запорізька політехніка»

– максимальна стійкість та кіберзахищеність.



Рисунок 2 – Цифровий радіозв'язок в системі локомотивної безпеки «ImproTRAIN-250»

Стандарти цифрового радіозв'язку «ImproTRAIN-250»:

- DMR (радіостанція DMR може бути інтегрована до «ImproTRAIN-250» за наявності інфраструктури DMR у АТ «Укрзалізниця»);
- GSM-R із безпечним протоколом Єврорадіо (реалізований для литовської залізниці). GSM-R включено до стандарту Європейської системи управління залізничним транспортом ERTMS;
- GSM для передачі діагностичних та архівних даних з локомотива на станційний сервер з метою підвищення рівня сервісу (автоматизація завантаження даних з архівів замість перенесення КР, відстеження розташування локомотивів тощо).

Для побудови цифрової системи технологічного радіозв'язку залізничного транспорту необхідно передбачити проектування системи DMR TIER II, яка є конвенціональною. Загальні вимоги до системи цифрового радіозв'язку DMR передбачають наявність «універсальний термінал ДСП (радіостанція з опціональною платою). Опціональна плата необхідна для розширення функціональних можливостей стандарту DMR TEIR II. Алгоритм взаємодії, протокол обміну інформацією з радіостанцією, габарит опціональної плати є індивідуальним рішенням відповідно до розв'язуваних завдань.



**ВИКОРИСТАННЯ КУМУЛЯТИВНИХ СУМ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ  
«РОЗЛАДКИ» ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ**

Якість виробів машинобудування багато в чому визначається стабільністю технологічних операцій. До порушення стабільності може призвести велика кількість різноманітних факторів, з'ясування фізичної сутності яких, як правило, є досить складним і трудомістким. Для підтримки стабільності технологічних операцій застосовується статистичне регулювання з подальшим коригуванням технологічної операції за допомогою керуючого впливу. Тому при статистичному регулюванні необхідне рішення двох завдань: виявлення «розладки» та визначення оптимального керуючого впливу. Виявлення «розладки» має відбутися якнайшвидше з мінімальним числом помилкових сигналів про «розладку».

Своєчасність виявлення «розладки» при виготовленні комплектуючих дозволяє підвищити їхню якість, тим самим зменшити ймовірність випуску потенційно ненадійних виробів.

Зміна стану спостережуваного об'єкта виявляється зі зміни деякого параметра розподілу  $\theta$  від значення  $\theta_0$  до  $\theta_1$ . Необхідно, виходячи з вибіркового спостережень  $y_1, y_2, \dots, y_n, y_{n+1}, y_{n+2}, \dots, y_m$ , перевірити нульову гіпотезу про те, що  $y_1, y_2, \dots, y_m$  взяті із сукупності з функцією розподілу  $F(y, \theta_0)$ , проти альтернативної, що полягає у тому, що спостереження  $y_1, y_2, \dots, y_n$  належать сукупності  $F(y, \theta_0)$ , а спостереження  $y_{n+1}, y_{n+2}, \dots, y_m$  – сукупності з  $F(y, \theta_1)$ . Це завдання можна визначити завданням виявлення зміни параметра функції розподілу послідовних спостережень чи завданням «розладки» технологічної операції.

Таким чином,  $F(y, \theta_0)$  – розподіл показників стану технологічної операції до «розладки»,  $F(y, \theta_1)$  – розподіл показників після «розладки».

Постановка задачі про «розладки» технологічної операції призводить до формулювання гіпотез:

1.  $H_0$  – процес знаходиться в налагодженому стані, «розладка» відсутня,  $H_0: F(y, \theta) = F(y, \theta_0)$ ;
2.  $H_1$  – процес вийшов із налагодженого стану, виникла «розладка»,

---

<sup>1</sup> докт. техн. наук, завідувач кафедри МіНЕ НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доцент кафедри МіНЕ НУ «Запорізька політехніка»

<sup>3</sup> студентка гр. РТ-419 НУ «Запорізька політехніка»

$H_1: F(y, \theta) = F(y, \theta_1)$ .

Сутність перевірки гіпотез  $H_0$  і  $H_1$  за допомогою послідовного критерію полягає в наступному.

За умови незалежності вибірок ймовірність отримання значень  $y_1, y_2, \dots, y_n$  дорівнює:  $P_{0n} = f(y_1, \theta_0) f(y_2, \theta_0) \dots f(y_n, \theta_0)$ , якщо вірна гіпотеза  $H_0$ , та  $P_{1n} = f(y_1, \theta_1) f(y_2, \theta_1) \dots f(y_n, \theta_1)$ , якщо вірна гіпотеза  $H_1$ .

При відомій функції густини ймовірності  $f(y, \theta)$  можна визначити величину  $Z_n = \ln(P_{1n}/P_{0n})$ , яка отримала назву кумулятивна сума. При статистичному регулюванні значення кумулятивної суми  $Z_n$  накопичуються послідовно зі взяття вибірок.

Нульова гіпотеза  $H_0$  приймається, якщо  $Z_n \leq \ln((1-\beta)/\alpha)$ , альтернативна  $H_1$ , тобто про наявність «розладки» - якщо  $Z_n > \ln((1-\beta)/\alpha)$ , де  $\alpha$  і  $\beta$  – помилки першого та другого роду, відповідно. Спостереження за процесом продовжуються, якщо наведені умови прийняття гіпотез не виконані.

Процедура перевірки гіпотез  $H_0$  і  $H_1$  за допомогою послідовного критерію Вальда покладена в основу статистичного регулювання технологічних операцій методом контрольних карт кумулятивних сум. Однак основною передумовою використання карток кумулятивних сум є нормальний розподіл контрольованого параметра стану технологічної операції. Ця вимога не завжди здійсненна і завжди не здійсненна, якщо необхідно виявляти «розладку» у зміні точності технологічної операції. Точність, як відомо, визначається розсіюванням контрольованого показника якості виробів, що випускаються.

При нормальному законі розподілу метод кумулятивних сум є ефективним для використання контрольних карт. На контрольних картах відзначають певну статистику, отриману за результатами вибіркового контролю, та межі регулювання, що обмежують область допустимих значень статистики.

Для розширення можливостей використання статистичного критерію виведено загальний вираз для доданків кумулятивної суми, що дає можливість використовувати критерій для випадків, коли розподіл контрольованого показника якості відрізняється від нормального. Отримане вираз створює теоретичні передумови розробки нових ефективних методів виявлення «розладки» точності технологічних операцій і перспективні використання при діагностиці і випробуваннях на надійність.

## ПРОГРАМА-КАЛЬКУЛЯТОР ЗГЛАДЖУВАННЯ ЗА АЛГОРИТМАМИ БРАУНА І ХОЛЬТА

Згладжування дозволяє оптимізувати обробку експериментальних даних та підвищити їх точність і надійність.

Метою роботи є розробка і створення програми-калькулятора для порівняльного дослідження згладжування за алгоритмами Брауна і Хольта та визначення їх впливу на точність результатів виміру.

Адаптивний алгоритм експоненціального згладжування Брауна[1] зводиться до перетворення поточних значень деякої змінної  $X_i$  згідно з рекурентною формулою

$$\tilde{X}_i = \alpha X_i + (1 - \alpha) \tilde{X}_{i-1}, \quad (1)$$

де  $\tilde{X}_i$ ,  $\tilde{X}_{i-1}$  – експоненціальні середні на моменти часу  $i$  і  $i-1$  відповідно;  $\alpha$  – параметр згладжування ( $0 < \alpha \leq 1$ ).

В алгоритмі Хольта експоненціальні середні на моменти часу  $i$  і  $i-1$  визначають як

$$\tilde{X}_i = \alpha X_i + (1 - \alpha)(\tilde{X}_{i-1} + b_{i-1}); \quad (2)$$

де  $b_i = \gamma(\tilde{X}_i - \tilde{X}_{i-1}) + (1 - \gamma)b_{i-1}$  причому  $0 < \gamma \leq 1$ .

Дійсне значення вимірюваної змінної величини  $X_i$  вибрано у вигляді середнього арифметичного  $X_{cp}$  з похибкою  $\Delta X$ .

Для оцінки динаміки поведінки  $X_{cp}$  і  $\Delta X$  в залежності від кількості вимірів  $N$  середнє значення визначено у вигляді кумулятивного ковзаючого

$$X_{cp}(N) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i, \quad (3)$$

при  $1 \leq N \leq 100$ , а похибку середнього визначали як довірчий інтервал  $\Delta X$  з обраною вірогідністю 0,95

$$\Delta X(N) = t_N \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^N (X_i - X_{cp})^2}}{\sqrt{N(N-1)}}, \quad (4)$$

де  $t_N$  – коефіцієнт Стюдента. Величини  $X_{cp}(N)$  і  $\Delta X(N)$  обчислювали для початкового і згладженого числових рядів. В якості дійсного значення

<sup>1</sup> студент, Дніпровський національний університет

<sup>2</sup> к.т.н., доцент кафедри ЕОМ, Дніпровський національний університет

вимірної величини було прийнято значення  $X_{cp}$  при максимальній величині  $N$  для досліджуваного числового ряду. Вирази (1) – (4) покладені в основу математичної моделі розробленої програми-калькулятора.

У створеній програмі використано графічний інтерфейс з відображенням даних у вигляді кнопок, іконок, таблиць (рис. 1) і графіків (рис. 2).

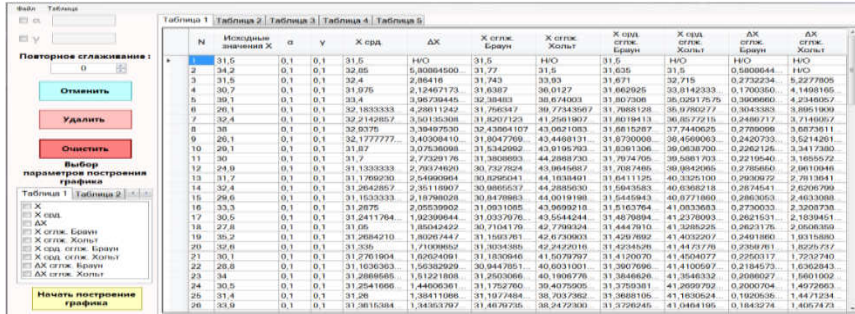


Рис. 1

Для прикладу на рис. 1 представлено масив початкових даних і результати розрахунку за двома алгоритмами при параметрах  $\alpha = 0,1$  і  $\gamma = 0,1$ ; на рис. 2 для масиву 100 чисел показані отримані графічні залежності початкових  $X(N)$  та згладжених даних за обома алгоритмами відповідно.

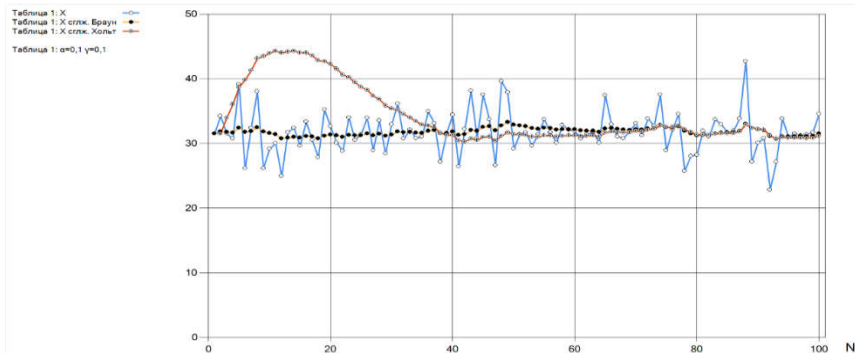


Рис.2

У програмі передбачена паралельна обробка до п'яти окремих масивів чисел. Експериментально встановлено, що відносна похибка розрахунків програмою-калькулятором не перевищує  $3,2 \cdot 10^{-6} \%$ .

## Перелік посилань

1. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 416 с.

УДК 004.42:004.75

Точилін С.Д.<sup>1</sup>

### **АНАЛІЗ ПРОДУКТИВНОСТІ PHP WEB-СЕРВІСІВ ПРИ ВИКОНАННІ CRUD ОПЕРАЦІЙ З ДАНИМИ MYSQL**

При розробці сучасних розподілених інформаційних комп'ютерних систем, які працюють в локальних мережах та Internet, широко використовується сервіс-орієнтована архітектура SOA (Service Oriented Architecture). Для практичної реалізації подібних систем застосовуються Web-сервіси та СКБД, зокрема, одна з найпоширеніших з них MySQL.

Однією з основних вимог до подібного роду SOA-систем є продуктивність їх функціонування, яка залежить від того, яким чином сервіс програмно реалізується. При цьому актуальною є задача вибору оптимального програмного забезпечення, що реалізує Web-сервіс.

Програмні засоби PHP є ефективною платформою для SOA. На її основі розробляються Web-сервіси, які підтримують різні протоколи та технології. Зокрема, SOAP протокол використовують сервіси, які обмінюються XML-повідомленнями. Сучасні розподілені системи з SOA також використовують RESTful Web-сервіси, які представляють віддалені ресурси за допомогою HTTP-протоколу. До віддалених ресурсів можна віднести й окремі записи, які зберігаються в базах даних.

Для цих ресурсів RESTful Web-сервіс може виконувати операції створення (create), читання (read), оновлення (update) та видалення (delete), тобто являється CRUD Web-додатком. У той час CRUD Web-сервіси можна реалізовувати і за допомогою SOAP технології.

У даній роботі була поставлена задача аналізу продуктивності SOAP та RESTful PHP CRUD Web-сервісів для визначення оптимального програмного забезпечення для інформаційних SOA-додатків, які працюють з даними MySQL.

Для розв'язку поставленої задачі було розроблено два варіанти розподілених додатків, які у своєму складі мали однакову клієнтську

---

<sup>1</sup> канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри КСМ НУ «Запорізька політехніка»

частину (програма-тестер), але різні CRUD Web-сервіси (SOAP та RESTful), розроблені на основі PHP-технології. Також був підготовлений об'єкт дослідження – таблиця Data бази даних MySQL, яка мала два поля – ключове і даних, та зберігала інформацію у обсязі  $V = 100$  КБайт.

Програмне забезпечення, використане в даній роботі, являло собою сучасні версії відповідних програмних продуктів. Воно містило: пакет PHP 8.1.5, сервер Apache 2.4.53 та СКБД MySQL 8.0.28.

Додатки працювали на персональному комп'ютері частота процесора якого дорівнювалась 1,6 ГГц, а обсяг оперативної пам'яті мав значення 8 ГБайт.

Для оцінки продуктивності використовувався середній час  $\tau$  виконання сервісом одного запиту для серії з 250 запитів. Визначення  $\tau$  при роботі Web-сервісів здійснювалося нами за допомогою програми-тестера, яка була написана на мові програмування Java™.

Результати виконаних досліджень зображені на рис. 1.

Як видно з цього рисунка у всіх розглянутих випадках Web-сервіс на основі SOAP мав більше значення середнього часу виконання CRUD операцій читання, оновлення, створення та видалення даних MySQL у порівнянні із RESTful сервісом.

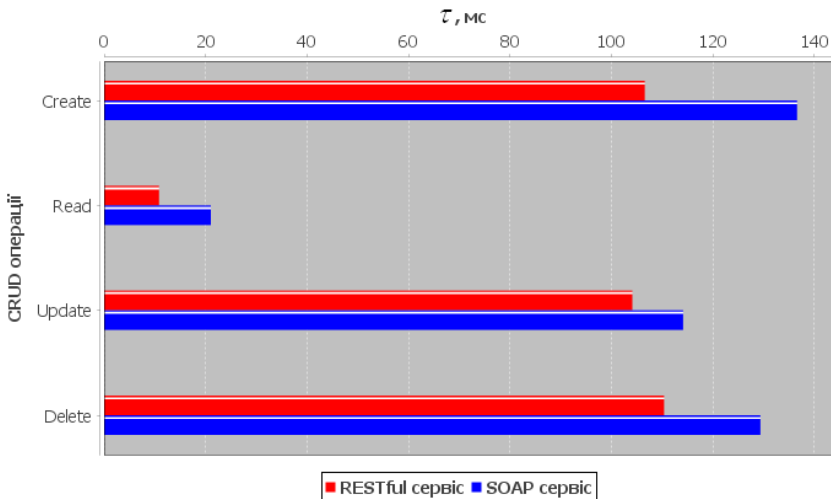


Рисунок 1 – Час відгуку сервісів при роботі з даними MySQL

При цьому значення  $\tau$  для SOAP і RESTful Web-служб відрізнялися на величини порядку 30 мс, 10 мс, 10 мс та 20 мс при виконанні операцій

створення, читання, оновлення і видалення даних, відповідно.

Тобто, як показують проведені дослідження, при виконанні CRUD операцій з даними MySQL PHP RESTful Web-сервіс має найменший час відгуку (найвищу продуктивність), чим PHP Web-служба на основі SOAP.

Надалі планується провести подібні дослідження з іншими CRUD Web-сервісами та СКБД.

УДК 004.42:378

Точилін С.Д.<sup>1</sup>

### **ВІРТУАЛЬНА ЛАБОРАТОРНА РОБОТА «ВИВЧЕННЯ ОСНОВНОГО ЗАКОНУ ДИНАМІКИ ОБЕРТАЛЬНОГО РУХУ»**

У зв'язку з широким впровадженням дистанційної освіти розробка навчальних Web-додатків, які виконуються браузером комп'ютера студента або школяра, є актуальною задачею. Її вирішують, зокрема, за допомогою мови розмітки HTML5 та мови програмування JavaScript.

На основі HTML5 і JavaScript, розроблена віртуальна лабораторна робота (ВЛР) «Вивчення основного закону динаміки обертального руху», яка імітує реальну роботу, що використовує маятник Обербека.

Вікна браузера перед виконанням ВЛР для десятого варіанта зображені на рис. 1.

На рисунку, через зменшення розміру вікон браузера, не наведені вказівки для виконання роботи.

ВЛР має графічний інтерфейс користувача. На початку виконання роботи студент за допомогою кнопок «Prev» і «Next» вибирає свій варіант. При цьому змінюється відстань чотирьох куль відносно шківів та осі обертання, яка перпендикулярна шківу та проходить через його центр. Кнопки «More» і «Less» визначають масу вантажу відповідно до його початкового стану (маса змінюється при досвідах з ВЛР).

Після натискання на кнопку «Run» запускається виконання роботи, вантаж починає рухатися з прискоренням. Час руху фіксується таймером. Кнопка «Reset» приводить вантаж і таймер у вихідний стан.

При виконанні роботи програма вносить невеликі випадкові похибки в експериментальні дані. На рис. 2 зображені вікна браузера при виконанні двох досвідів ВЛР для десятого варіанта.

---

<sup>1</sup> канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри КСМ НУ «Запорізька політехніка»

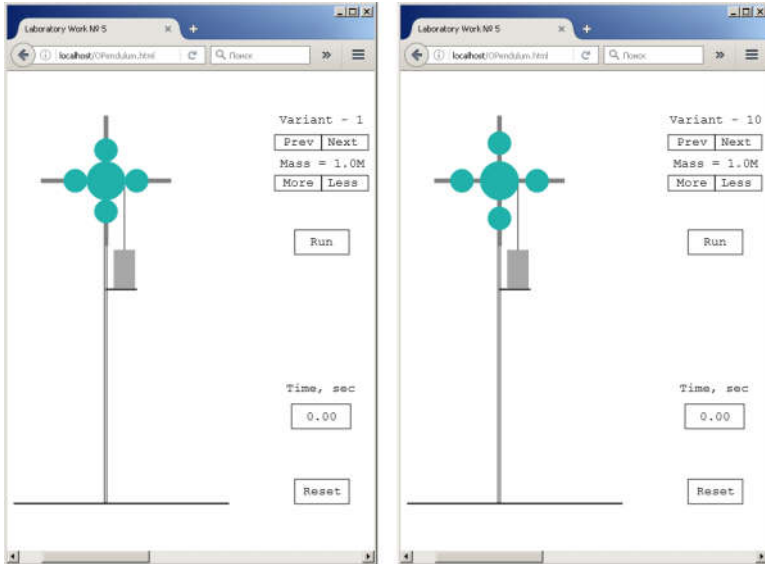


Рисунок 1 – Вікна браузера перед виконанням лабораторної роботи

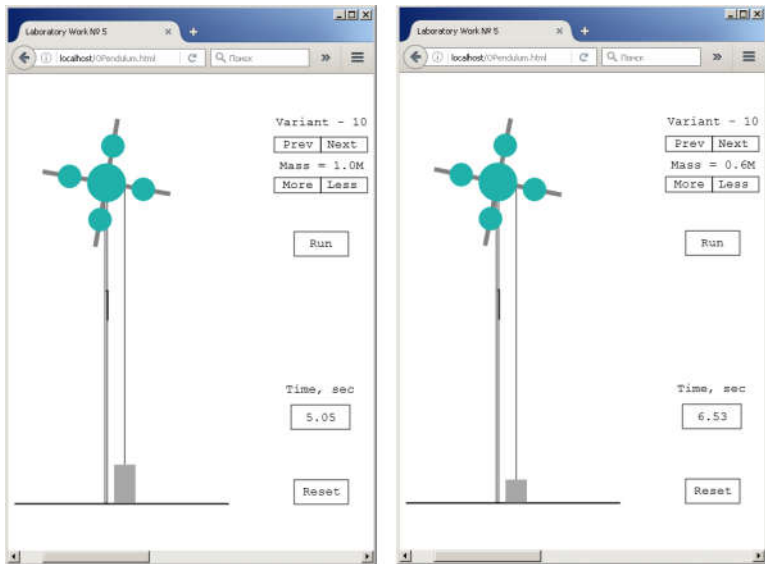


Рисунок 2 – Вікна браузера при виконанні лабораторної роботи



Розроблений Web-додаток може працювати, як у мережі Internet, так і в мережі intranet, а також на локальному комп'ютері.

УДК 004.42:621.3

Точилін С.Д.<sup>1</sup>

## **ВІРТУАЛЬНИЙ ДВОКООРДИНАТНИЙ САМОЗАПИСУВАЧ НА ОСНОВІ МУЛЬТИМЕТРІВ UT61E**

При проведенні природничо-наукових досліджень у багатьох випадках застосовують двокоординатні самозаписувачі (ДКС), які реєструють залежності між двома фізичними величинами у ході різноманітних процесів. При цьому розробка віртуальних ДКС з можливістю вимірів різних величин в широкому діапазоні їх зміни є актуальною задачею.

При роботі віртуального вимірювального приладу вихідні аналогові сигнали представляються в цифровому вигляді за допомогою систем збору даних (СЗД) на основі аналого-цифрових перетворювачів. Фірма виробники СЗД, як правило, оформлюють їх у вигляді окремих плат. У той час у якості систем збору даних можна використовувати цифрові мультиметри фірми Uni-Trend. Вони мають достатньо високу точність, можливість вимірів різних фізичних величин та низьку вартість.

У даній роботі був створений віртуальний двокоординатний самозаписувач, який складався з двох мультиметрів UT61E фірми Uni-Trend, контролера послідовного інтерфейсу ST-Lab U-400, комп'ютерної програми (ST\_XY\_Recorder), розробленої за допомогою мови програмування Java™, що управляла роботою приладу та відображала результати вимірів.

Віртуальний двокоординатний самозаписувач в якості СЗД використовував мультиметри UT61E, що забезпечувало можливість, по кожній з двох координат (X та Y), вимірювати постійну напругу у межах  $0 \pm 1000$  В або постійний струм у межах  $0 \pm 400$  ма.

Програма ST\_XY\_Recorder мала графічний інтерфейс користувача. На початку роботи з ДКС за допомогою прапорців «Ux», «Ix», «Uy», «Iy» визначалося які електричні величини будуть вимірюватися по координатам X та Y. У той час використовуючи списки, що розкриваються, «Port X»,

---

<sup>1</sup> канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри КСМ НУ «Запорізька політехніка»

«Port Y» та кнопки «Open X», «Open Y», вибиралися віртуальні COM-порти мультиметрів, а за допомогою списку «T, sec» задавалася періодичність (від 1 до 60 с) одночасного вимірювання електричних величин по координатам X та Y.

Процес реєстрації та запису даних вимірів здійснювався після натискання на кнопку «Start». При цьому їх чисельні значення розміщалися у полях вводу та таблиці, крім того, вони відображалися приладом і у графічному вигляді. Кнопки «Stop» та «Reset» використовувалися для зупинки процесу вимірів та видалення їх результатів, відповідно.

Дані вимірів можна було зберегти у файлах формату \*.txt і при необхідності одержати до них доступ за допомогою меню «File». У той час інформація про створений віртуальний прилад та особливостях його роботи була доступна при використанні меню «Help».

На рис. 1 зображено вікно програми ST\_XY\_Recorder після отримання ДКС залежності струму через стабілітрон KC133A від прикладеної до нього напруги.

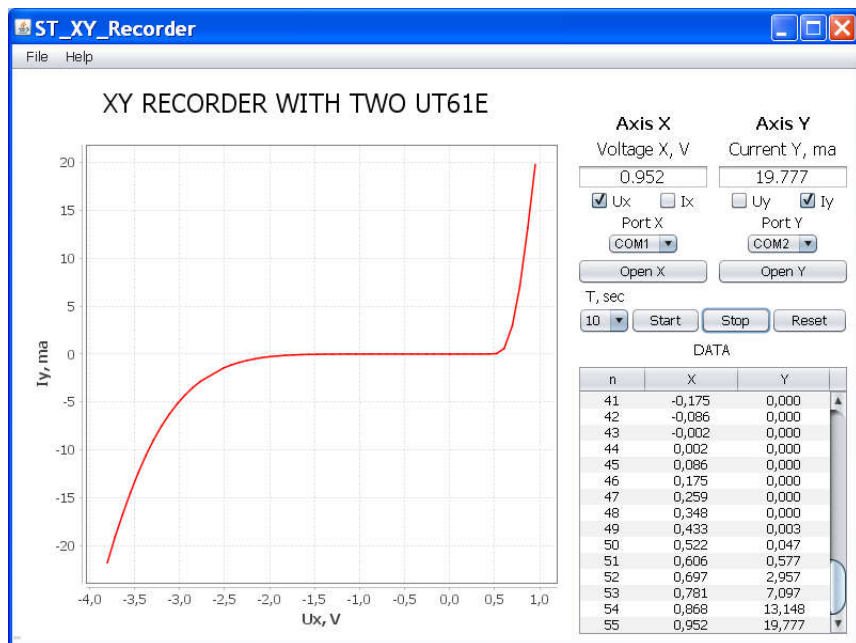


Рисунок 1 – Вікно програми ST\_XY\_Recorder з вольт-амперною характеристикою стабілітрона KC133A

Надалі планується модернізувати віртуальний ДКС, зокрема, забезпечити можливість вимірів приладом по координатам  $X$  та  $Y$  не тільки струму та напруги, а ще і ємності, частоти та опору.

УДК 004.42:519.2

Точилін С.Д.<sup>1</sup>

## **КОМП'ЮТЕРНА ПРОГРАМА ДЛЯ ОБРОБКИ ДАНИХ ПРЯМИХ БАГАТОРАЗОВИХ ВИМІРІВ**

У науковому та навчальному експерименті властивості фізичних явищ і об'єктів вивчаються на основі вимірів відповідних фізичних величин.

По кількості проведених досвідів виміри розділяють на багаторазові та однократні, а по способу одержання експериментального результату на прямі і непрямі.

При прямих вимірах значення фізичної величини визначають приладом. При непрямих вимірах значення фізичної величини знаходять на основі обчислень за допомогою відомої функціональної залежності між цією величиною та величинами, знайденими в результаті прямих вимірів.

При цьому актуальною є задача розробка комп'ютерних програм, які автоматизують процес обробки експериментальних даних, зокрема, отриманих у ході прямих багаторазових вимірів.

У даній роботі на основі мови програмування Java розроблена кросплатформна комп'ютерна програма `ST_Dmeasurement` для обробки даних прямих багаторазових вимірів.

Додаток `ST_Dmeasurement` має графічний інтерфейс користувача. Він складається з чотирьох кнопок, трьох полів вводу, списку, що розкривається, та таблиці. На початку роботи із програмою за допомогою меню «File», дані для аналізу поміщалися в таблицю «Data». Рядки цієї таблиці також могли заповнюватися даними, які розміщалися в полі вводу «X», за допомогою кнопки «Input». Для видалення рядка, всіх рядків таблиці «Data» використовувалися кнопки «Delete Row» та «Clear», відповідно. За допомогою списку, що розкривається, вибиралося значення довірчої імовірності  $P$  для розрахунку похибки виміру фізичної величини.

Запуск обробки даних здійснювався при натисканні на кнопку

---

<sup>1</sup> канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри КСМ НУ «Запорізька політехніка»

«Calculation». При цьому програма для багаторазових вимірів величини  $X$  послідовно розраховувала:

1. Середнє арифметичне значення  $X_{CP}$ .
2. Середньоквадратичне відхилення  $\sigma$ .
3. Критичне значення критерію Стьюдента  $t_{K3}$  для заданої довірчої імовірності та числа вимірів фізичної величини.
4. Похибку вимірів  $\Delta X = t_{K3} \cdot \sigma$ .
5. Чисельні значення залежності щільності  $p$  довірчої імовірності від коефіцієнта Стьюдента  $t$  для вихідної серії вимірів.

Після розрахунків величина  $t_{K3}$  поміщалася в поле вводу «t CV», а знайдене значення фізичної величини  $X$  у вигляді  $X_{CP} \pm \Delta X$  розміщалося в полі вводу «Measurable Value X». У той час залежність  $p = f(t)$  для вихідних даних та заданої довірчої імовірності відображалася додатком у графічному вигляді.

Для тестування програми було проведено 11 вимірів висоти корпусу для радіоелектронної апаратури за допомогою штангенциркуля. Вікно програми після обробки даних цих вимірів зображене на рис. 1.

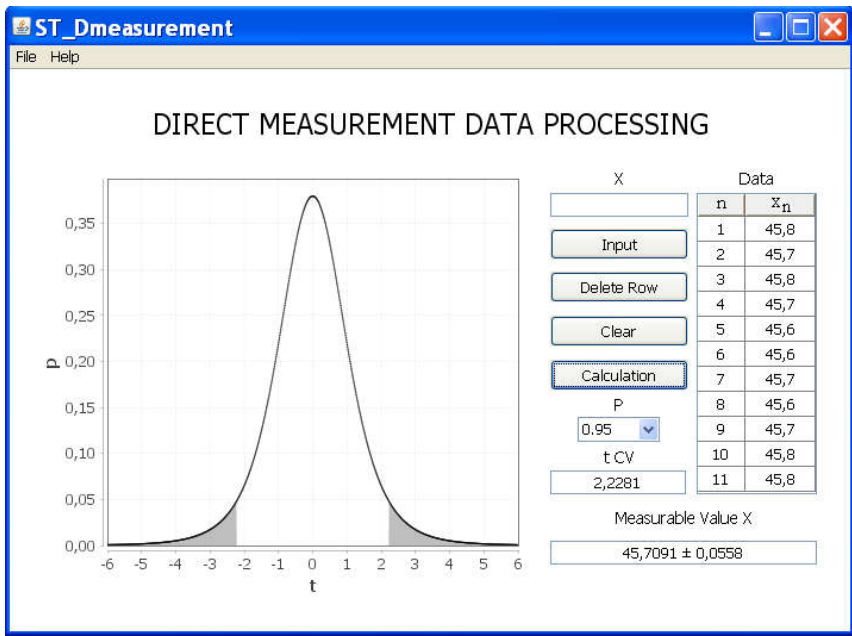


Рисунок 1 – Вікно програми ST\_Dmeasurement після обробки даних прямих багаторазових вимірів

Таким чином, в даній роботі була розроблена комп'ютерна програма для обробки даних прямих багаторазових вимірів.

Надалі передбачається модернізувати додаток ST\_Dmeasurement, зокрема, забезпечити знаходження значення фізичної величини при обробці даних прямого однократного виміру.

УДК 004.42:535.3

Точилін С.Д.<sup>1</sup>

## **КРОСПЛАТФОРМНА СИСТЕМА РЕЄСТРАЦІЇ ОПТИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ОСНОВІ ILX511 ТА ARDUINO**

У наш час при проведенні оптичних досліджень широко застосовуються прилади з зарядовим зв'язком (ПЗЗ), зокрема, ПЗЗ-лінійки. Ці лінійки використовують системи реєстрації (СР) оптичного випромінювання (ОВ), які входять до складу цифрових спектрометрів та систем спостереження просторового розподілу ОВ. При цьому розробка кросплатформних СР на основі ПЗЗ-лінійок є актуальною задачею.

У даній роботі розроблена кросплатформна віртуальна система для реєстрації оптичного випромінювання, яке належить до діапазону довжин хвиль 200-1100 нм. Її апаратна частина складалася з ПЗЗ-лінійки Sony ILX511, операційного підсилювача ОРА340 та мікроконтролерної плати Arduino Mega 2560. Лінійка ILX511, що має 2088 пікселів з відстанню 14 мкм між ними, використовувалася як приймач фотонів, а плата Arduino - як система збору даних, її предільтр частоти (прескалер) мікропроцесора при аналого-цифровому перетворюванні мав значення 16. Крім того, ця плата формувала електричні імпульси необхідні для функціонування ПЗЗ-лінійки. Підсилювач ОРА340 застосовувався у якості повторювача напруги сигналу з ILX511.

Система реєстрації працювала за допомогою комп'ютерної програми ST\_CCD, розробленої на основі мови програмування Java. Додаток ST\_CCD мав графічний інтерфейс користувача. На початку роботи з програмою за допомогою списку, що розкривається, та кнопки «Open» вибирався послідовний порт для роботи з платою Arduino. Запуск та зупинка роботи додатка здійснювалися при натисканні на кнопки «Start» і «Stop», відповідно. Кнопка «Clear» очищала вікно додатку від

---

<sup>1</sup> канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри КСМ НУ «Запорізька політехніка»

зареєстрованого сигналу ОВ. Поле вводу «T, ms» використовувалося для установки часу експонування ІLX511 в мілісекундах.

Користувач програми за допомогою меню «File» мав можливість зберегти експериментальні дані у файлах формату \*.txt та відкрити їх для перегляду. Тим часом за допомогою меню «Tuning» при необхідності наструювалася область відображення сигналу ОВ. Між тим інформація про програму ST\_CCD була доступна при використанні меню «Help».

На рис. 1, як приклад, зображено вікно Java-програми при реєстрації просторового розподілу по пікселям ПЗЗ-лінійки випромінювання красного напівпровідникового лазера, яке пройшло через оптичну щілину шириною 100 мкм і абсорбційний світлофільтр (СФ) КС18 та освітлювало ІLX511.

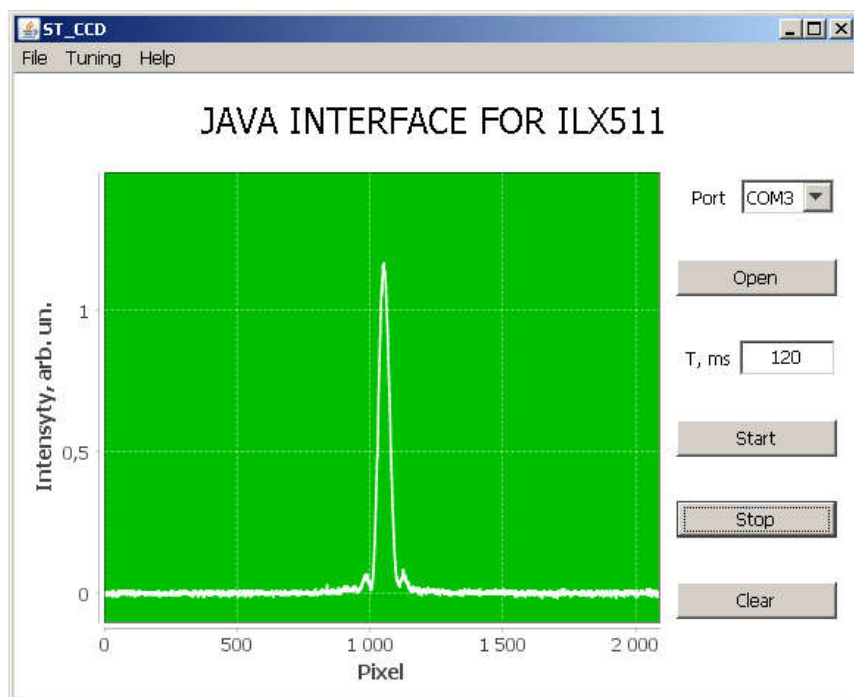


Рисунок 1 – Вікно програми ST\_CCD при реєстрації випромінювання з довжиною хвилі 650 нм, яке пройшло через оптичну щілину та СФ

Як видно з рис. 1, зареєстрований просторовий розподіл лазерного випромінювання по пікселям ПЗЗ-лінійки вздовж її ділини мав вигляд, який

спостерігається для монохроматичного світла при дифракції Фраунгофера від оптичної щілини.

Розроблена система реєстрації може знайти застосування для автоматизації лабораторних робіт по фізиці в яких вивчаються явища інтерференції, дифракції та дисперсії. Крім того, після відповідної модифікації, її можна використовувати, як при створенні або модернізації спектральних приладів, так і при дослідженні дисперсності мікрочасток в гетерогенних системах методом малокутового розсіювання світла.

УДК 004.42:378

Точилін С.Д.<sup>1</sup>

### **КРОСПЛАТФОРМНИЙ КОМПЛЕКС ВІРТУАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З МЕХАНІКИ ТА МОЛЕКУЛЯРНОЇ ФІЗИКИ**

В умовах розвитку та широкого застосування дистанційної форми навчання, актуальною задачею є перенос лабораторних робіт (ЛР) для природничо-наукових дисциплін на комп'ютери студентів у вигляді програм, що імітують їх функціонування.

Актуальною проблемою є розробка кросплатформних віртуальних ЛР, які сумісні із програмним забезпеченням (ПЗ) комп'ютера користувача (або вимагають його оновлення за допомогою ПЗ, яке вільно поширюється).

В освітньому процесі використовують, зокрема, додатки на основі мов програмування Java і JavaScript, а також мови розмітки HTML5. З їх допомогою створюють кросплатформні віртуальні навчальні демонстрації та ЛР, які при роботі застосовують комп'ютерну анімацію.

Додатки з анімацією у багатьох випадках створюють на HTML5 і JavaScript (HTML5/JS), використовуючи елемент canvas мови розмітки. Вони запускаються в більшості сучасних браузерів, відповідно до [1], в Firefox 3.5, Safari 3.2, Chrome 9, Opera 10.6, iOS Safari 3.2, Android Browser 2.1 і їх більш нових версіях. У той час ці HTML5/JS-додатки не працюють у браузері Internet Explorer з версією нижче 9.

Для виконання Java-програм - Desktop-додатків та аплетів на комп'ютері повинен бути встановлений набір програм та пакетів класів Java

---

<sup>1</sup> канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри КСМ НУ «Запорізька політехніка»

Runtime Environment (JRE) або інструментальний набір Java Developer's Kit (JDK), який підтримує їх роботу.

Desktop-додатки працюють під керуванням операційної системи.

Java аплети функціонують при використанні браузера Internet Explorer. Після установки плагіна IE Tab, вони запускаються в Chrome. Крім того, аплети можуть виконуватися без браузера за допомогою утиліти AppletViewer з набору JDK, що підтримує їх роботу.

Для імітації лабораторних робіт з механіки та молекулярної фізики, які включені у навчальний процес Національного університету (НУ) «Запорізька політехніка», за допомогою Java, JavaScript і HTML5 був розроблений кросплатформний комплекс віртуальних ЛР, що складався із трьох пакетів. Перший з них формувався з робіт на основі Java Desktop-програми, другий – Java аплетів, третій - HTML5/JS-додатків.

Java-програми використовували Swing-технологію, для їх функціонування потрібен набір JDK (JRE), який підтримує Desktop-програми на основі класу JFrame або аплети на основі - JApplet.

У наш час на комп'ютерах у багатьох випадках вже встановлені сучасні браузери, які дозволяють роботу HTML5/JS-додатків. Ці браузери, а також відповідні версії JDK і JRE, являються ПЗ, яке вільно поширюється і може бути встановлено на комп'ютер користувача при відсутності.

Для ЛР з однією назвою Java-програми з різних пакетів мали ідентичний інтерфейс користувача (ІК), при цьому подібний по функціональності ІК був і у роботі створеної на основі HTML5 і JavaScript з використанням елемента canvas мови розмітки.

Розроблені додатки для лабораторних робіт одного найменування мали однакові алгоритми функціонування. Вони імітували реальні роботи та дозволяли користувачу для кожної з них одержати необхідні дані (для 20 варіантів) і виконати обчислення, які описані у відповідних методичних вказівках для ЛР по механіці та молекулярної фізики, що використовуються в навчальному процесі НУ «Запорізька політехніка».

У той час Java-додатки, у порівнянні з аналогічними, реалізованими на HTML5 та JavaScript, були більш наочними, краще відображали динаміку фізичних процесів, тому що мали більш якісну анімацію при виконанні віртуальних робіт. Ця відмінність обумовлена особливостями мови програмування JavaScript [1].

Таким чином, у даній роботі, для імітації лабораторних робіт з фізичного практикуму НУ «Запорізька політехніка», за допомогою мов програмування Java і JavaScript, а також мови розмітки HTML5, розроблено кросплатформний комплекс віртуальних ЛР з механіки та молекулярної фізики, який забезпечує їх виконання при використанні встановленого на



комп'ютері користувача програмного забезпечення (або його оновлення за допомогою ПЗ, що вільно розповсюджуються).

Надалі на основі Java, JavaScript та HTML5 передбачається створити комплекси віртуальних лабораторних робіт з метою імітації реальних ЛР з інших природничо-наукових дисциплін, які включені в освітній процес НУ «Запорізька політехніка».

### Перелік посилань

1. Lamberta Billy. Foundation HTML5 Animation with JavaScript / Billy Lamberta, Keith Peters. – Apress, 2011. 584 p.

УДК 535.3:615

Точилін С.Д.<sup>1</sup>

## ПОРІВНЯННЯ СПЕКТРІВ ФОТОЛЮМІНЕСЦЕНЦІЇ ЛІКАРСЬКИХ ПРЕПАРАТІВ ДРОТАВЕРИНА І ДИПІРИДАМОЛА

Останнім часом при оптичних дослідженнях для порівняння об'єктів вивчення використовують різницеві функції  $I_X^E(\lambda)$  їх спектрів фотолюмінесценції (ФЛ), які визначають за допомогою виразу [1]:

$$I_X^E(\lambda) = 1 - |I_X(\lambda) - I_E(\lambda)|,$$

де  $\lambda$  - довжина хвилі,  $I_X(\lambda)$  і  $I_E(\lambda)$  - нормовані за максимальним значенням інтенсивності спектри ФЛ для речовини ( $X$ ), яку аналізують, та еталонної речовини ( $E$ ), відповідно.

Оцінка ідентичності об'єктів вивчення здійснюється за допомогою коефіцієнта відповідності  $K_D$  - середнього значення різницевої функції (різницевого спектра) у діапазоні довжин хвиль від  $\lambda_I$  до  $\lambda_{II}$  [2]:

$$K_D = \frac{1}{\lambda_{II} - \lambda_I} \int_{\lambda_I}^{\lambda_{II}} I_X^E(\lambda) d\lambda.$$

У даній роботі була поставлена задача одержання спектрів ФЛ комерційних зразків лікарських препаратів дипіридамола та дротаверина і

---

<sup>1</sup> канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри КСМ НУ «Запорізька політехніка»

провести їх кількісне порівняння за допомогою різницевої спектри (РС). Як об'єкти дослідження були використані дві таблетки дротаверина та одна дипіридамола. Виробники дротаверина: 1). ПРАТ «Фармацевтична фірма «Дарниця» (ПРАТ ФФД), 2). АТ «Київмедпрепарат». Таблетка дипіридамола була виготовлена ПАТ НВЦ «Борщагівський ХВЗ». Одна з таблеток дротаверина (ПРАТ ФФД) була обрана як еталонний зразок.

ФЛ збуджувалася випромінюванням фіолетового лазера, яке попередньо проходило через інтерференційний світлофільтр (СФ), з максимумом пропускання на довжині хвилі 405 нм. Її сигнали, пройшовши СФ ЖЗС5, реєструвалися спектрометром ВТС-110S, який працював під керуванням програми DS\_Complex [2]. За допомогою цієї програми здійснювалася і обробка отриманих спектральних даних.

На рис. 1 зображені зареєстровані спектри ФЛ об'єктів дослідження, а на рис. 2 - РС для еталона та дротаверина (а) і еталона та дипіридамола (б), отримані в інтервалі довжин хвиль від 470 до 740 нм.

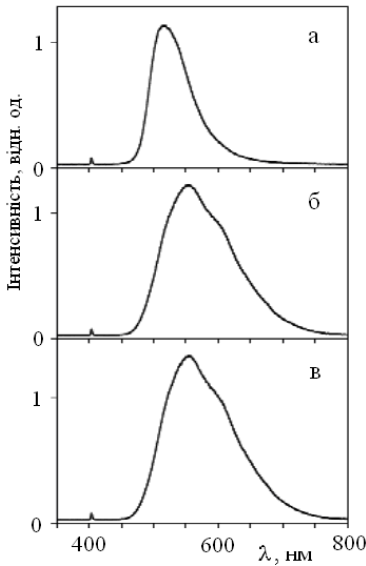


Рисунок 1 – Спектри ФЛ дипіридамола (а), дротаверина (б) та еталона (в)

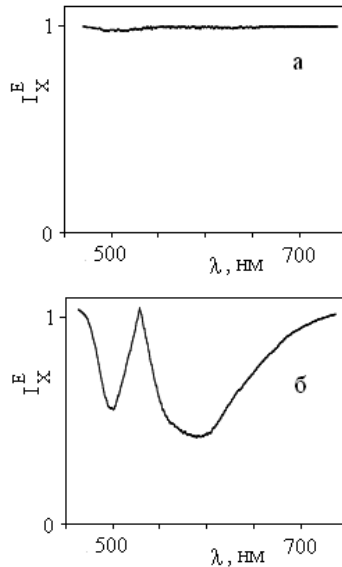


Рисунок 2 – РС для еталона і дротаверина (а) та еталона і дипіридамола (б)

Як видно з рис. 2, інтенсивність  $I_x^E(\lambda)$ , розрахованого з метою зіставлення таблетки дротаверина з еталоном, була близька до 1 у всьому

інтервалі довжин хвиль його формування. При цьому  $K_D = 0,99$ , це свідчить про достатню відповідність між зразками дрогаверина і еталона.

У той час, РС отриманий для порівняння фармацевтичних препаратів дипіридамола і еталона, мав добре виражений максимум та мінімуми. При цьому  $K_D = 0,70$ . Цей результат свідчить про істотну відмінність зразків дипіридамола і еталона.

### Перелік посилань

1. Умаров М.Ф. Оптическая спектроскопия биоактивных препаратов / М.Ф. Умаров, В.С. Горелик. – Вологда: ВоГУ, 2014. 147 с. 2. Точилін С.Д. Прикладне програмне забезпечення для оптоволоконного цифрового спектрометра ВТС-110S / С.Д. Точилін // Технічні науки та технології. № 3 (21), 2020. С. 154-162.

УДК 535.3

Точилін С.Д.<sup>1</sup>

## ФУНКЦІ ПОРІВНЯННЯ СПЕКТРІВ ВТОРИННОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для встановлення ідентичності або відмінності об'єктів дослідження у ряді випадків використовують порівняння їх спектрів вторинного випромінювання (СВВ), наприклад, спектрів фотолюмінесценції. Порівняння виконується за допомогою математичної обробки спектральних даних об'єктів вивчення з допомогою спеціальних функцій. При цьому актуальною задачею є визначення функцій порівняння СВВ, результати виконання яких дозволяють визначити на кількісному рівні відмінність або ідентичність спектрів та мало залежать від передатної функції спектральної установки.

Останнім часом при оптичних дослідженнях для кількісного порівняння спектрів вторинного випромінювання біоактивних препаратів використовують різницеві функції (різницеві спектри)  $I_X^E(\lambda)$  [1]:

$$I_X^E(\lambda) = 1 - \left| I_X(\lambda) - I_E(\lambda) \right| = 1 - \left| \frac{I'_X(\lambda)}{I'_{X\max}} - \frac{I'_E(\lambda)}{I'_{E\max}} \right|, \quad (1)$$

---

<sup>1</sup> канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри КСМ НУ «Запорізька політехніка»

де  $\lambda$  - довжина хвилі,  $I_X(\lambda)$  і  $I_E(\lambda)$  - нормовані за максимальним значенням інтенсивності спектри речовини ( $X$ ), яку аналізують, та еталонної речовини ( $E$ ), відповідно,  $I'_X(\lambda)$ ,  $I'_E(\lambda)$ ,  $I'_{X\max}$ ,  $I'_{E\max}$  - зареєстровані спектри для речовини, що досліджують, і еталонної речовини, а також їх максимальні значення, відповідно.

Оцінка ідентичності або відмінності різницевих спектрів (РС) здійснюється за допомогою коефіцієнта відповідності  $K_D$  [1]:

$$K_D = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (1 - |I_X(\lambda) - I_E(\lambda)|_i) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N I_X^E(\lambda_i), \quad (2)$$

де  $N$  - число замкнутих інтервалів  $\Delta\lambda$  у спектральному діапазоні довжин хвиль від  $\lambda_I$  до  $\lambda_{II}$  із шириною  $B$ ,  $B = \lambda_{II} - \lambda_I$ ,  $N = B / \Delta\lambda$ .

Відповідно до (2), при  $\Delta\lambda \rightarrow 0$ , коефіцієнт  $K_D$  має значення:

$$K_D = \frac{1}{B} \int_{\lambda_I}^{\lambda_{II}} I_X^E(\lambda) d\lambda. \quad (3)$$

У той час певний інтерес при порівнянні  $I'_X(\lambda)$  й  $I'_E(\lambda)$  у діапазоні довжин хвиль від  $\lambda_I$  до  $\lambda_{II}$ , на якому  $I'_E(\lambda)$  не містить нульових значень, має функція верифікації (спектр верифікації)  $J_X^E(\lambda)$ :

$$J_X^E(\lambda) = 1 - \left| \frac{J_X(\lambda) - J_E(\lambda)}{J_E(\lambda)} \right| = 1 - \left| \frac{(I'_X(\lambda)/I'_{XE}) - (I'_E(\lambda)/I'_{ME})}{I'_E(\lambda)/I'_{ME}} \right| \quad (4)$$

де  $J_X(\lambda)$ ,  $J_E(\lambda)$  - нормовані за значеннями  $I'_{XE}$  та  $I'_{EE}$  спектри  $I'_X(\lambda)$  й  $I'_E(\lambda)$ , відповідно,  $I'_{XE}$  - інтенсивність на довжині хвилі  $\lambda_{ME}$  прояву максимуму спектральної інтенсивності  $I'_{ME}$  еталона.

При цьому оцінка ідентичності або відмінності спектрів верифікації (СВ) здійснюється за допомогою коефіцієнта верифікації  $K_V$ :

$$K_V = \frac{1}{B} \int_{\lambda_I}^{\lambda_{II}} J_X^E(\lambda) d\lambda. \quad (5)$$

Для вивчення спектрів СВВ світла використовують спектральні

установки (СУ), конструкція яких крім обов'язкового спектрометра, у ряді випадків, може включати схрещені світлофільтри (СВФ). Первинний СВФ застосовується для виділення спектрального інтервалу з довжиною хвилі збудливого випромінювання. Вторинний світлофільтр частково пропускає вторинне випромінювання об'єкта вивчення та придушує більш короткохвильове збудливе випромінювання. На спостережувані спектри істотно впливає функція коефіцієнта пропускання спектральної установки  $\tau(\lambda)$ , яка може містити у собі, зокрема, функцію коефіцієнта пропускання вторинного світлофільтра  $\tau_F(\lambda)$ . При використанні в СУ різних вторинних СВФ  $\tau(\lambda)$  перетерплює зміни.

Для урахування в (4), (5) передатної функції спектральної установки  $I'_X(\lambda)$  та  $I'_E(\lambda)$  ділять на  $\tau(\lambda)$ , а  $I'_{XE}$  і  $I'_{ME}$  на  $\tau_E$  (коефіцієнт пропускання СУ на довжині хвилі  $\lambda_{ME}$ ). При цьому можна встановити, що особливістю  $J_X^E(\lambda)$  і  $K_Y$  є їх незмінність для різних  $\tau(\lambda)$ . У той час  $I_X^E(\lambda)$  та  $K_D$  подібної особливості не мають.

#### Перелік посилань

1. Умаров М.Ф. Оптическая спектроскопия биоактивных препаратов / М.Ф. Умаров, В.С. Горелик. – Вологда: ВоГУ, 2014. 147 с.

УДК 004.932

Фарафонов О.Ю.<sup>1</sup>, Фурманова Н.І.<sup>1</sup>, Костяной П.А.<sup>2</sup>

### ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ КРИТЕРІЇВ ДЛЯ ВИБОРУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ КАРТОГРАФУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ДРОНІВ

Створення карт на основі аерофотографій – це одна зі сфер, у якій технологія дронів зробила революцію. Безпілотники стали основним інструментом для професіоналів із землеустрою та картографування, що дозволяє їм виконувати побудову карт, в тому числі тривимірних (3D), із меншою часткою часу, зусиль і витрат, ніж традиційні методи [1, 2].

Картографування за допомогою дронів може здійснюватися із

---

<sup>1</sup> канд. техн. наук, доц. каф. ІТЕЗ НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> асп. каф. ІТЕЗ НУ «Запорізька політехніка»

різними цілями: відображення ділянки землі, наприклад, традиційної карти; створення 3D-карти будівлі чи споруди; проектування карти місцевості із накладеною картою висот тощо [3]. Найкращі дрони для картографування є високопродуктивними потужними комерційними засобами, найчастіше виконаними на замовлення. Такі безпілотники можуть знімати фотографії поверхні землі і зшивати їх самостійно або використовувати сторонні сервіси для картографування. Те саме стосується 3D-картографування будівлі, але, швидше за все, знадобиться програмне забезпечення (ПЗ) сторонніх розробників. Для бюджетних варіантів дронів зазвичай такий шлях є безальтернативним. Тому постає задача визначення критеріїв, які є найбільш важливими для виконання задачі створення 3D-карт.

Аналіз різного ПЗ, що застосовується для обробки фотографій з дронів, показав, що ПЗ відрізняється за багатьма параметрами. Одним із них є кількість фотографій та їхній загальний об'єм, що здатне опрацювати ПЗ. Для безкоштовних програм зазвичай є жорсткі обмеження щодо кількості, формату, роздільної здатності фотографій.

Іншим критерієм, на нашу думку, є можливість налаштувати фінальну якість обробки. З метою зменшення часу обробки при отриманні попередніх даних якість обробки може бути зменшена, а для отримання високодеталізованих фінальних моделей карт – збільшена. Не всі ПЗ надають можливість вибору, що викликає певні незручності при обробці великої кількості даних.

Можливість проведення хмарних обчислень є альтернативою виконання розрахунків засобами користувача і в ряді випадків надає можливість отримати результат швидше, якщо користувач має апаратні обмеження.

Бажаним критерієм ПЗ є можливість інтеграції з 3D-пакетами для подальшої роботи з 3D-картами, або ж, як мінімум, можливість експорту у різні формати.

Серед важливих критеріїв вибору ПЗ для певного класу задач можна відзначити захищеність даних, можливість сумісної роботи різних користувачів над одним проектом тощо. Деякі приклади ПЗ навіть надають можливість планування польотів дронів з метою отримання карт з високим ступенем деталізації [4].

В залежності від поставлених задач та наявності обмежень щодо вартості проведення картографування вибір основних критеріїв буде відрізнятися. Так, для проведення аналізу об'єму земляних робіт на кар'єрах якість отриманої карти та роздільна здатність буде мати менше значення, ніж площа відзнятої поверхні землі та швидкість обробки даних.

Для виконання розвідувальних операцій спеціального призначення деталі можуть мати критичне значення.

Запропонований перелік критеріїв вибору ПЗ не є вичерпним і може доповнюватись за потребою користувача.

### Перелік посилань

1. Flynt, Joseph (2019). A Comprehensive Beginner's Guide to Drone Mapping. Available at: <https://3dinsider.com/drone-mapping-guide/> 2. Backes, D; Schumann, G; Teferele, FN; Boehm, J. (2019) Towards a High-resolution Drone-based 3d Mapping Dataset to Optimise Flood Hazard Modelling. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences , XLII-2 (W13) pp. 181-187. 3. Budiharto, W., Irwansyah, E., Suroso, J.S. et al. (2021). Mapping and 3D modelling using quadrotor drone and GIS software. J Big Data 8, 48. 4. Abdelmaboud, A. (2021). The Internet of Drones: Requirements, Taxonomy, Recent Advances, and Challenges of Research Trends. Sensors, 21(17), 5718.

УДК 004.4'242

Шкрябець В.І.<sup>1</sup>, Дьячук Т.С.<sup>2</sup>

## ТРАНСКОМПІЛЯТОР ЯК ЗАСІБ МУЛЬТИПЛАТФОРМЛЕНОЇ РОЗРОБКИ

Розробка мультиплатформеного застосунку, тобто під різні операційні системи (ОС), зазвичай означає, що одну і ту ж логіку потрібно буде писати декілька разів для кожної з обраних ОС на притаманній мові програмування. Це призводить до зайвого витрачання людських та фінансових ресурсів.

Існує декілька підходів для оптимізації розробки. Наприклад, написання спільної бізнес-логіки використовуючи загальнодоступну мову (як-то C/C++) або мультиплатформлений фреймворк (Kotlin Multiplatform, Flutter, Unity для ігор, Mono). Але це працює допоки застосунок нескладний та й має свої недоліки. Неможливість, або складність використання такого підходу в умовах коли проект вже в розробці і треба частину перевести на загальні рейки. Також окрім спеціалістів з розробки під конкретну ОС потрібен ще додатковий розробник(и) зі знанням C/C++ чи обраного фреймворку.

---

<sup>1</sup> Магістрант кафедри КСМ НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> Старший викладач кафедри КСМ НУ «Запорізька політехніка»

В мовах високого рівня зазвичай немає безшовної інтеграції з C++, що ускладнює використання цієї мови для побудови загальної логіки. Наприклад в Java/Kotlin потрібно писати додатковий код-обгортку (JNI), теж саме і в середовищі Apple/Swift. Окрім того з C++ губиться можливість використання спеціалізованих зручних методів роботи з мережею, базою даних, структурами даних (JSON/XML), що також збільшує час розробки. Для фреймворків може вийти непритаманний інтерфейс користувача.

Таким чином, метою нашої роботи є спрощення розробки застосунків, які мають працювати на багатьох платформах, за допомогою використання транскompілятора. Ми розглядаємо можливість дати спеціалістам такий інструмент, що дозволяє працювати в комфортній для них середі-мові та використовувати код один одного.

Застосунок зазвичай складається з багатьох незалежних або слабозв'язаних блоків. Кожен з розробників може реалізувати якусь частину бізнес логіки на зручній йому мові: C/C++, Kotlin/Java, Swift, тощо. А транскompілятор перекладе цю частину на всі інші мови-платформи для подальшого використання вже під конкретну ОС на рідній для неї мові програмування.

Для досягнення поставленої мети позначимо проміжні результати розробки транскompілятора:

1. Можливість транслювати структури та інтерфейси (примітиви), з мінімальним втручанням людини.
2. Можливість транслювати класи, функції та прості алгоритми, з мінімальним втручанням людини.
3. Можливість транслювати складні алгоритми, з мінімальним втручанням людини.

Оскільки різні мови програмування мають різну структуру проєктів та наповнення файлів з програмним кодом, то неможливо безпосередньо зробити переклад з однієї мови на іншу та отримати результуючий працюючий код. Цей процес має відбуватись поетапно.

Спочатку необхідно обробити вхідний код та згенерувати його опис на метамові, для чого використовується рекурентна нейронна мережа. Метамова - це мова для опису загальної структури програми (логіки), яка базується на Kotlin Script. З опису на метамові формується вхідне синтаксичне дерево, яке має наступну ієрархію рівнів: зверху простір імен; потім рівень класів, інтерфейсів; потім рівень методів та полей; рівень аргументів та логіки.

Наступний етап - це трансляція та побудова вихідного синтаксичного дерева за правилами потрібної мови високого рівня. На верхньому рівні воно має розбиття на файли, потім рівень просторів імен, далі класи та



інтерфейси, потім рівень методів та полей; рівень аргументів та логіки.

На останньому етапі виконується побудова вихідного коду за вихідним синтаксичним деревом і запис його в файли.

На цей час реалізован прототип транскompілятора, який з опису на метамові може генерувати структури та інтерфейси на мовах Kotlin, C/C++, Java, Swift, та планується додати підтримку інших мов високого рівня, зокрема Rust та Python. Ведеться робота з удосконалення трансляторів для генерації класів, методів та логіки. Планується розробка методик взаємодії та поширення коду між командою розробників за допомогою інструментарію git.

Прототип транскompілятора викладено у вільний доступ для ознайомлення на платформі GitHub. Він використовується для генерації коду у виробничому процесі для суміщення старої та нової частини комерційного продукту, написаного на різних мовах, що допомагає спростити розробку та зекономити час розробників.

УДК 623.4 : 004.942

Яковенко В.В.<sup>1</sup>, Фурманова Н.І.<sup>2</sup>, Малий О.Ю.<sup>2</sup>, Щавінський Ю.В.<sup>3</sup>

### **ЗАСТОСУВАННЯ ОПОРНОГО ГРАФА СТАНІВ ДЛЯ СТРУКТУРНО-АВТОМАТНОЇ МОДЕЛІ ОБСТРІЛУ ОДИНОЧНОЇ ЦІЛІ У БРОНЬОВОМУ ЗАХИСТІ**

Сьогодні надзвичайно актуальним є питання розробки систем керування обстрілами – з одного боку, та захисту цілей від виведення із працездатного стану – з іншого. Ураження переважної кількості цілей різних класів захищеності на полі бою (жива сила, бойові броньовані машини фортифікаційні споруди) досягаються стрільбою снарядами комбінованого типу – осколково-фугасними та осколково-пучковими. Вони є боєприпасами мультицільового призначення і становлять основу боєкомплектів артилерійських комплексів наземної артилерії, а також

---

<sup>1</sup> д-р. техн. наук, с.н.с. науково-методичного центру організації наукової та науково-технічної діяльності, Національний університет оборони України ім. І. Черняховського, м. Київ

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доц. каф. ІТЕЗ НУ «Запорізька політехніка»

<sup>3</sup> канд. техн. наук, доц. каф. наземної артилерії, Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів

входять до складу боєкомплектів протитанкових і танкових гармат [1]. Однак дані снаряди мають ряд ключових недоліків, що фактично нівелюють можливість їх вдалого застосування, а саме: нерациональне використання осколкових потоків під час наземного розриву; матеріал корпусу має незадовільні осколкові характеристики; здатні уражати в основному лише незахищені і легкоброньовані цілі.

Осколкова дія на об'єкти не однорідна і характеризується пробивною здатністю уразливих відсіків, залежною від маси та швидкості “корисних осколків” в момент їх зустрічі з перешкодою. Для спрощення розрахунків уразливі відсіки поділено на дві групи: вивід з ладу окремо взятого уразливого відсіку (опорно-рухомий апарат, кінцівки, частини корпусу, обладнання тощо); ураження так званої комбінації уразливих відсіків призводить до відповідного нанесення збитків.

Тому процес моделювання обстрілу одиночної цілі у броньовому захисті, направлений на оцінку ступеня можливих ушкоджень уразливих відсіків цілі “корисними осколками”. Адже тяжкість поранення в цілому залежить від балістичних характеристик елементів ураження у вигляді “корисних осколків” з подальшим визначенням їх кінетичної енергії, форми, пробивної здатності та фізичних властивостей пошкоджених тканин [2].

Безпосередньо процес обстрілу одиночної цілі у броньовому захисті базується на розробці графа станів і переходів з необхідним формуванням формалізованого вираження об'єкта дослідження у вигляді структурно-автоматної моделі (САМ). Метою процесу створення графа станів і переходів є формування формалізованого вираження об'єкта дослідження у вигляді структурно-автоматної моделі процесу обстрілу одиночної цілі у броньовому захисті серією з трьох пострілів осколково-пучковими снарядами направленої дії для подальшої практичної реалізації даної моделі в цілому під час розробки новітніх зразків засобів вогневого впливу з метою зменшення внесення помилок на етапі системотехнічного проектування.

В основу методу валідації структурно-автоматної моделі процесу обстрілу одиночної цілі у броньовому захисті серією осколково-пучкових снарядів направленої дії покладено принцип звіряння графів тестового та отриманого на основі структурно-автоматної моделі. Для виявлення помилок в структурно-автоматній моделі, безпосереднє звіряння обох графів виконується в три етапи: на першому – звіряються безпосередньо вектори станів; на другому – звіряються переходи між станами; на третьому – звіряються значення інтенсивності переходів. Встановлений порядок звіряння дозволяє прискорити локалізацію помилок і відповідно зменшити

затрати часу на їх пошук і виправлення.

Аналіз зазначених рисунків свідчить, що побудовані програмним продуктом ASNA граф станів і переходів процесу функціонування нанесення збитків уразливим відсікам одиночній цілі у броньовому захисті “корисними осколками” ОПС у серії з трьох пострілів, у повній мірі відповідають розробленому авторами [3] графу станів і переходів.

### **Перелік посилань**

1. Науменко, І.В., Трофіменко, П.С., Яковенко, В.В. (2013). Структура вогневого ураження противника засобами артилерії у наступі. Системи озброєння і військова техніка. Щоквартальний науковий журнал. 1 (33), 32–36.
2. Хоменко, І.П., Цема, Е.В., Коваль, Б.М., Гангал, І.І., Динец, В.А., Мишалов, Г.В. (2019). Сочетанное осколочное ранение нижней полой вены, вызвавшее пулевую эмболию легочной артерии (клиническое наблюдение и обзор литературы). Хірургія України. 2, 69–80.
3. Yakovenko, V., Volochiy, V., Sydorenko, Y., Furmanova, N., Malyi, O., Tkachenko, A., & Olshevskiy, Y. (2021). Building a model of the process of shooting a mobile armored target with directed fragmentation-beam shells in the form of a discrete-continuous stochastic system. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (4 (114), 51–63.

UDC 004.93

Khabarлак К.<sup>1</sup>

**SEMANTIC SEGMENTATION WITH POST-TRAIN ADAPTIVE  
NEURAL NETWORK**

The task of semantic image segmentation is the most efficiently solved by convolutional neural networks. Overall, solving the problem is very computationally intensive. This is especially noticeable on mobile devices. Such devices have limited computational resources, and are typically running on battery. In [1] several detection algorithms have been implemented to be run on mobile devices. These algorithms include both statistical and neural-network-based. In Table 1 of paper [1] the results of an experiment are shown, where performance of 2 high-end devices was compared. One of the devices was released in 2013, and the other one in 2018. As it turns out, the older devices can be from 2.13 to 5.64 times slower than the newer ones. Actual relative difference depends on the algorithm considered.

This huge performance difference is problematic, especially given the fact that neural network architecture (and, consequently, inference time) cannot be changed dynamically without re-training the neural network. Still, enterprise applications might want to target both of these device categories.

We have noticed several recent works that are proposing modifications to the neural network training procedure, so that the resulting network becomes more adaptive [2, 3]. In particular in [2], post-train adaptive (PTA) approach has been first proposed. It allows to implement a dynamic neural network. The newly proposed network has been applied to the face anti-spoofing problem. According to the authors, the PTA approach has resulted in several benefits:

1. Neural network inference time can be instantly adjusted after the network training is complete. Based on configuration, inference time is from 80% to 107% of the non-dynamic neural network inference time.

2. Overall training time has decreased by 14%.

3. Prediction accuracy has risen from 96.74% for the non-PTA approach

---

<sup>1</sup> PhD Student, Department of System Analysis and Control, Dnipro University of Technology.

to 97.85% with the PTA approach.

However, the proposed approach has not been applied to the semantic segmentation task. In this work we build U-Net+PTA neural network that is able to solve the image segmentation problem, and its configuration can be changed dynamically after the neural network training is complete.

Our approach is based on a widely used U-Net model, that has shown good results in an image segmentation task. Similarly to [2], we replace 2 pairs of Inverted Residual Blocks with the PTA blocks. Each PTA block has Light and Heavy branches that have a different number of operations to compute. Light branch is 2 times faster than the Heavy branch. Switching between the branches allows to change inference time of the whole network. In order for both branches to give meaningful predictions, we apply PTA sampling training strategy, where different branch configurations are sampled during the training procedure.

Applying the PTA approach to the segmentation task has given us improvements in both inference quality and inference time. The resulting network inference time can be adaptively changed depending on used needs from 96.86% to 102.98% of the original U-Net. The resulting network prediction quality has risen from 85.82% for the original U-Net model to 86.70% for the newly proposed U-Net+PTA model. Both improvements have been achieved without increasing total training time.

**Conclusions.** In contrast to existing convolutional neural networks, PTA approaches allow to dynamically change neural network inference speed and architecture. Training a neural network model takes a lot of time. By adding neural network adaptivity after the training is complete it is possible to further adjust the neural network without spending more time on training. Additionally, PTA-based models can efficiently target devices with different performance characteristics from slow devices to more powerful ones, all with a single model. In this work we have applied the PTA approach to the semantic segmentation task. Our approach is based on the U-Net architecture, which we modify with PTA blocks and PTA training strategy. Our experimental results show, that in addition to dynamic architecture adjustment the newly proposed network is also better in quality than the original U-Net.

## References

1. Khabarлак K. Face detection on mobile: Five implementations and analysis / K. Khabarлак // CoRR. – 2022. – Vol. abs/2205.05572.
2. Khabarлак K. Post-Train Adaptive MobileNet for Fast Anti-Spoofing / K. Khabarлак // CEUR Workshop Proceedings – CEUR-WS.org, 2022. – Vol. 3156. – P. 44-53.
3. Khabarлак K. Faster optimization-based meta-learning adaptation phase / K. Khabarлак // Radio Electronics, Computer Science, Control. – 2022. – № 1. – P. 82-92.

**ANALYTICAL DETERMINATION OF TEMPERATURE AND  
PRESSURE DISTRIBUTION ON WORKING SURFACE OF DISC  
BRAKE USING «WOLFRAM MATHEMATICA» PROGRAM**

The adhesion force of the locomotive wheels with the rails depends both on the state of the rail track and on the conditions of interaction of the wheel-rail friction pair [1]. The main parameter characterizing the force of adhesion of wheels to rails is the coefficient of adhesion.

The temperature regime has the strongest influence on the reliability of the braking device [1]. Therefore, the thermal calculation of the elements of the braking device of any machine operating in a mine is one of the most important tasks in its design.

A method for choosing a constant braking torque applied to the axle of the wheelset is given in work [1]. In order to prevent slipping of the clutch and skidding of the wheels (in this case, the adhesion force drops sharply and flats are formed on the wheels), it is recommended to implement 80% of the maximum possible braking torque for mining electric locomotives.

In the monograph [1] the problem of heating and cooling the disc brake of mine hoisting machines is considered with the coefficient of mutual overlap of the disc and friction linings of the pads equal to one.

The purpose of this work is to calculate the maximum temperature and determine the maximum pressure on the working surface for the rational parameters of the main elements of the disk brake of a mine locomotive with a multi-sector brake disk selected by mathematical modeling.

The choice of rational parameters for a disc brake with a multi-sector brake disc is considered using the E10 mine locomotive as an example. Taking into account the design features of the E10 four-axle mine electric locomotive, the disc brake is located on the motor shaft of each drive bogie.

When determining the geometric dimensions of the brake disc, the inner radius of the working area is chosen to be the minimum allowable for structural reasons, and the outer radius is such that when creating the maximum braking torque, the pressure in the working area does not exceed the allowable value for the considered friction pair.

The maximum required braking torque on the motor shaft is determined under the assumption that steel wheels are installed on the locomotive. Based on

---

<sup>1</sup> к.т.н., доцент, Український державний університет науки і технологій.

the number of sectors of the brake disc and the shape of the friction linings, the dependence of the pulsating braking torque on the motor shaft on the angular coordinate of the motor shaft is established.

The system of six differential equations of the second order was integrated by the Runge-Kutta method using the standard software package «Wolfram Mathematica» [2]. The numerical coefficients of the mechanical characteristics of the friction pair are taken for the case when the rails are sprinkled with sand [3].

Rational parameters of the main elements of the disk brake of a mine locomotive with a multi-sector brake disk are substantiated and selected on the basis of mathematical modeling of the braking process. The maximum temperature on the friction surface of the brake disc at the end of the third braking to full stop with previous acceleration and the maximum pressure on its working surface were determined using the «Wolfram Mathematica» program [4].

It is shown that at the final moment of time the dependence of the dimensionless temperature on the friction surface of the brake disc on the dimensionless radius has a maximum at a dimensionless radius of 0.78.

It has been established that with the selected parameters of a disc brake with a multi-sector disc in specific mine conditions at the end of the third braking to a complete stop, the maximum temperature on the friction surface will be no more than 206 degrees C, i.e. will not exceed the allowed value.

### References

1. Таран И.А., Новицкий А.В. Тормозные устройства шахтных локомотивов: монография. Днепропетровск: Нац. горн. ун-т, 2014. 205 с. 2. Мона А.Г. Выбор рациональных параметров дискового тормоза шахтного локомотива с многосекторным тормозным диском. Гірнич. електромеханіка та автоматика: наук.-техн. зб. 2003. Вип. 71. С. 75–82. 3. Процив В.В., Мона А.Г. Экспериментальное определение характеристик сцепления шахтного локомотива в режиме торможения. Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць. 2002. Вип. 40. С. 231-236. 4. Мона А.Г. Интегрирование дифференциального уравнения теплопроводности для определения тепловой нагруженности дискового тормоза шахтного локомотива. Науковий вісник Національного гірничого університету. 2012. № 3. С. 86–91.

**FORMATION OF TIN COATINGS AND THEIR STRUCTURAL FEATURES ON IRON SUBSTRATES: MOLECULAR DYNAMICS SIMULATION**

The deposition of the films of transition metal nitrides on the substrates under special external conditions noticeably increases their hardness. This leads to an improvement in the mechanical functionality of such surfaces. Currently, magnetron sputtering is used for the synthesis of nanocomposite nanostructured coatings based on transition metal nitrides. It is shown that the formation of texture and a columnar structure of the films occur as a result of changing the deposition conditions. In general, films of transition metal nitrides with compositions close to the stoichiometric have a growth texture preferentially along  $\langle 111 \rangle$  and  $\langle 100 \rangle$  directions [1].

This model research focuses on the processes of TiN film formation on the Fe(100) surface by deposition of Ti and N atoms. Previously was shown [2], that depending on the energy of the bombarding ions and substrate ambient temperature, TiN film with the crystal structure of NaCl-type is formed with the predominant orientation of (100) or (111). At such conditions the films have a columnar structure and their formation does not depend on the substrate crystal orientation.

A simulation of the deposition of N and Ti atoms on the Fe(100) substrate was carried out using MPI version of the open source program LAMMPS - Molecular Dynamics Simulator [3]. The substrate was modeled as a semi-infinite crystal with a frozen lower atomic layer, periodic boundary conditions at the lateral crystal sides and free surface of deposition. The size of the crystal is 25(length)x25(width)x10(depth) lattice constants. Considering bcc structure, that resulted in 18900 Fe atoms in the substrate. N and Ti atoms were deposited one by one to the random points of the central region of (100) surface with normal incidence angle. The size of this region was 7x7 lattice constants. The energies of the deposited atoms were picked randomly from 1 to 5 eV. The type of atom

---

<sup>1</sup> Senior Lecturer of Department of System Analysis and Computational Mathematics, NU "Zaporizhzhia Polytechnic"

<sup>2</sup> PhD student of Department of Complex Systems Modeling, Sumy State University

<sup>3</sup> Head of Department of System Analysis and Computational Mathematics, NU "Zaporizhzhia Polytechnic"

<sup>4</sup> Professor of Department of Complex Systems Modeling, Sumy State University



(N or Ti) was also chosen randomly. The time intervals between subsequent deposition events were 10 or 5 ps at different simulations. Also summary 200 or 500 deposited atoms were simulated at different computer experiments. The substrate ambient temperatures were 500K or 1000K, provided by the Berendsen thermostat. The simulation was carried out using many-body MEAM interatomic potential [4].

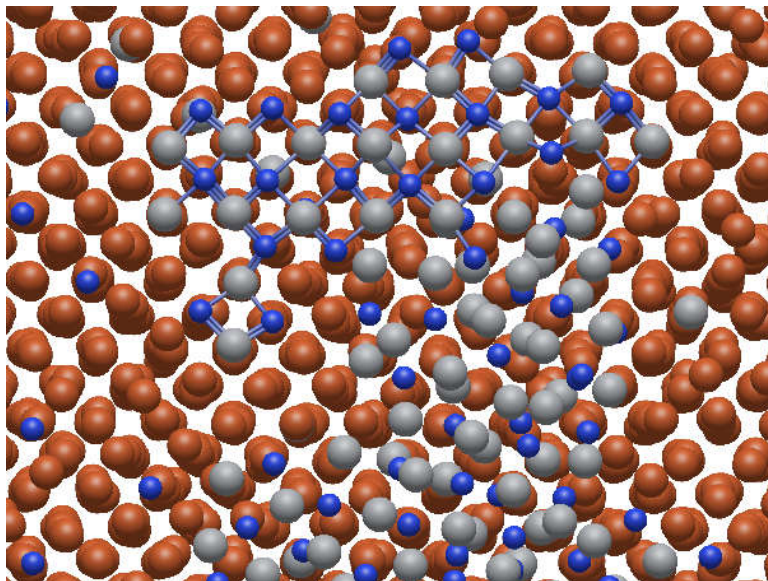


Fig. 1 – The first deposited layer (large brown- Fe, large grey- Ti, small blue- N) after 200 impacts of Ti and N atoms at the time interval of 5 ps and the substrate temperature of 1000K.

Figure 1 demonstrates results of deposition, accompanied subsequent redistribution of surface atoms. Some of the atoms, shading the first deposited layer, have been removed from the figure. Atoms, connected in the figure by bonds, demonstrate nucleation of a TiN lattice of the NaCl-type.

### References

1. Goncharov A.A., Yunda A.,N., Kolinko I.S., and Maksakova O.V., High Temperature Material Processes. 27(1) (2023) 31.
2. Musil, J., Baroch, P., and Zeman, P., Plasma Surf. Eng. Its Practical Appl. (2008) 1.
3. <https://www.lammps.org>
4. Hyun-Kyu Kim, Woo-Sang Jung, and Byeong-Joo Lee, Acta Materialia. 57 (2009) 3140.

**МОДЕЛЮВАННЯ ПРОБЛЕМИ КОНТРОЛЯ ДОСТУПУ**

Аналіз наукової літератури, наприклад [1], вказує на те, що всім складним системам управління доступом властива спільна проблема: коли користувачу надається механізм дозволу від декількох політик, то відбувається накопичення вже існуючих дозволів. В сукупності це накопичення утворює певний рівень ризику. Визначення того, що певний рівень доступу призводить до загроз безпеці складної системи залежить, зокрема, від надійності користувача. Вочевидь, що оцінка факторів надійності відповідної складної системи та її користувача сприятиме підвищенню ефективності прийняття рішень при управлінні такими системами та доступом до них.

В даній роботі розглядається людино-машинна система, елементами якої є три об'єкти: користувач, політика доступу та механізм, що призначений для реалізації цієї політики. В роботі запропоновано здійснювати механізм управління доступом за допомогою системи нечіткого логічного виведення.

Вхідними даними системи нечітко-логічного виведення є наступні:

$P = \{p_1, \dots, p_n\}$  - множина політик доступу до компонентів інформаційної системи, що мають відповідні якісні та кількісні показники (CR - конфіденційність ресурсів, VR - важливість захищеності ресурсу, SR - чутливість ресурсів).

$R = \{r_1, \dots, r_m\}$  - множина принципів розмежування прав доступу («Дозволити все», "Заборонити все", "Заборонити, якщо не дозволено", "Дозволити, якщо не заборонено").

$S = \{s_1, \dots, s_q\}$  - множина характеристик користувачів, до якої входять якісні показники: надійності, ділової активності, поведінки, довіри.

Всі вхідні дані формалізуються у вигляді лінгвістичних змінних. Як відомо [2], лінгвістична змінна в загальному вигляді визначається як набір  $\langle \beta, T, X, G, M \rangle$ , де:  $\beta$  - найменування лінгвістичної змінної; T - множина її значень (терм-множина), що представляють собою найменування нечітких змінних, областю визначення кожної з яких є множина X. Множина T називається базовою терм-множиною лінгвістичної змінної; G - синтаксична процедура, що дозволяє оперувати елементами терм-множини

<sup>1</sup> Д.е.н., професор НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> Аспірант НУ «Запорізька політехніка»

$T$ , зокрема, генерувати нові терми (значення). Множина  $T \cup G(T)$ , де  $G(T)$  - множина згенерованих термів, називається розширеною терм-множиною лінгвістичної змінної;  $M$  - семантична процедура дозволяє перетворити кожне нове значення лінгвістичної змінної, що створене процедурою  $G$ , у нечітку змінну, тобто сформувані відповідну нечітку множину.

Політика доступу розглядається як результат допоміжної системи нечітко-логічного виведення. Спочатку виконується первинний відбір політик, що можуть бути застосовані. Далі виконуються обчислення допоміжною системою нечітко-логічного виведення для прийняття рішення про надання доступу.

Виходом головної системи нечіткого логічного виведення є оцінка ризику надання доступу користувачу, що перебільшує його повноваження або, навпаки, зменшує.

Реалізація системи нечіткого логічного виведення ґрунтується на алгоритмах Мамдани та Сугено [2].

На основі такої формалізації проблеми контролю доступу планується надання комплексного вирішення для тестування людино-машинної системи та виявлення вразливостей, як в організації, так і в управлінні доступом до системних компонентів ІТ-структур.

Отже, запропоноване рішення проблеми накопичення вже існуючих дозволів дозволить виявляти вразливості в управлінні доступом до компонентів людино-машинної системи, регламентувати створення тимчасових або постійних користувачів ІТ-структури з різним рівнем доступу та набором прав, дозволить контролювати типову або нетипову поведінку користувачів, забезпечить реагування на інциденти на рівні SW (закриття прав користувачів, забезпечення збереженості логів, відправка кластерів в карантин, оповіщення відповідальних працівників, встановлення таймінгів, надання рекомендацій на випадок порушення таймінгів або правил вирішення інциденту, протоколювання дій при вирішенні інциденту). Ефективність реалізованого вирішення проблеми контролю доступу оцінюється зменшенням часу, що витрачається на адміністрування мережі (створення, управління користувачами, розподіл прав), підвищенням продуктивності інформаційної системи.

Одним з подальших напрямків дослідження є визначення онтології концепцій управління доступом та відповідними ризиками.

### **Перелік посилань:**

1. Parkinson and Khana, Identifying high-risk over-entitlement in access control policies using fuzzy logic // Cybersecurity (2022) 5:6 <https://doi.org/10.1186/s42400-022-00112-1>
2. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений.-М.:Мир, 1976.-165 с.

## СИСТЕМА ФІКСАЦІЇ РУЙНУВАНЬ ВНАСЛІДОК РОСІЙСЬКОЇ АГРЕСІЇ

Внаслідок війни, яку РФ розв'язала проти України було знищено та пошкоджено десятки міст, зруйновано сотні підприємств, тисячі житлових будинків. Для подальшої оцінки збитків та їх відшкодування вся ця інформація має бути збережена та опрацьована. У зв'язку з цим було прийнято рішення розробити систему, що допоможе зафіксувати та наочно відобразити дані про повністю або частково зруйновані об'єкти соціальної та житлової інфраструктури.

Можливості системи включають в себе:

- відображення на інтерактивній мапі України даних про завдані збитки по регіонах, районах, територіальних громадах (в залежності від заданого масштабу);
- відображення статистичної інформації про вартість відновлення та кількість пошкоджених об'єктів інфраструктури;
- фіксація та збереження інформації про завдані збитки по всій території України, з можливістю імпорту / експорту цих даних.

Для забезпечення гнучкості при роботі з системою було прийнято рішення реалізувати її у вигляді веб-додатку. Такий підхід дозволить вільно користуватися можливостями системи з будь-якого пристрою, що має доступ до мережі Інтернет.

Для реалізації описаного функціоналу система була поділена на наступні ключові блоки: мапа руйнувань, модуль аналітики, модуль обліку відомостей про пошкодження та форма внесення записів. Окремо слід відзначити механізм розмежування прав доступу, який покликаний уберегти систему від збереження неперевіреної інформації. Тож доступ до відомостей про пошкодження та форми внесення записів будуть мати лише уповноважені особи. На рис.1 наведено структуру розробленої системи.

Мапа руйнувань дозволяє візуалізувати збитки, яких зазнали об'єкти соціальної та житлової інфраструктури. При цьому є можливість переглянути наслідки російської агресії як по всій Україні, так і для кожної області окремо. Мапа поділена на три рівні, спочатку відображаються дані по регіонах, а при наближенні можна детальніше ознайомитись з інформацією по окремих районах та територіальних громадах. Також

---

<sup>1</sup> Аспірант НУ «Запорізька політехніка»

передбачена градація кольорів, від світлого до більш темного, для позначення зон, які постраждали найбільше.



Рисунок 1 – Структура

Модуль аналітики призначений для більш детальної оцінки пошкоджень. Він забезпечує виконання наступних операцій:

- відображення графічного звіту щодо вартості відновлення або кількості пошкоджених об'єктів за датою (день / тиждень / місяць);
- відображення графічного звіту щодо вартості відновлення або кількості пошкоджених об'єктів за категорією (житловий / нежитловий фонд);
- фільтрація інформації за періодом часу та регіоном.

Модуль обліку відомостей про пошкодження призначений для фіксації та відображення заяв щодо завданих збитків. Він забезпечує виконання наступних операцій:

- відображення списку заяв з можливістю сортування за типом пошкодження, вартістю відновлення і т.д.;
- внесення до бази нової заяви про пошкоджений об'єкт;
- редагування / видалення заяв;
- експорт даних у файл формату CSV.

Форма внесення записів дозволяє зберігати інформацію про завдані збитки. Є два варіанти внесення даних: обробити кожну заяву про пошкоджений об'єкт окремо, чи зберегти одразу декілька за допомогою імпорту даних з файлу.

До переваг розробленої системи можна віднести її універсальність. Порівняно з вже існуючими рішеннями, які надають щось одне, або відображення інформації на карті, або обробку заяв про пошкодження майна, дана система поєднає ці можливості в одному місці. Крім цього, в порівнянні з аналогами, система надає більше можливостей для аналізу даних, за рахунок поділу карти на 3 рівні та окремо розробленого модуля аналітики. Якщо цього виявиться недостатньо, передбачено можливість

експорту даних для більш детального вивчення (наприклад, за допомогою засобів Excel).

УДК 004.9

Боярінова Ю.С.<sup>1</sup>, Каліновський Я.О.<sup>2</sup>

## МЕТОД ПОБУДОВИ ПРЕДСТАВЛЕНЬ ЕКСПОНЕНТИ В ГІПЕРКОМПЛЕКСНИХ ЧИСЛОВИХ СИСТЕМАХ

Задача побудови представлень нелінійних функцій від гіперкомплексного змінного, особливо експоненціальної функції, зводиться до їх визначення з точки зору структури обчислень над гіперкомплексним аргументом та зображення їх у вигляді гіперкомплексної функції, яка має вигляд:

$$F(X) = \sum_{i=1}^n f_i(x_1, \dots, x_n) e_i, \quad (1)$$

де  $X = \sum_{i=1}^n x_i e_i$ ,  $e_i$  - базисні елементи гіперкомплексної числової системи (ГЧС)  $\Gamma$ , а  $f_i(x_1, \dots, x_n)$ ,  $i = 1, \dots, n$  - дійсні функції. Знання законів виконання алгебраїчних операцій в ГЧС дозволяє при визначенні функцій побудувати представлення їх у вигляді гіперкомплексної функції (ГКФ) (1). Оскільки побудувати представлення експоненти безпосередньо дуже важко, особливо у ГЧС великих вимірностей, запропоновано узагальнений метод [1-2], який можна застосувати, в принципі, для будь-якої скінченно-вимірної ГЧС. Він легко формалізується для побудови алгоритмів і програм в системах символьних обчислень.

Представленням експоненти в системі  $\Gamma(e, n)$  від змінної  $M \in \Gamma(e, n)$ , яке позначатимемо  $Exp(M)$ , є часткове рішення гіперкомплексного лінійного диференціального рівняння

$$\dot{X} = MX \quad (2)$$

при початковій умові  $Exp(0) = \varepsilon$ , де  $\varepsilon$  - одиничний елемент ГЧС. Для побудови рішення (2) його необхідно подати у векторно-матричній формі.

---

<sup>1</sup> кандидат технічних наук, Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського»;

<sup>2</sup> доктор технічних наук, Інститут проблем реєстрації інформації НАН України.

При цьому:  $\dot{X} = (\dot{x}_1, \dots, \dot{x}_n)^T$ , а стовпець  $\overline{MX}$ , отриманий з гіперкомплексного числа  $MX$ , можна представити у вигляді матричного добутку деякої матриці  $\Psi$  розміром  $n \times n$ , елементи якої є лінійні комбінації компонентів гіперкомплексного числа  $M$ , на стовпець  $\bar{X}$ :  $\overline{MX} = \Psi \bar{X}$ . Тоді рівняння (2) перетворюється в систему з  $n$  лінійних диференціальних рівнянь першого порядку від дійсних змінних, яка називається асоційованою системою лінійних диференціальних рівнянь:

$$\dot{\bar{X}} = \Psi \bar{X} . \quad (3)$$

Далі необхідно визначити характеристичні числа  $\lambda_1, \dots, \lambda_n$  матриці  $\Psi$ , тобто вирішити характеристичне рівняння  $\Psi - \lambda E = 0$ . Таким чином, характеристичні числа  $\lambda_1, \dots, \lambda_n$  будуть залежати від гіперкомплексного числа  $M$ . Загальні рішення  $\bar{X}(t, C_1, \dots, C_n, \overline{M})$  системи (3), залежать від  $n$  констант і компонентів гіперкомплексного числа  $M$ . Значення довільних постійних встановлюються за допомогою початкової умови. Компоненти столбця  $\bar{X}$  і будуть компонентами експоненти від числа  $M$ :

$$\text{Exp}(M) = \sum_{i=1}^n \bar{x}_i e_i \quad (4)$$

Метод побудови представлень експоненти від гіперкомплексної змінної за допомогою асоційованої системи лінійних диференціальних рівнянь досить легко формалізується для побудови алгоритмів та програм у системах символьних обчислень. У цьому процесі основною перешкодою є громіздкість гіперкомплексних виразів у символьній формі, особливо при високих вимірностях ГЧС. Щоб уникнути цих труднощів авторами розроблено програмний комплекс гіперкомплексних обчислень (ПКГО)[3].

**Висновки.** Метод асоційованої з ГЧС системи лінійних диференціальних рівнянь дозволяє будувати представлення експонент в системах високих вимірностей.

Програмний комплекс гіперкомплексних обчислень показав високу ефективність при оперуванні з громіздкими символьними виразами і розв'язуванні лінійних і нелінійних рівнянь з гіперкомплексними коефіцієнтами.

### Перелік посилань:

1. Калиновский Я.А. Building nonlinear functions in quaternion and other hypercomplex number systems for the solution of applied mechanics problem/ СиньковМ.В., КалиновскийЯ.А., РоечкоН.В. // Proc. of the First Int. Conf. On parallel processing and appl. Math. – Poland. – 1994. – P. 170–177.
2. Калиновский Я.А. Конечномерные гиперкомплексные числовые системы. Основы теории. Применения. / М.В. Синьков, Ю.Е. Бояринова, Я.А. Калиновский. – К.: Инфодрук, 2010. – 388 с.
3. Каліновський Я.О.

Програмний комплекс гіперкомплексних обчислень / Я.О. Каліновський., Ю.С. Боярінова// Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій, X Міжнародна науково-практична конференція, м. Запоріжжя, 2020, С.100-101.

УДК 004.22

Ведмедєв С.Р.<sup>1</sup>, Терещенко Е.В.<sup>2</sup>

## **СТВОРЕННЯ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ СОНЯШНИКА**

Соняшник є традиційною промисловою культурою України. Насьогодні актуальними проблемами є забезпечення якості соняшникової продукції, механізація процесів вирощування та створення нових сортів. Одним з напрямків у селекційній роботі є фенотипування рослини[1].

Створення портрету фенотипу рослини відбувається як в польових умовах, так й в лабораторіях. Ціллю дослідження є збір інформації про фізичні характеристики рослини в період її вегетативного розвитку. Традиційно, спостереження та фіксація результатів виконувалося людьми, що мало свої негативні наслідки, а саме суб'єктивність оцінки, невисоку точність, відсутність стандартизації, значні часові витрати при аналізі великих обсягів колекцій [2]. Автоматизація цього процесу дозволить проводити вимірювання характеристик рослин в певний період вегетації для аналізу змін під впливом контрольованих та неконтрольованих зовнішніх факторів. Отже, сучасний селекційний експеримент потребує поєднання методів комп'ютерного розпізнавання образів та технологій агрегації біометричних даних. Обробка отриманої інформації дозволяє будувати цифрову модель рослини у відповідності до поставленої селекційної задачі за визначеним набором параметрів.

Зусилля селекціонерів соняшнику направлені на створення крупноплідних сортів (для пакетування у якості снєків) та олійних (для виробництва лінолевої, олеїнової, підвищеного терміну зберігання – зі зміненим вмістом токоферолів). Це свідчить про необхідність створення набору цифрових моделей соняшнику. Всі моделі повинні враховувати ознаки високого та стабільного врожаю, стійкості до абіогічних та біогічних факторів. Інформацію про ці фактори можливо збирати напряму

---

<sup>1</sup> аспірант кафедри СА та ОМ НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> доцент кафедри СА та ОМ НУ «Запорізька політехніка»



шляхом випробування та розрахунків у дослідах, а також за допомогою опосередкованого збору інформації. Найбільш поширеними є технології аналізу фото-або відеоматеріалу, отриманого протягом періоду вегетації. Такі зображення можуть надати інформацію про нестачу мікроелементів, враженість хворобами та шкідниками, що можна визначати за зміною кольору, появою плям іншого кольору. Визначення розмірів окремих частин рослин та їх розташування дає змогу встановити технологічність зразків. Для кондитерського соняшнику важливо визначати розмір насіння, натуру, лушпинність, щільність лушпиння, обрушувальність, відсоток крупного насіння, форма, розміри, забарвлення насіння, вміст білку та олії. Сталих показників для будь якого напряму використання соняшнику не існує. Такі речі поки що не внесені до стандартів і можуть мати досить великий розмах.

Створення автоматизованої системи збору інформації з фенотипу рослин для реалізації селекційних програм соняшнику кондитерського використання потребує вирішення наступних завдань:

1. Створення підсистеми збору візуальних характерних ознак насінни:
  - створення колекції фотозображень насіння різних генотипів;
  - створення системи агрегування інформації щодо розмірів, забарвлень, форми насіння.
2. Створення підсистеми збору характеристик насіння за лабораторними та приладними аналізами:
  - створення системи агрегування інформації щодо результатів лабораторних аналізів;
  - створення системи оцінки сили луцення на відповідному обладнанні та автоматична фіксація результатів експерименту.
3. Створення підсистеми збору характеристик кошику рослини:
  - створення колекції фотозображень кошиків різних генотипів;
  - створення системи агрегування інформації щодо розмірів кошиків, кількості насінин, кількості виповнених насінин, куту нахилу кошику з фотозображень.
4. Створення системи агрегування та обробки інформації селекції кондитерського соняшнику.

Робота виконана в рамках договору про співробітництво між Інститутом олійних культур НААНУ та НУ «Запорізька політехніка», ДБО5021 «Розвиток методів дослідження складних соціально-економічних систем на основі інтелектуальних технологій» (2021-2024рр)

### **Перелік посилань**

1. Ведмедева К.В. Успадкування ознаки гілкування в колекції соняшнику

(*Helianthus annuus L.*)/ К.В. Ведмедєва// Фактори експериментальної еволюції організмів. - 2018. - Том 22. - С.22-27. DOI: <https://doi.org/10.7124/FEEO.v22.918>. 2. Волкова Н.Е. Феноміка: роботизований моніторинг розвитку рослин/ Н.Е. Волкова// Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 95-річчю сортовипробування в Україні (7 червня 2018 р., м. Київ). - Київ, 2018. - С. 22-24. <http://confer.uisr.sops.gov.ua/uisr2018/paper/viewFile/14635/7448>

УДК 004.42:004.94

Владимиров Я.Д.<sup>1</sup>, Хом'як Т.В.<sup>2</sup>

### **СХЕМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМИ ДОСТАВОК ТОВАРУ ІНТЕРНЕТ-МАРКЕТПЛЕЙСУ**

Внутрішні процеси будь-якої організації можуть представляти собою складні та заплутані системи, що взаємодіють одна з одною в рамках ще більшої, поверхневої системи. Найчастіше клієнти такої організації не підозрюють о процесах, що відбуваються при їх взаємодії з нею.

Але навіть якщо знання цих процесів не є необхідним для клієнта, це знання може бути критичним для співробітника цієї організації. Це знання може бути обмежено підсистемою, у рамках якої працює співробітник, а може охоплювати всю систему загалом.

На такий випадок полегшення розуміння цієї системи є критичним.

Одним із способів зробити систему більш зрозумілою є схематизація та декомпозиція – зображення системи у вигляді схем її підсистем та їх взаємодії однієї з іншою. Для побудови можна використати нотація ЕРС [1].

Як приклад, розглянемо підсистему доставки товару, купленого у інтернет-маркетплейсі. За уточнення візьмемо умову, що даний товар може бути як малим за розміром (можлива доставка більшістю поштових служб), так і великим (необхідна спеціалізована служба з перевезень, у даному випадку власний підрозділ з перевезень).

Так, схема, зображена на рисунку 1, відображає абстрагований процес купівлі товару від його вибору до його отримання.

Це простий лінійний процес, де кожний крок представляє собою підсистему із своїми підпроцесами. Розглянемо крок «Доставка товару» більш детально (рисунком 2).

---

<sup>1</sup> Магістр НТУ ДП

<sup>2</sup> к. ф. – м. н., доц. каф. САУ НТУ ДП

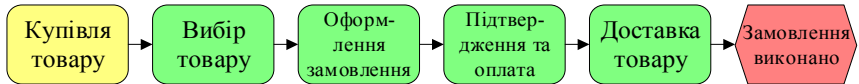


Рисунок 1 – Загальна модель процесу купівлі товару

Можна побачити, що дана модель також містить процеси, що можна деталізувати та зобразити у вигляді окремих підсистем. До таких процесів відносяться «Доставка власним відділенням», що описує процес доставки відділенням перевезень компанії, та «Повернення товару», що представляє собою інакший процес перевезення товару.

Треба зауважити, що процеси «Доставка <Назва служби>» є процесами взаємодії із окремими організаціями [2].

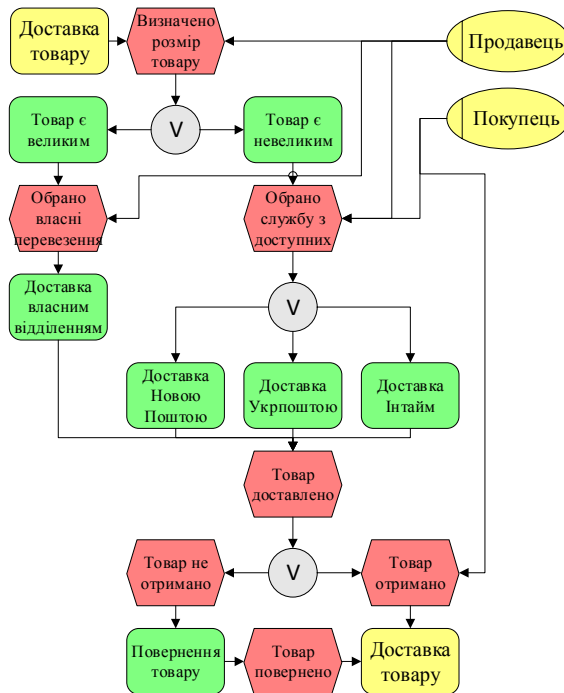


Рисунок 2 – Деталізація процесу «Доставка товару»

**Висновок:** після проведення схематизації та декомпозиції процесу доставки товару, було визначено не тільки системи інших організацій, з якими відбувається взаємодія, а й окремі процеси, що потребують подальшої деталізації.

## Перелік посилань:

1. Нотація EPC – КН-груп. Управління проектами (Інтернет-джерело): <https://kn-grup.com/publications/glossary/257-event-driven-process-chain>
2. Популярні способи доставки з Інтернет-магазинів (Інтернет-джерело): <https://neoseo.com.ua/uk/sposoby-dostavki-internet-magazina>

УДК 004.043

Герасимов В. В.<sup>1</sup>, Карпенко Н. В.<sup>2</sup>

### **ПРОБЛЕМА НЕВИЗНАЧЕНОЇ ПОВЕДІНКИ КОДУ НА МОВІ С ПРИ РОБОТІ ЗІ СТРУКТУРАМИ**

У закладах вищої освіти кафедри, що спеціалізуються на підготовці фахівців у галузі інформаційних технологій, пропонують студентам вивчати програмування починаючи з класичних мов, таких як С, С++, оскільки вони мають жорсткі конструкції, що дозволяє налаштувати мозок студентів «мислити як комп'ютер». Окрім цього, синтаксис мови С став основою для деяких ООП мов, що дозволить після вивчення мови С досить легко перейти до вивчення таких мов як С#, Java тощо. Однак студентів-новачки та ті, кому потрібно написати код на мові С, але до того вони досить довго програмували на об'єктно-орієнтованих мовах, стикаються з проблемою невизначеної поведінки коду. Дехто може спитати: навіщо писати про проблеми «застарілої» мови програмування, яку вже ніхто не використовує? Але статистика популярності мов програмування за даними TIOBE Software показує зовсім іншу картину [1], де ми бачимо, що саме С до сих пір займає лідируючі позиції.

Студенти, які тільки почали програмувати, фокусуються на тому, щоб написана програма працювала і перевіряють її на обмеженій кількості комплектів тестових даних. Це приводить до того, що вони можуть навіть і не помітити, коли в програмі є невизначеність поведінки.

На налагодження коду дуже впливає те, в якому середовищі відбувається розробка. Наприклад, IDE CLion від JetBrains не допускає до компілювання код, який має невизначену поведінку, в той час як

---

<sup>1</sup> Канд. техн наук, доцент кафедри електронних обчислювальних машин Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара

<sup>2</sup> Канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри електронних обчислювальних машин Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара

середовище Visual Studio лише попереджає про це і компілює код. Але на такі попередження студенти або не звертають увагу (код же працює, значить, все добре), або не розуміють про що саме їх попереджають і продовжують роботу з цим кодом. З іншого боку, досвідчені програмісти, які вже досить довго працювали з об'єктно-орієнтованими мовами, більш ретельно підходять до процесу тестування написаного коду і, зазвичай, звертають увагу на попередження під час компіляції.

Розглянемо проблему невизначеної поведінки коду на прикладі доступу до елементів структури на мові C. Маємо наступну структуру [2]:

```
typedef struct {
    int id;
    char firstName[FIELD];
    char lastName[FIELD];
    char number[FIELD];
} person;
person massiveStruct[N];
```

Для реалізації функціоналу пошуку за будь-яким полем можна загальну частину оформити у вигляді окремої функції, в якій певна частина структури буде порівнюватись із введеним текстом. В ООП мовах для отримання частини класу зазвичай використовують гетери. Спроба реалізувати щось подібне на мові C, наприклад, для пошуку за будь-якою частиною структури, матиме вигляд:

```
void searchByPartInfo(char*, char* (*func)(person person));
```

де `char* (*func)(person person)` – вказівник на псевдогетер, який повертає нам необхідну частину структури даних. При компіляції вихідного коду в середовищі Visual Studio 2019 видаються попередження warning C4172. Тестування коду показало, що пошук за іменем і прізвищем працює бездоганно, але пошук за номером в окремих випадках не працює.

Детальний аналіз показав, що в рядку з номером без змін залишаються тільки перші 8 цифр, інші змінюються випадковим чином. Отже, якщо область пошуку обмежена тільки першими 8 цифрами — результат успішний.

Були спробувані різні варіанти для визначення моментів, в яких поведінка коду стає невизначеною, а також різноманітні варіанти вирішення проблеми.

Остаточне вирішення проблеми полягає в тому, що при роботі на мові C передавати на обробку потрібно не частину структури, а всю структуру, навіть якщо обробка різних частин цієї структури однакова. І вже в самій функції виділяти необхідну частину, або реалізувати окремі функції для кожної такої частини. А в ООП мовах через вже згадані гетери

ми відразу можемо передати тільки конкретне поле екземпляру класу, завдяки чому код стає компактнішим.

### **Перелік посилань:**

1. TIOBE Index - TIO. URL: <https://www.tiobe.com/tiobe-index/> (дата звернення 06.11.2022). 2. Карпенко Н.В., Герасимов В.В. Сучасний підхід до програмування на мові С від нульового до просунутого рівня: навч. посіб. – Д.: Ліра, 2022. – 418 с.

УДК 004.42:004.58

Дмитрієва О.А.<sup>1</sup>, Гриценко О.С.<sup>2</sup>

## **РОЗРОБКА МОБІЛЬНИХ МІКРОСЕРВІСІВ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ПЕРСОНАЛЬНИХ ДАНИХ КОРИСТУВАЧІВ**

На теперішній час аутентифікації та збереження даних користувачів потребує величезна кількість мобільних та веб додатків, хмарних сховищ, програмних систем тощо. При цьому питання конфіденційності зберігання інформації займають перші сходинки актуальних сучасних завдань, що саме і визначається, наприклад, Загальним регламентом про захист даних [1], прийнятим Європейським Союзом.

Саме тому основні завдання роботи спрямовані на проектування та реалізацію програмного додатку, що забезпечує функціонування серверної частини на основі мікросервісної архітектури [2-3] для контролю персональних даних користувачів під час аутентифікації. Питання аутентифікації і авторизації особливо гостро виникають під час розробки розподілених систем, коли необхідно реалізувати гнучку, безпечну та ефективну архітектуру, яка цілком базується на мікросервісах. Архітектура мікросервісів надає багато переваг програмним додаткам, включаючи невеликі групи розробників, коротші цикли розробки, гнучкість вибору мови та покращену масштабованість сервісу.

В системі, що пропонується, для авторизації та збереження даних користувачів розроблено два основні мікросервіси: сервіс авторизації (auth microservice), що виконує всі необхідні дії для збереження основної інформації про користувачів і про всі авторизаційні процеси, та сервіс профілю (profile/user microservice) для збереження додаткової інформації

---

<sup>1</sup> докт. техн. наук, проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського» (м. Київ, Україна)

<sup>2</sup> бакалавр

про користувача.

Для сервісу авторизації створено базу клієнтів, яка має структуру, зображену на рис. 1, мікросервіс профілю (profile/user microservice) має 2 таблиці profiles (рис. 2) і bans. В якості серверної частини програмної розробки використовувалося середовище Node.js, в якості мови програмування було обрано TypeScript. Для зберігання токенів та інших даних, що підлягають кешуванню при роботі з сервісами, використовувалося сховище з відкритим вихідним кодом Redis, на яке було покладено виконання функцій бази даних, кеш-пам'яті, посередника повідомлень і підтримки механізму потокової передачі.

Для обміну інформацією між сервісами використовувався брокер повідомлень NATS. Для доступу до клієнтської частини запропоновано використання шлюз-системи API Gateway. Також передбачено, що кожен мікросервіс має власну базу даних, яка управляється PostgreSQL, що дозволило використовувати мову структурованих запитів SQL. Для генерування типів даних та їх обмежень використовувалась бібліотека TypeBox, що створює в пам'яті об'єкти JSON Schema, які статично можна вивести як типи TypeScript. Запуск всіх необхідних ключових додатків, взаємопов'язаних з мікросервісами, відбувався в Docker контейнері [4].

Методи розробки базувалися на використанні основних положень мікросервісної архітектури, дизайну сервісів, структур і баз даних, проектування програмного забезпечення.



Рис. 1. – Структура бази clients



Рис. 2. – Структура бази profiles

Перевірка працездатності розробленого програмного засобу проводилася, виходячи з основних принципів і вимог, що висуваються до модульного та інтеграційного тестування.

Таким чином розроблена серверна частина вирішує актуальну проблему збереження персональних даних користувачів з подальшою можливістю легкого розширення такої системи до більш масштабного проекту.

### Перелік посилань:

1. Загальний регламент про захист даних (GDPR)/ [Електроний ресурс]. – Режим доступу: – <https://gdpr-text.com/uk/>
2. Newman S. Building Microservices: Designing Fine-Grained Systems / S. Newman – O'Reilly Media, 2021. – 500 p.
3. Mitra R. Microservice Architecture: Aligning Principles, Practices, and Culture / R. Mitra, M. McLarty – O'Reilly Media, 2016. – 146 p.
4. Nickoloff J. Docker in Action, 2nd edition / J. Nickoloff, S. Kuenzli. – Manning, 2019. – 336 p.

УДК 004.85

Кирсанов О.О.<sup>1</sup>

## ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДУ МАШИННОГО НАВЧАННЯ LINEAR LEARNER

Цей документ ілюструє розглянутий метод машинного навчання за допомогою алгоритму Linear Learner від Amazon SageMaker.

Машинне навчання – один з методів функціонування штучного інтелекту, а саме – практичної реалізації його можливостей шляхом створення алгоритмів для виявлення закономірностей під час аналізу великих даних, та їх подальше використання для самонавчання [1].

Метою даної роботи є дослідження можливостей алгоритму лінійного навчання для моделі клінічної сумісності даних та пристроїв Інтернету речей.

Використаний метод – це лінійний двійковий класифікатор. Лінійні моделі – це контрольовані алгоритми навчання, які використовуються для розв'язання задач класифікації чи регресії. У якості вхідних даних модель отримує позначені приклади  $(x, y)$ .  $X$  є багатовимірним вектором і  $y$  є числовою міткою. Оскільки використовується двійкова класифікація, алгоритм очікує, що мітка матиме значення 0 або 1. Алгоритм вивчає лінійну функцію або лінійну порогову функцію для класифікації, відображаючи вектор  $x$  на наближення мітки. [2].

Набір даних для дослідження складається із зображень рукописних цифр від нуля до дев'яти. Використано окремі значення пікселів із кожного зображення у градаціях сірого розміром 28 x 28, щоб передбачити мітку «так» чи «ні», чи є ця цифра 0 чи іншою цифрою (1, 2, 3, ... 9).

На початку зчитується набір даних з існуючого репозиторію в

---

<sup>1</sup> Аспірант ХНУРЕ



пам'ять для попередньої обробки перед навчанням. Щойно набір даних імпортовано, це типова частина процесу машинного навчання перевірити дані, зрозуміти розподіл і визначити, які типи попередньої обробки можуть знадобитися.

Коли дані попередньо оброблені та доступні у правильному форматі для навчання, наступним кроком це навчання моделі за допомогою даних.

Базовий оцінювач запускається з наступними гіперпараметрами:

- `feature_dim` встановлено значення 784, тобто кількість пікселів у кожному зображенні розміром 28 x 28.

- `predictor_type` має значення "binary\_classifier", оскільки ми намагаємося передбачити, чи є зображення 0 чи ні.

- `mini_batch_size` встановлено значення 200.

Оскільки алгоритми мають особливі вхідні та вихідні вимоги, перетворення набору даних також є частиною процесу, який проходить спеціаліст із обробки даних перед початком навчання. У цьому конкретному випадку реалізація Linear Learner у Amazon SageMaker використовує protobuf, загорнутий у запис вводу-виводу, де дані, які ми маємо сьогодні, є масивом пінтру на диску.

У нашому випадку використовується Amazon SageMaker Python SDK, щоб розпочати навчання та відстежувати стан, доки воно не завершиться.

Після завершення навчання моделі, можна розгорнути її за кінцевою точкою реального часу Amazon SageMaker. Це дозволить робити прогнози (або висновки) з динамічної моделі.

В результаті для одного запису наша кінцева точка повернула деякий JSON, який містить predictions, включно з score і predicted\_label. У цьому випадку score це буде безперервне значення між [0, 1], що представляє ймовірність того, що, на нашу думку, цифра дорівнює 0 чи ні. Predicted\_label прийме значення або 0 або 1 де 1 означає, що ми прогнозуємо зображення як 0, тоді як 0 означає, що ми передбачаємо, що зображення не має 0.

В результаті огляду матриці плутанини було правильно прогнозовано 931 зображення 0, тоді як прогнозується 44 зображення як 0, які такими не є, і пропускається прогнозування 49 зображень 0.

Алгоритм Linear Learner від Amazon SageMaker поширюється на типові лінійні моделі, навчаючи багато моделей паралельно ефективним з точки зору обчислень способом. Кожна модель має інший набір гіперпараметрів, а потім алгоритм знаходить набір, який оптимізує певний критерій. Це може забезпечити значно точніші моделі, ніж типові лінійні алгоритми за такої ж або нижчої вартості.

### Перелік посилань:

1. А. Присяжнюк, "Як працює machine learning та його застосування на практиці," 2019. [Online]. Available: <https://nachasi.com/tech/2019/01/31/yak-pratsyuuye-machine-learning/>. [Accessed 15 10 2022].
2. T. Mitchell, Machine Learning, vol. p. 2., McGraw Hill., 1997.

УДК 004.89

Корнієнко С.К.<sup>1</sup>, Степаненко О.О.<sup>1</sup>,  
Федорченко Є.М.<sup>2</sup>, Міхайлова М.С.<sup>3</sup>, Кодочигов А.М.<sup>4</sup>

### **ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ МОБІЛЬНОГО ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ОСОБИСТИМИ ДОХОДАМИ ТА ВИТРАТАМИ**

Кожна людина щодня робить великі або дрібні покупки в магазині, в Інтернеті. На даний момент є безліч місць, де можна витратити свої гроші. Особливо в тих місцях, де була прикладена рука маркетолога, який знає, на що саме звертає увагу їх потенційний покупець, тим самим підвищуючи ймовірність покупки.

Для деяких людей вести контроль над своїми покупками є дійсно проблемою. У наше століття, щоб зробити покупки, досить пару кліків або прикласти до зчитувального апарату карту – і ти вже став власником певної речі.

Кожна людина в своєму житті стикається з щоденними фінансовими питаннями. Полегшити рутинне заняття з ведення обліку персональних грошових потоків покликані сучасні зручні та практичні застосунки обліку доходів і витрат.

Регулярне ведення обліку фінансів – те, що хочуть багато, але виходить лише у деяких. Причини – записи в різних місцях (сьогодні в зошиті, завтра в Ексель, післязавтра в телефоні) або відсутність такої звички в принципі.

Для вирішення цієї проблеми пропонується створення мобільного застосунку, реалізованого за допомогою типізованої об'єктно-орієнтованої мови програмування Java.

---

<sup>1</sup> к.т.н., доцент НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> ст. викладач НУ «Запорізька політехніка»

<sup>3</sup> студентка гр. КНТ-110 НУ «Запорізька політехніка»

<sup>4</sup> студент гр. КНТ-219м НУ «Запорізька політехніка»

За допомогою MPAndroidChart бібліотеки були побудовані кругові діаграми в додатку. Ця бібліотека для побудови діаграм і графіків з відкритим вихідним кодом для операційної системи Android [1]. Графіки цієї бібліотеки дуже інтерактивні і легкі для створення.

Для побудови кругових діаграм у застосунку була використана бібліотека з відкритим вихідним кодом MPAndroidChart для операційної системи Android [1]. Графіки, створені за допомогою цієї бібліотеки, характеризуються високим ступенем інтерактивності.

Android Studio – це інтегроване середовище розробки для створення мобільних застосунків, створена компанією Google в 2013 році [2].

Головною перевагою Android Studio вважається вбудований набір засобів розробки, котрий дозволяє створювати додатки для певного пакету програм, використовуючи компоненти, яких немає в інших версіях застосунка – SDK [3].

Для створення застосунку в першу чергу була спроектована діаграма класів з метою опису структури проекту, де класи по своїй суті є вікнами застосунку, в яких будуть реалізовуватися описані функції.

Для застосунку створено базу даних «Purse.db», яка складається з чотирьох таблиць: Income, Income\_category, Outcome та Outcome\_category.

Використання застосунку дозволить підвищити достовірність обліку, прискорити процес управління особистими доходами та витратами та знизити частину помилок, які трапляються під час цих процесів.

Таким чином, в ході проведеної роботи було розроблено мобільний застосунок під Android для управління особистими доходами і витратами, який повністю відповідає поставленому завданню.

### **Перелік посилань:**

1. Бібліотека MPAndroidChart [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://github.com/PhilJay/MPAndroidChart/>
2. Среда разработки Android Studio [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://developer.android.com/?hl=RU/>
3. Software Development Kit [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://habr.com/ru/post/430940/>.

## **ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАСТОСУНКУ РОЗПІЗНАВАННЯ ОСІБ НА ЗОБРАЖЕННЯХ**

З кожним роком прискорюється розвиток нейромереж і збільшується їхній вплив на суспільство, зокрема за рахунок впровадження систем розпізнавання образів.

Нейромережа (НМ) – це математична модель у вигляді програмного та апаратного втілення, що будується на принципах функціонування біологічних нейромереж [1]-[2]. НМ здатні до навчання, завдяки чому їх можна оптимізувати та максимально збільшувати функціональність.

Нові види архітектури нейронних мереж виникають постійно, і в них стає складно орієнтуватись. Хоча всі вони представлені як унікальні, більшість з них мають забагато однакових ознак або є відгалуженням інших існуючих мереж.

До широкої аудиторії доходять лише гучні випадки застосування нейромереж. Насправді, нейромережі щодня виконують більш важливі завдання. Наприклад, алгоритм Brain на основі нейромереж щодня працює над системою рекомендацій YouTube. Крім того, існують і безліч інших призначень для нейромереж. Розпізнавання осіб на допомогу поліції, створення більш спрощених інструментів для полегшення різних видів діяльності, автоматизація різних трудових процесів.

Один із способів розпізнати образ – знайти контур об'єкта та дослідити його властивості. За цим принципом працює метод Віола-Джонса з використанням ознак Хаара. Ознаки – це набір геометричних фігур із чорно-білим візерунком, їх ще називають маски. Вони допомагають знайти межі будь-якої форми, наприклад, обриси обличчя, лінії брів, носа або рота [3]-[5].

В розробленому застосунку було модернізовано метод обробки зображення, шляхом застосування переробленого методу Віола-Джонса за допомогою ознак Хаара.

В результаті створено програмний десктопний застосунок, який

---

<sup>1</sup> к.т.н., доцент НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> ст. викладач НУ «Запорізька політехніка»

<sup>3</sup> студентка гр. КНТ-110 НУ «Запорізька політехніка»

<sup>4</sup> студент гр. КНТ-220м НУ «Запорізька політехніка»

оброблює отримане зображення або відеопотік та визначає кількість осіб на ній за допомогою візуального відображення рамкою.

### Перелік посилань:

1. О будущем человечества [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <https://integral-russia.ru/2018/07/16/razvitiy-tehnologiy-i-tom-kak-eto-mozhet-povliyat-na-razvitiye-cheloveka/>. 2. Как работает нейронная сеть [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/osnovy-nejronnyh-setej-algoritmy-obuchenie-funkcii-aktivacii-i-poteri/>. 3. Метод Виолы-Джонса [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4\\_%D0%92%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D1%8B\\_%E2%80%94%D0%94%D0%B6%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%B0](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4_%D0%92%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D1%8B_%E2%80%94%D0%94%D0%B6%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%B0). 4. Признаки Хаара [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%BA%D0%B8\\_%D0%A5%D0%B0%D0%B0%D1%80%D0%B0](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%BA%D0%B8_%D0%A5%D0%B0%D0%B0%D1%80%D0%B0). 5. Viola Jones Algorithm and Haar Cascade Classifier [Electronic resource]. – Access mode: <https://towardsdatascience.com/viola-jones-algorithm-and-haar-cascade-classifier-ee3bfb19f7d8>.

УДК 004.89

Корнієнко С.К.<sup>1</sup>, Степаненко О.О.<sup>1</sup>, Федорченко Є.М.<sup>2</sup>, Михайлова М.С.<sup>3</sup>

## ЗАСТОСУНОК ДЛЯ СПІВВЛАСНИКІВ БАГАТОКВАРТИРНОГО БУДИНКУ

У сучасному світі існує тенденція переходу всіх сфер господарювання у цифрову площину. Не минуло це й сферу житлово-комунального господарства (ЖКГ). Ми можемо бачити зараз, що у більшості надавачів комунальних послуг, управляючих компаній, є власні сайти з особистими кабінетами для користувачів.

На сьогодні об'єднання співвласників багатоквартирного будинку (ОСББ) – це сучасний та дуже гнучкий спосіб господарювання. До того ж він максимально відповідає державній політиці децентралізації [1]-[2]. З метою покращення обліку роботи ОСББ було розроблено онлайн-сервісний застосунок для співвласників багатоквартирного будинку, який усуває більшість недоліків вже існуючих готових програмних продуктів.

---

<sup>1</sup> к.т.н., доцент НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> ст. викладач НУ «Запорізька політехніка»

<sup>3</sup> студентка гр. КНТ-110 НУ «Запорізька політехніка»

Розроблений застосунок простий та адаптований до використання на портативних пристроях.

Основними компонентами застосунку є:

- особистий кабінет;
- розділ для голосування та пропозицій, оголошень, повідомлень чи звітів голови, керуючого, бухгалтера та іншої можливої адміністрації.

Застосунок побудований за архітектурою REST, що говорить про те, що взаємодія між клієнтською та серверною частинами відбувається по протоколу HTTP. Як клієнтська, так і серверна частини були розроблені на мові програмування JavaScript.

Для реалізації клієнтської частини застосунку було використано фреймворк Vue.js. Це сучасний фреймворк, розроблений для створення інтерфейсів користувача. Серверна частина була реалізована за допомогою фреймворка Express для застосунків Node.js.

Для надання та відслідковування доступу в застосунку використано принцип автентифікації користувачів на основі двох так званих «токенів».

Після вдалого проходження процесу реєстрації та/або авторизації користувач отримує доступ до особистого кабінету, де має наступні можливості:

- перегляд активних оголошень від адміністрації;
- перегляд статистики споживань енергоресурсів;
- додавання даних для формування статистики;
- створення та перегляд активних голосувань.

Актуальність розробки обумовлена сучасними тенденціями до цифровізації всіх форм господарювання, ускладненість комунікації між співвласниками та адміністрацією в умовах карантинних чи інших обмежень та вимогам прозорості обігу спільних коштів. Вищезазначені проблеми вирішені за допомогою створення інструментів дистанційного комунікування, голосувань, різного роду обліків даних тощо.

### **Перелік посилань:**

1. Закон України «Про об'єднання співвласників багатоквартирного будинку» № 2866-III, від 29.11.01 р. (зі змінами і доповненнями): [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/2866-14>
2. Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів щодо підвищення якості управління багатоквартирними будинками та вдосконалення діяльності об'єднань співвласників багатоквартирного будинку» № 2606, від 16.12.2019 р.: [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/JI00959A.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/JI00959A.html)
3. Гаврилов С.А. Система «Экотел» – всевидящий глаз комплексной автоматизированной системы ЖКХ / С.А. Гаврилов, Е.К. Жданович // Жилищное и коммунальное хозяйство. – 2008. – Вып. 10. – С. 27–31.

## **ВИКОРИСТАННЯ ФРЕЙМВОРКІВ ДЛЯ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОШУКУ МІСТ ДЛЯ ВІДДАЛЕНОЇ РОБОТИ**

Можна виділити велику кількість факторів [1], до яких можна віднести характер сучасної економіки загалом, пандемію коронавірусу та війну в Україні, що призводять до розвитку віддаленої роботи. Але всі ці фактори та пошук віддаленої роботи як такої загалом є тільки однією стороною проблеми. Ще однією стороною є знаходження міста для віддаленої роботи. Це може відбуватися тоді, коли працівник змушений переїхати і продовжує працювати віддалено в іншому місті. Також пошук міста пов'язаний з тим, що людина у випадку віддаленої роботи не обмежена і може перемішуватися по світу за власним бажанням і потребами. Для задоволення окресленої потреби потрібно розробити програмне забезпечення пошуку міст для віддаленої роботи. Це дозволить підвищити рівень інформованості працівників перед переїздом в нове місто для віддаленої роботи.

Під час проєктування програмного забезпечення спочатку було обрано мову програмування С# для реалізації програмної системи та вебфреймворк ASP.NET Core [2], який порівняно з аналогами, здатними організувати таку програмну систему, виділявся зокрема здатністю організувати багатопотокову роботу, що призводить до оптимізації роботи сервера, і є важливим для застосунків, в яких потенційно може виявлятися велике навантаження на сервер. Було визначено функціональні вимоги до програмної системи. Множина цих вимог разом з необхідністю роботи великої кількості користувачів з програмою, а також наявністю різних сутностей, якими виражаються дані, визначили необхідність організації роботи з даними через створення бази даних на основі використання системи керування базами даних Microsoft SQL Server [3].

Структуру програмної системи, логіка роботи з якою відповідає вебзастосунку, було запроектовано на основі використання логіки, яка відповідає вебфреймворку ASP.NET Core. Структура бази даних була визначена на основі створення коду моделей, які за допомогою фреймворку Entity Framework Core були перетворені початково на відповідні таблиці

---

<sup>1</sup>к.т.н., доц. каф. програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup>ст. гр. КНТ-142м НУ «Запорізька політехніка»

бази даних. Для доступу до цих даних були визначені інтерфейси. Інтерфейси реалізовані безпосередньо у сервісах. Сервіси необхідні безпосередньо для забезпечення доступу до даних бази даних напрямку. Сервіси згруповані аналогічно моделям, проте додатково до цього передбачено сервіс DynamicService, який необхідний для групування даних, пов'язаних з реалізацією функцій застосунку, де дані розглядаються в динаміці, тобто в часовому розрізі.

Безпосередньо робота користувача з вебзастосунком реалізована через представлення вебзастосунку. Представлення відповідають вебсторінкам, які забезпечують кожну з функціональних вимог. Взаємодія між представленнями і даними реалізується через контролери. Контролери реалізовані для кожної вебсторінки, визначаючи формування даних з сервісів вебзастосунку для відображення на відповідній вебсторінці.

За результатами тестування програмної системи було підтверджено виконання функціональних вимог до програми та реалізацію всіх завдань у відповідності з метою роботи.

Розроблена у підсумку як вебзастосунок, програмна система дозволяє людям, які бажають віддалено працювати з інших міст, подорожуючи або переміщуючись з рідного міста, знайти місто для проживання і віддаленої роботи, що відповідає їхнім вимогам до умов роботи і проживання на основі досвіду інших працівників, які вже працювали віддалено з цього міста раніше. Для цього програма дозволяє оцінювати кожне проживання, таким чином створюючи рейтинги міст і дозволяючи виконувати пошук на основі потрібних користувачу значень параметрів пошуку.

Використання вебфреймворків для розробки дозволило універсалізувати доступ до різних складових програмної системи та скоротити час розробки в підсумку.

### **Перелік посилань:**

1. Peek, S. Communication Technology and Inclusion Will Shape the Future of Remote Work [Electronic resource] / S. Peek. – Access mode : <https://www.businessnewsdaily.com/8156-future-of-remote-work.html>.
2. Murach, J. Murach's ASP.NET Core MVC [Text] / J. Murach. – California: Mike Murach & Associates, 2020. – 780 p.
3. Petkovic, D. Microsoft SQL Server 2019 [Text] : A Beginner's Guide, Seventh Edition / D. Petkovic. – New York: McGraw Hill, 2020. – 864 p.



## ВИКОРИСТАННЯ ДЕРЕВ РІШЕНЬ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ЗАМОВЛЕННЯМИ

Для сучасних служб доставки їжі критичним показником щодо задоволеності клієнтів роботою служби є показник часу доставки, значення якого повинно не перевищувати в підсумку 30 хвилин [1]. Тому на практиці важливим стає визначення фактичного інтервалу часу доставки замовлення одразу під час роботи з ним, тобто фактично класифікація такого замовлення. Якщо замовлення буде доставлено за час до 30 хвилин включно, то воно вважається успішним. Якщо час перевищує 30 хвилин, то замовлення належить до класу неуспішних.

Даний розподіл є важливим, адже якщо на початковому етапі буде визначено, що замовлення не вдасться доставити вчасно, то у менеджера залишається можливість відреагувати на це і все-таки виконати доставку вчасно, використовуючи додаткові ресурси або більш ефективно використовуючи наявні ресурси для реалізації доставки порівняно з першим прийнятим рішенням. Характеристики замовлення, на які може вплинути менеджер, розглядаються як керуючий вплив. Тобто за кожною такою характеристикою менеджер повинен визначити конкретний керуючий вплив. До таких керуючих впливів зокрема належить вибір конкретного кур'єра з транспортним засобом у певному стані. Усі інші характеристики замовлення (розташування ресторану, адреса доставки, рівень трафіку на шляху тощо) називаються параметрами замовлення.

Задача керування замовленнями доставки їжі полягає у визначенні таких значень керуючого впливу, які разом зі значеннями параметрів замовлення призводять до отримання потрібного класу тривалості доставки замовлення (успішної доставки). При цьому необхідно встановити відповідну функціональну залежність між класом тривалості доставки замовлення та параметрами замовлення і керуючим впливом, яка б дозволила визначати клас тривалості доставки для відповідного замовлення. При цьому значення цієї функціональної залежності відомі для тренувальної вибірки даних.

Враховуючи, що основна задача у складі задачі керування доставкою їжі полягає в класифікації, то було виділено наступні дерева рішень, які

---

<sup>1</sup>к.т.н., доц. каф. програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup>ст. гр. КНТ-211м НУ «Запорізька політехніка»

дозволяють вирішити дану задачу:

- Iterative Dichotomiser 3 (ID3);
- Classification And Regression Tree (CART);
- Feature Selection CART (FSCART) [2]-[3].

Виконуючи порівняння даних алгоритмів, було з'ясовано, що всі вони дозволяють вирішити задачу класифікації даних, проте ID3 не дозволяє працювати з набором ознак, а у випадку даної задачі клас тривалості доставки залежить не тільки від однієї ознаки, до того ж не можна бути точно одразу впевненим у тому, яка потенційна ознака, який саме вплив має, а тому наявність можливості вибору ознак з множини у FSCART [3] є позитивною додатковою характеристикою, що визначає подальший вибір саме даного алгоритму роботи з деревами рішень для реалізації методу керування замовленнями доставки їжі.

На основі використання алгоритму побудови дерев рішень FSCART було створено метод керування замовленнями доставки їжі. Даний метод визначає наукову новизну роботи. Метод характеризується виконанням класифікації замовлень за тривалістю доставки за допомогою побудови дерева рішення на основі алгоритму FSCART, що дозволяє обирати такий керуючий вплив на реалізацію доставки замовлення, щоб воно з більшою вірогідністю завершувалося успішно. Для кожного нового замовлення розглядаються всі варіанти керуючих впливів і за допомогою побудованого дерева рішення встановлюються ті варіанти впливу, які призводять до класифікації замовлення як успішно доставленого. Отримані значення повертаються в результаті роботи методу і розглядаються менеджером для ухвалення остаточного рішення.

### **Перелік посилань:**

1. Ordering in [Electronic resource] : The rapid evolution of food delivery / K. Ahuja, V. Chandra, V. Lord, C. Peens. – Access mode : <https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/ordering-in-the-rapid-evolution-of-food-delivery>. 2. Brownlee, J. Classification And Regression Trees for Machine Learning [Electronic resource] / J. Brownlee. – Access mode : <https://machinelearningmastery.com/classification-and-regression-trees-for-machine-learning/>. 3. Yildiz O. T. Comparing Univariate and Multivariate Decision Trees [Electronic resource] / Olcay Taner Yildiz, Ethem Alpaydin. – Access mode: [https://web.njit.edu/~usman/courses/cs675\\_fall15/Comparing\\_Univariate\\_and\\_Multivariate\\_De.pdf](https://web.njit.edu/~usman/courses/cs675_fall15/Comparing_Univariate_and_Multivariate_De.pdf).

## **РОЗРОБКА ПРИКЛАДНОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМИ БРОНЮВАННЯ ПАРКУВАЛЬНИХ МІСЦЬ**

Сучасні міста у всьому світі мають великі проблеми з паркуванням автомобілів, що пов'язані з одного боку з надто великою кількістю паркувальних місць з боку використання простору самого міста та з іншого боку, з боку власників автомобілів, з нестачею паркувальних місць для зручного паркування в будь-якій точці міста в будь-який момент [1]. У сучасному місті слід констатувати, що достатньої кількості паркувальних місць не буває і бути не може. Але актуальна проблема паркувань у сучасних містах має вираження в результаті в необхідності пошуку потрібних паркувальних місць у місті. Оскільки в різних містах таких місць може не вистачати, то може виникати проблема не тільки в отриманні інформації про доступні паркувальні майданчики, але й бронюванні цих місць. Зважаючи на це, в роботі потрібно розробити програму, яка буде розв'язувати прикладну проблему бронювання паркувальних місць.

Програмне забезпечення бронювання паркувальних місць має бути побудовано для реалізації спільних можливостей пошуку і бронювання паркувальних місць. Одним з варіантів паркування, який в сучасному місті дозволяє вирішити проблему нестачі місць на певних ділянках міста, є використання пропозицій власників приватних будинків або окремих ділянок для паркування у них. Фактично це можуть бути індивідуальні паркувальні місця. За наявності таких місць або за тимчасової наявності (коли власник, наприклад, знаходиться в іншому місці або місті) власник може запропонувати власні паркувальні місця для паркування, а програмне забезпечення дозволить контролювати цей процес у такому випадку.

Зважаючи на актуальний стан, в результаті програма розроблялась як направлена на пошук безкоштовних місць паркування у місті, на пошук платних місць, на виставлення власниками паркувальних місць на власних територіях і бронювання цих місць. У випадку інтеграції з іншими системами або наявності охоронців програмне забезпечення може використовуватися також для бронювання паркувальних місць на умовно великих паркувальних майданчиках.

Результатом роботи є розроблена програма, побудована на основі

---

<sup>1</sup>к.т.н., доц. каф. програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> ст. гр. КНТ-142м НУ «Запорізька політехніка»

використання багатошарової архітектури [2]-[3], що сприяє її подальшій підтримці з можливістю інтеграції пристроїв відслідковування автомобілів на паркувальних місцях, що потенційно додатково розширить застосування програми. Обрано трирівневу архітектуру для побудови програми, що складається з наступних шарів: шару доступу до даних, шару бізнес-логіки, презентаційного шару.

Реалізацію програми виконано за допомогою мови програмування C#, фреймворків ASP.NET Core і Entity Framework Core, системи керування базами даних Microsoft SQL Server. Виділення функцій програми дозволило виконати моделювання сценаріїв роботи, на основі цього забезпечити проєктування бази даних і виконати реалізацію програми.

Розроблений вебзастосунок дозволяє виконувати пошук потрібного паркувального місця, бронювання паркувального місця, внесення паркувальних місць багатомісних і індивідуальних паркувальних майданчиків, відтворення доступних на заданий момент паркувальних місць у місті або за паркувальним майданчиком, управління бронюваннями за паркувальним майданчиком, рецензування паркувального майданчика за реалізованим бронюванням.

Основною концептуальною особливістю прикладної програми є те, що вона на основі логіки створення власниками на своїй площі паркувальних місць дозволяє надавати до них доступ водіям, яким вони можуть бути потрібними, реалізуючи механізми виставлення таких місць для бронювання і їх бронювання.

### **Перелік посилань:**

1. Sisson, P. Cities' parking problem won't be solved with more parking – City Monitor [Electronic resource] / P. Sisson. – Access mode: <https://citymonitor.ai/transport/cities-have-a-parking-problem-more-parking-is-not-the-solution>. 2. N-tier architecture style [Electronic resource]. – Access mode: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/architecture/guide/architecture-styles/n-tier>. 3. Mittal, A. Understanding Multilayered Architecture in .NET [Electronic resource] / A. Mittal. – Access mode: <https://www.c-sharpcorner.com/UploadFile/1492b1/understanding-multilayered-architecture-in-net/>.

## РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ ПРИНЦИПІВ ГРУПОВОЇ ДИНАМІКИ

Процеси і принципи групової динаміки є частиною життя будь-якої людини, включаючи як робочі процеси, так і процеси, пов'язані з дозвіллям людей. Проте використання інформаційних технологій дозволяє отримати нові результати на основі синергії групової динаміки і інформаційних технологій.

Командні види спорту, а також індивідуальні, що потребують участі декількох партнерів, як наприклад, теніс, потребують не тільки власної участі, але і партнерів [1]. Сучасний стиль життя, складні графіки роботи людей особливо у великих містах призводять до того, що може виникати бажання зайнятися спортом, але на потрібний часовий проміжок або у потрібному місці партнерів немає. Тоді як раз і потрібно знайти людину або людей, які можливо тимчасово, а можливо в майбутньому і постійно будуть виконувати роль партнерів. Тому в роботі вирішувалась актуальна проблема, що в меті роботи була визначена як розробка програмного забезпечення пошуку партнерів для спільних занять видами спорту, що потребують декількох учасників, у випадку відсутності партнерів.

Для реалізації програми було обрано мову програмування C#, вебфреймворк ASP.NET Core [2], систему керування реляційними базами даних Microsoft SQL Server, утиліту для адміністрування SQL Server Management Studio, фреймворк для роботи з даними EF Core, а також використано інтегроване середовище розробки Visual Studio, мови HTML і CSS, бібліотеку Bootstrap.

Структура програми була визначена з використанням шаблону проєктування Model-View-Controller [3]. До основних складових програми в результаті входять моделі для визначення структури даних, сервіси для взаємодії з цими моделями і надання засобів базового вибирання і внесення даних в базу даних, контролери для наповнення даними, отриманими через сервіси, представлення у формі, готовій для відображення користувачу.

Однією з основних сутностей предметної області і відповідно пунктом меню програми є «Пропозиції», адже саме робота з пропозиціями є базовою необхідністю. Відповідний пункт меню програми містить два

---

<sup>1</sup>к.т.н., доц. каф. програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup>ст. гр. КНТ-122м НУ «Запорізька політехніка»

підпункти, які дозволяють або переглянути перелік всіх своїх власних пропозицій, або перейти до пошуку пропозицій. Пошук пропозицій організований на окремій сторінці, яка зверху містить форму для визначення параметрів пошуку, що включають дату майбутнього заняття, час, у який найраніше хоче почати користувач займатися, найпізніший час заняття, мінімальну і максимальну тривалості заняття, вид спорту, місто і район, де буде відбуватися заняття, мінімальну і максимальну оцінку на основі відгуків про організатора заняття, мінімальну та максимальну кількість учасників. Кнопка «Взяти участь» дозволяє перейти одразу до створення зворотної пропозиції. Після цього автор початкової пропозиції має підтвердити зворотну пропозицію, щоб користувач міг взяти участь в зустрічі. За результатами зустрічей можна надавати інформацію про те, як вони пройшли, додавати фотографії, що в підсумку сприяє залученню за потреби нових учасників, швидкому знаходженню заміन у випадку, якщо один з учасників не може взяти участь в зустрічі, таким чином реалізуючи процеси групової динаміки.

Тестування програми реалізовувалось спочатку під час реалізації програми і дозволяло одразу виявляти основні проблеми і змінювати відповідним чином код. Для цього використовувався набір модульних тестів. Після завершення реалізації був створений чеклист з переліком функцій програми і було перевірено коректність їх виконання. Перевірка була успішною.

Програма в підсумку дозволяє підтримувати спільноти людей, що займаються спортом, але можуть стикатися з відсутністю партнерів для занять у певний період. За допомогою програми організовується підтримки в тому числі великих груп, коли знайти потрібних учасників у стислі терміни інакше стає надто складно.

### **Перелік посилань:**

1. Dominic, A. Only 23 Percent of Americans Meet National Exercise Guidelines [Electronic resource] / A. Dominic. – Access mode: <https://www.clubindustry.com/fitness-studies/only-23-percent-americans-meet-national-exercise-guidelines>.
2. Lock, A. ASP.NET Core in Action, Second Edition [Text] / A. Lock. – Manning, 2021. – 832 p.
3. Murach, J. Murach's ASP.NET Core MVC [Text] / J. Murach. – Mike Murach & Associates, 2020. – 780 p.

## **АНАЛІЗ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДСЬКИХ ЗАПАСІВ ТА ВИБІР ПОСТАЧАЛЬНИКА ПІДПРИЄМСТВА ТОВ "АКВАФРОСТ" В СУЧАСНИХ РИНКОВИХ УМОВАХ**

Підприємство є основним ланцюгом економіки кожної країни. Саме на підприємствах зосереджені кваліфіковані кадри, сучасна техніка, впроваджуються сучасні технології, менеджмент, маркетинг і т. д.

Будь-яка комерційна організація, що має у своєму портфелі продукти, представлені на ринку кількома найменувань, потребує постійного контролю та аналізу. Вивчення поточних параметрів товару та структури ринку дозволяє виявляти найбільш прибуткові позиції, а також вчасно ідентифікувати збиткові напрямки, які потребують ліквідації.

У сьогоdnішньому жорсткому конкурентному середовищі, що характеризується низькою рентабельністю, високими споживчими очікуваннями щодо якісних продуктів і короткими термінами виконання замовлень, компанії змушені використовувати будь-яку можливість для оптимізації своїх бізнес-процесів. Щоб досягти цієї мети, вчені та практики дійшли одного і того ж висновку: щоб компанія залишалася конкурентоспроможною, вона повинна працювати зі своїми партнерами по ланцюжку поставок, щоб поліпшити загальну продуктивність ланцюжка. Таким чином, будучи основним процесом у висхідному ланцюжку і зачіпаючи всі сфери діяльності організації, закупівельна функція набуває все більшого значення. На сьогодні ми живемо у часі швидких змін на ринку, короткого циклу обігу продукції і послуг, мінливості споживчого попиту велике значення має правильність прийняття управлінського рішення. Важлива фундаментальність бази для прийняття стратегічних рішень і контроль над їх виконанням.

Практична цінність роботи полягає в можливості підвищення прибутку за рахунок вибору більш доцільного постачальника для підприємства за рахунок коректної оцінки кожного з них.

Під час проведення досліджень у дипломній роботі було розглянуто продукцію власного виробництва ТОВ «Аквафрост» та проведено оцінку постачальників відносно існуючих популярних брендів. Підприємство

---

<sup>1</sup> к.т.н, доцент, доцент кафедри системного аналізу та управління, НТУ «Дніпровська політехніка», м. Дніпро

<sup>2</sup> студент, група 124<sub>м</sub>-21-1 НТУ «Дніпровська політехніка», м. Дніпро

«АКВАФРОСТ» найбільше в Україні з переробки і виробництва продукції з сурімі, море і рибопродуктів. ТОВ «Аквафрост» випускає продукцію під торговою маркою «Водний мир».

На сьогоднішній день продукція ТМ «Водний мир» успішно реалізується на території України а також експортується в США, Канаду, Ізраїль, Грузію, Молдову, Німеччину, Польщу та Прибалтику.

Проблема вибору постачальника є однією з найбільш істотних завдань логістики постачання. Деякі менеджери недооцінюють значення вибору правильного постачальника для ефективного функціонування компанії і ланцюги поставок в цілому. З погляду логістики постачання від того, наскільки добре постачальники виконують свої функції, може залежати власний успіх компанії-покупця в забезпеченні споживачів якісними товарами та послугами. Деякі дослідження показують, що в багатьох компаніях світу принаймні 50% проблем, пов'язаних з якістю, виникає через товарів і послуг, якими забезпечили компанію постачальники. Тому ефективне рішення задачі вибору постачальника є основою успішного функціонування і створення стійкої бази постачання будь-якої компанії.

Для дослідження була обрана область закупівельної діяльності даного підприємства.

Найбільш доцільний серед усіх постачальників за обома методами Annelies Pena # PL 22621742 WE. Друге місце зайняла фірма Helen Mary DE-MV-25007EG, третє – Global Floro SF – 225, четверте – Grim A 456, п'яте – Vardin Pelagic FO-181.

За результатами аналізу було визначено, які товари є найбільш рентабельними та у яких поставників краще за всього їх придбати. Та знайшли товар до якого слід змінити постачальника, а саме Креветки Южної. На цей момент фірма закуповує його у «Grim A 456», але більш доцільним буде купувати його у «Annelies Pena # PL 22621742 WE». Та дізнались що до інших товарів вибір постачальника зроблен вірно, згідно використаних методів (методу головного критерію, методу аналізу ієрархій).

### **Перелік посилань:**

1. Офіційний веб-сайт «Водный мир» // (online): <https://vodnyj-mir.ua/products/>
2. Перегожина О.Н. Проблеми конкурентоспроможності наукоємних виробництв в сучасних умовах // Високі технології. 2007. Т.8, № 1. С. 78.
3. Онлайн-ресурс «Онлайн - енциклопедія по маркетингу і рекламі» <http://powerbranding.ru/teoriya-marketinga/>
4. Саати Т. Принятие решений: метод анализа иерархий / Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.
5. Юдін М.А. «Порівняльна характеристика методів оцінки конкурентоспроможності продукції» [Електронний ресурс] // Економіст – 2010 - №6 –



С. 40. 6. Тормоса Ю.Г. Ціни та цінова політика: Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 2001. — 122 с. 7. Малієнко А.В, Іванов Д.С. VII Міжнародна науково-технічна конференція Комп'ютерне Моделювання Та Оптимізація Складних Систем 3-5 листопада 2021 року м. Дніпро.

УДК 004.896

Малієнко А.В.<sup>1</sup>, Шишков О.С.<sup>2</sup>

## **РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У ДІЯЛЬНОСТІ ПРОФЕСІЙНИХ УЧАСНИКІВ РИНКІВ КАПІТАЛУ**

Актуальним завданням для фінансового ринку на сучасний момент є впровадження ефективних методів найбільш оптимального вибору банків серед тих, які претендують на отримання статусу члена біржі та, що ще більш важливо, на доступ до ризикованих режимів торгів (ринку РЕПО та строкового ринку) [1]. Наразі це завдання вирішується різними методами, які не є достатньо універсальними та алгоритмізованими.

Зокрема, у різних випадках застосовуються різні (кількісні та якісні) критерії та підстави (іноді досить суб'єктивні) для прийняття рішень щодо доцільності надання доступу до торгів:

- експрес-аналіз показників фінансової звітності банків (зокрема, розмір капіталу, ліквідність);
- аналіз рейтингів надійності банків;
- кредитні рейтинги;
- ступінь зацікавленості самого банку у доступі до торгів;
- досвід та відомість на ринку керівників та брокерів банків тощо [1,2].

Найбільш складним це завдання стає при необхідності вибору з кількох банків, які одночасно звертаються до біржі з пропозицією щодо надання ним доступу до торгів. Недостатньо оптимальний та неформалізований вибір може призвести як до неприйняттого зростання ризиків для контрагентів неефективно обраного банку, так і до претензій з боку банків, яких не було обрано, та до переведення їх торговельної

---

<sup>1</sup> к.т.н, доцент, доцент кафедри системного аналізу та управління, НТУ «Дніпровська політехніка», м. Дніпро

<sup>2</sup> студент, група 124<sub>м</sub>-21-1 НТУ «Дніпровська політехніка», м. Дніпро

активності чи навіть повного переходу на інші конкуруючі фондові біржі (ПФТС та «Українська біржа»).

Спеціальні умови доступу для торгів на ринках РЕПО та строковому ринку встановлені внаслідок підвищених ризиків проведення фінансових операцій. Тому було виокремлено найбільш значущі критерії та способів їх оптимального врахування для здійснення раціонального вибору серед банків, які планують отримати доступ до торгів на ринках РЕПО та строковому ринку. Саме тому було обрано надійний метод, за яким можна отримати найбільш надійний банк за експертними оцінками – метод ієрархій.

Було знайдено за допомогою методу ієрархій, який з 3 банків найбільш надійний за 5 визначеними критеріями (розмір капіталу, ліквідність, активність торгівлі, кількість контрагентів, портфель цінних паперів) та може бути допущений до біржових торгів на ринках РЕПО та строковому ринку.

Особливої актуальності ця проблема набуває через очікуваний наприкінці 2021р. запуск торгів на ринку РЕПО з контролем ризиків [3].

Через численні та різнопланові критерії та методи поточного прийняття рішень найбільш ефективним вбачається:

– виокремлення найбільш об’єктивних критеріїв надійності банків за сприяння експертного середовища;

– застосування методу ієрархій для уніфікації механізмів прийняття рішень.

Отже, використання системи прийняття рішення у процесі організації біржових торгів за участі численних фінансових установ (насамперед, банків) та їх клієнтів (інвесторів) з метою аналізу та оцінки ризиків для обґрунтованого визначення надійності учасників біржових торгів та уникнення випадків невиконання зобов’язань за біржовими контракатами, передбачає доступ до великої бази даних, що містить розгорнуту та частково конфіденційну інформацію про широке коло банків. Завдяки методу аналізу після відбору прийнятних варіантів не виникає проблеми, пов’язаної з аналізом і обговоренням переваг кожного з аналізованих банків-контрагентів .

Метод простий і в той самий час зручний, оскільки дозволяє вже в процесі прийняття рішення не тільки змінити судження при додатковому аналізі будь-якої фінансової або іншої інформації, а й оцінити їх узгодженість.

### **Перелік посилань:**

1. Офіційний веб-сайт ПрАТ ФБ «Перспектива // (online): <http://fbp.com.ua> 2. Фінансова звітність ПрАТ ФБ «Перспектива // (online):

УДК 004.023, 004.852

Нескородєва Т.В.<sup>1</sup>, Федоров Є.Є.<sup>2</sup>, Нечипоренко О.І.<sup>3</sup>

## МЕТОД СТВОРЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПРОАКТИВНИХ АГЕНТІВ

Четверта промислова революція або Industry 4.0 призвела до швидких змін у технологіях, виробничих та соціальних і процесах у 21 столітті через зростаючий взаємозв'язок та інтелектуальну автоматизацію. Частиною цієї фази промислових змін є побудову комп'ютерних систем шляхом об'єднання штучного інтелекту з робототехнікою, що стирають межі між фізичним, цифровим та біологічним світами. Одним із підходів до побудови таких комп'ютерних систем є використання мультиагентних систем. В даний час одним із основних типів комп'ютерних агентів мультиагентних систем є проактивні агенти.

Метою роботи є створення методу побудови інтелектуальних проактивних агентів на основі методів статистичного та машинного навчання. Для досягнення мети було поставлено та вирішено такі завдання:

- формалізувати функціонування проактивних агентів;
- запропонувати моделі функціонування проактивних агентів із функцією корисності на основі навчання з підкріпленням.
- запропонувати моделі функціонування проактивних агентів з функцією корисності на основі метаевристик.

Моделювання функціонування проактивних агентів з корисною функцією на основі метаевристики гармонійного пошуку і полягає в наступному.

Нехай функція корисності  $u$  привласнює корисність не стану, а роботі (кінцевої послідовності станів  $\mathbf{s}$  і дій, що чергуються  $\mathbf{a}$ ). У разі генерації випадковим чином роботи  $r = (\mathbf{s}_0, \mathbf{a}_1, \mathbf{s}_1, \dots, \mathbf{a}_T, \mathbf{s}_T)$  кожна нова дія

---

<sup>1</sup> д.т.н., зав. каф. Інформ. технологій, Дон НУ ім. Василя Стуса

<sup>2</sup> д.т.н., професор кафедри робототехніки та спеціалізованих комп'ютерних систем, Черкаський ДТУ

<sup>3</sup> к.т.н., доцент кафедри робототехніки та спеціалізованих комп'ютерних систем, Черкаський ДТУ

$\mathbf{a}_t$  вибирається випадковим чином з безлічі дій  $A(\mathbf{s}_{t-1})$ , доступних у стані  $\mathbf{s}_{t-1}$ , а кожний новий стан  $\mathbf{s}_t$  спостерігається у разі існування винагороди  $R(\mathbf{s}_{t-1}, \mathbf{a}_t, \mathbf{s}_t)$ . Генерація переривається, якщо потрапили в тупиковий стан, досягли цільового стану  $\mathbf{s}^*$  або перевищили максимальну довжину роботи  $T^{\max}$ .

Тоді для проактивного агента з функцією корисності процедура пошуку плану дій  $\pi$  переходу з внутрішнього стану (переконання)  $\mathbf{s}_0$  у цільовий стан (намір)  $\mathbf{s}^*$  моделює функцію планування  $plan$  і представлена у вигляді

1. Згенерувати випадковим чином глобально кращу роботу  $r^*$ . Згенерувати випадковим чином пам'ять робіт  $R = \{r\}$  розміром  $K$ . Номер ітерації  $n = 1$ .

2. Випадково вибрати з пам'яті робіт  $R$  роботу  $r$ .

3. Якщо можливість вибору глобального пошуку  $P^{global} > U(0,1)$ , то перехід крок 5.

4. Виконати локальний пошук на околиці  $O_r$ , використовуючи функцію корисності, і отримати локально кращу роботу  $r^{cur}$ , перехід крок 6.

5. Виконати глобальний пошук (наприклад, за допомогою мутації роботи  $r$  та/або кросингвера (схрещування) робіт  $r$  та  $r^*$  та/або генерації випадкової роботи), використовуючи функцію корисності, і отримати локально кращу роботу  $r^{cur}$ .

6. Якщо за функцією корисності робота  $r^{cur}$  краща за роботу  $r^*$ , то  $r^* = r^{cur}$ .

7. Помістити  $r^{cur}$  на згадку робіт  $R$ ,  $R = R \cup \{r^{cur}\}$ .

8. Впорядкувати пам'ять робіт  $R$  за функцією корисності і залишити в ній тільки  $K$  найкращі (перші) роботи.

9. Якщо  $n < N$ , то  $n = n + 1$  перехід на крок 2, інакше з дій, що входять в роботу  $r^*$ , формується план дій  $\pi$ .

Імовірність  $P^{global}$  може бути динамічною і зменшуватись зі збільшенням номера ітерації для забезпечення збіжності.

### Перелік посилань:

1. Wooldridge M. An Introduction to Multi Agent Systems. Chichester: John Wiley & Sons, Inc., 2019. - 488 p. 2. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: Modern Approach

– Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall PTR, 2020. - 1136 p. 3. Brownlee J. Clever Algorithms: Nature-Inspired Programming Recipes - Melbourne: Brownlee, 2011. - 436 p. 4. Субботін С.О. Неітеративні, еволюційні та мультиагентні методи синтезу нечіткологічних і нейромережних моделей: монографія / С.О. Субботін, А.О. Олійник, О.О. Олійник; під заг. ред. С.О. Субботіна. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2009. – 375 с.

УДК 004.89

Олійник А.О.<sup>1</sup>, Федорченко Є.М.<sup>2</sup>, Степаненко О.О.<sup>3</sup>, Чорнобук М.О.<sup>4</sup>

## **МОДИФІКАЦІЯ ЗГОРТКОВОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ УРАЖЕННЯ COVID-19**

За останні 3 роки людство зіштовхнулося з епідемією COVID-19, поширенням інфекційного захворювання, що викликається вірусом SARS-CoV-2. Пандемія призвела до серйозних соціально-економічних проблем по всьому світу, а також до необхідності розробки нових медичних технологій [1].

Для діагностики атипової пневмонії при COVID-19 проводиться рентгенографія легень та комп'ютерна томографія. Аналіз знімків дає лікареві змогу оцінити ступінь ураження легень, прогнозувати можливе погіршення ситуації та розробити стратегію допомоги пацієнту [2]. Але, для подібної діагностики характерний людський фактор: лікар робить помилки. Особливо це проявляється при сильному навантаженні.

Перспективною у розрізі діагностики є вже відома технологія використання моделей машинного навчання для розпізнавання образів. Так, нейромережу, створену австралійським стартапом DetectED-X для виявлення онкологічних захворювань, використовують для діагностики COVID-19 [3].

Подібне використання інформаційних технологій дає змогу проводити діагностику швидше, точніше, що у свою чергу є критичним в умовах виключної навантаженості закладів охорони здоров'я.

На основі модифікованої згорткової нейромережі були розроблені три моделі машинного навчання, що здатні діагностувати COVID-19 за

---

<sup>1</sup> д.т.н., проф. НУ«Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> ст. викладач НУ«Запорізька політехніка»

<sup>3</sup> к.т.н., доцент НУ«Запорізька політехніка»

<sup>4</sup> студент гр. КНТ-210 НУ«Запорізька політехніка»

рентгенівськими знімками пацієнтів: «Проста», «Ускладнена», «Складна». Для розробки використано мову програмування Python, а також бібліотеку Keras, яка є надбудовою над іншою бібліотекою – TensorFlow.

Було проведено тестування розроблених моделей, а також їх порівняння з деякими відомими методами машинного навчання: деревами прийняття рішень, методом опорних векторів та стандартними нейронними мережами. Для навчання та тестування всіх алгоритмів були використані дані з відкритого джерела [4]. Зображення були стиснуті до розміру 200 на 200 пікселів для економії ресурсів, зокрема пам'яті та часу процесора. Це дало можливість навчати моделі з використанням значно більших наборів даних. За результатами тестування було визначено, що «Проста» та «Ускладнена» моделі, маючи більш просту структуру, дещо поступаються стандартним методам розпізнавання. Але, «Складна» модель, яка є покращеною версією «Ускладненої», випередила традиційні методи у точності розпізнавання, досягши 87.33% точності.

Було також показано, що «Складна» модель має потенціал для досягнення ще вищих результатів точності розпізнавання на більших масивах навчальних даних. Отримані результати дозволяють зробити висновок про те, що мета роботи була досягнута. Розроблена «Складна» модифікація згорткової нейронної мережі є достатньо ефективною у задачі розпізнавання ураження COVID-19, що надає змогу використовувати побудовані на її основі системи у сфері охорони здоров'я.

### **Перелік посилань:**

1. Global Economic Effects of COVID-19: Overview [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [sgp.fas.org/crs/row/R46270.pdf](http://sgp.fas.org/crs/row/R46270.pdf).
2. Radiologic diagnosis of patients with COVID-19 / E. Martínez Chamorro, A. Díez Tascón, L. Ibáñez Sanz, S. Ossaba Vélez, S. Borruel Nacenta // Radiología (English Edition), Vol. 63. Issue 1. p. 56-73 Jan. – Feb. 2021. DOI: 10.1016/j.rx.2020.11.001
3. DetectED-X [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [detectedx.com/about](http://detectedx.com/about).
4. COVID-19 Radiography Database [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.kaggle.com/datasets/tawsifurrahman/covid19-radiography-database](http://www.kaggle.com/datasets/tawsifurrahman/covid19-radiography-database).

## ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ РЕІНЖІНІРИНГУ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

Більшість комп'ютерних систем (КС), що експлуатуються сьогодні підприємствами в Україні, були розроблені наприкінці 90-х років минулого століття. Також існує категорія компаній, які на початку 2000-х інвестували великі кошти у впровадження сучасних (на той час) західних облікових систем класу ERP (SAP, Oracle, Microsoft, BAAN). Під ці рішення були придбані сервери, мережне обладнання, сформовані великі проектні команди з найкращих бізнес- та ІТ-фахівців. Тим не менш, в останні роки відбулося стрімке зростання обсягів даних, вимог бізнес-користувачів до швидкості та детальності їх обробки. Крім цього, відбулися революційні зміни в певних напрямках взаємодії з інформаційними системами (ІС): хмарні обчислення, машинне навчання, великі дані, Інтернет речей, блокчейн, інтелектуальні дані та аналітика даних [1].

Дослідження показало, що світові софтверні лідери (SAP, Microsoft, Oracle, Google та інші) постійно випускають нові версії своїх систем, підштовхуючи підприємства до впровадження більш сучасних рішень. Бізнес, який відмовляється від нових технологій, не здатний впоратися з вимогами часу. Огляд існуючих підходів до реінжинірингу дозволив виділити наступні його види: реінжиніринг КС, що передбачає заміну однієї/декількох систем на іншу більш сучасну (наприклад, ERP-систему); даний підхід дозволяє забезпечити узгодженість даних та їх одноразове введення, а також прозорість облікової політики; реінжиніринг бізнес-процесів, або додавання нових можливостей у вже існуючі системи: планові оновлення систем, в тому числі, пов'язані з новими законодавчими вимогами [2].

Як показав проведений аналіз, реінжиніринг бізнес-процесів відбувається як реакція на нові вимоги законодавства та бізнесу, тому оновлення на діючих системах відбувається досить регулярно. Успішність впровадження оновлень залежить від концептуальних рішень, прийнятих під час впровадження системи. Чим більше система була кастомізована, тим більше складності. Чим «старіша» версія системи, тим менше шансів

---

<sup>1</sup> Аспірант кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> К.т.н., доц. кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

<sup>3</sup> Асистент кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

застосувати оновлення. Крім цього, багато підприємств дійшли необхідності реінжинірингу КС. Причинами стали: відсутність клієнтської підтримки діючих систем, трудомісткість обслуговування, висока вартість нового обладнання тощо. З кожним роком цикл виходу на ринок нових версій систем скорочується, але підприємства не готові до впровадження КС чи оновлення версій у такому темпі, оскільки більшість українських підприємств економічно не можуть собі дозволити такий темп інвестицій. Таким чином, необхідно забезпечити баланс між швидкістю впровадження інновацій в ІС та поверненням інвестицій. Підприємства хочуть зберегти свої інвестиції в обладнання, ІС та персонал. Таким чином, одним із найважливіших напрямів підвищення ефективності КС стає їх реінжиніринг, із збереженням усіх позитивних аспектів існуючих процесів та систем, успішність функціонування яких підтверджена часом.

Аналіз показав, що Core процеси (back-end) змінюються не так швидко, як front-end, особливо, якщо на підприємстві використовується ERP система, під час впровадження якої існуючі бізнес-процеси були максимально адаптовані під стандартні процеси ERP (фактично пройшли реінжиніринг). Таким чином, впроваджуючи ERP систему, підприємство застосовує найкращі практики закладені в її основу. Іноді впровадження таких складних систем як ERP порівнюють із революцією, оскільки їх використання вносить свої зміни на всіх рівнях: інфраструктурному, управлінському, програмному, користувальницькому.

Таким чином, актуальною є задача подальшого розвитку існуючих підходів до реінжинірингу бізнес-процесів та КС. При цьому варто брати до уваги, що завдання реінжинірингу — це не лише оновлення старих КС відповідно до запитів бізнесу, але й пошук нових можливостей для розвитку, створення нових продуктів та послуг на базі новітніх технологій. Впровадження сучасних інтелектуальних методів та моделей в реінжиніринг дозволить швидко адаптувати існуючі КС до мінливих умов експлуатації та підвищити ефективність їх використання з урахуванням вимог часу.

### **Перелік посилань**

1. Залюбовський, Я.І. Хмарні рішення SAP для реалізації технологій Інтернету речей / Я. І. Залюбовський, А. В. Пархоменко, О. А. Поздняков // Тиждень науки. Збірник тез доповідей щорічної НПК викладачів, науковців, молодих учених, аспірантів та студентів (15-19 квітня 2019 року), Запоріжжя: ЗНТУ/Редкол. Наумик В.В. та ін.. - С.79.
2. Hammer, M. Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution/ M. Hammer, J. Champy. - Harper Business, 2006. - 272p.



## МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПРОЄКТУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ІНТЕРФЕЙСУ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

Функціональність сучасних комп'ютерних систем (КС) постійно зростає, а інтерфейси комп'ютерних програм та мобільних застосунків стають дедалі складнішими. В той же час, актуальною є вимога сучасного ринку програмного забезпечення щодо створення інтелектуально зрозумілого користувачеві інтерфейсу, причому за короткі терміни. Тому, одним із важливих напрямків підвищення ефективності проєктування інтерфейсів КС є систематизація та вдосконалення певних процесів дизайну з метою зменшення часових та матеріальних витрат. Це може бути зроблено за допомогою методів та засобів штучного інтелекту (ШІ), які вже зараз активно застосовуються в деяких сферах. Але, аналіз та пошук ефективних шляхів впровадження ШІ при проєктуванні інтерфейсів КС залишається актуальною задачею [1].

Мета роботи - дослідження та подальший розвиток методів та засобів ШІ для підвищення ефективності проєктування інтелектуальних інтерфейсів КС.

Як показали проведені дослідження, ШІ вже вбудовано в деякі з найпопулярніших програм, що використовуються в цифровому дизайні. Провідною компанією в цій галузі є Adobe, яка використовує ШІ різними способами. Adobe Sensei - це технологія, яка поширює потужність ШІ та машинного навчання на всі продукти Adobe, допомагає скоротити ручні процеси та автоматизувати рутинні завдання. Фреймворк вбудовано в програмне забезпечення Adobe Creative Cloud, Photoshop, InDesign, Illustrator тощо [2].

Завдяки можливості швидкого аналізу великих наборів даних, інструменти на основі ШІ роблять процес прийняття проєктних рішень простішим і більш інформативним, що забезпечує глибше розуміння та прийняття саме найкращих рішень. Мета використання ШІ полягає не в тому, щоб замінити людський інтелект, а в тому, щоб надати технології, які можуть стати партнерами творчих професіоналів і допомогти їм виконувати свою роботу краще та швидше. Завдяки машинному навчанню технології ШІ здатні розуміти правила та концепції дизайну, розпізнавати

---

<sup>1</sup> Аспірант кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> К.т.н., доц. кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

тенденції дизайну та створювати персоналізований дизайн. Таким чином, користувач працює з технологією асистента дизайну замість людини-дизайнера. Фахівці вважають, що машинне навчання змінить усі аспекти технологій, але жодна машина не зможе імітувати творчі здібності людського розуму. Таким чином, ШІ використовується як інструмент для розвитку мистецтва творчості та науки про дані [3].

Одна з визнаних проблем використання ШІ - це непрозорість його роботи через складність інтерпретації дизайн-рішень, які він приймає. Також, існує значний ризик відчуження людських можливостей. Все більше користувачів відмовляються від первинних знань і навичок на користь делегування ШІ. У процесі планування та розробки дизайнер повинен точно знати, на що здатний конкретний інструмент ШІ. Використовуючи машинне навчання в процесі розробки, система може вивчати та розвивати можливості, які спочатку не були реалізовані в системі, що ускладнює розробнику стеження за процесом мислення ШІ [4].

Основними етапами дослідження є аналіз поточного стану впровадження ШІ в галузі дизайну; огляд існуючих методів ШІ, їх особливостей та можливостей застосування при розробці інтелектуального інтерфейсу КС; подальший розвиток методів та засобів ШІ для підвищення ефективності проєктування інтелектуальних інтерфейсів КС. Це включає вивчення наслідків використання ШІ та нових способів проєктування інтерфейсів на його основі; аналіз впливу ШІ на галузь цифрового дизайну та нових можливостей для розробників інтелектуального інтерфейсу КС.

Створені на основі удосконалених методів ШІ засоби розробки інтелектуального інтерфейсу КС дозволять підвищити ефективність взаємодії користувачів з комп'ютерними програмами за рахунок розробки інтуїтивно-зрозумілого інтерфейсу, скоротити терміни реалізації проєктів.

### **Перелік посилань**

1. Russell, S.J. Artificial intelligence: a modern approach, 3rd ed. / S.J. Russell, P. Norvig//England, Essex: Pearson Education Limited. 2016. - 1152 p.
2. Sensei. Power incredible experiences with AI [Electronic resource] – Access mode: <https://www.adobe.com/sensei.html>.
3. Amplifying Human Creativity with Artificial Intelligence. Adobe Blog [Electronic resource] – Access mode: <https://theblog.adobe.com/amplifying-human-creativity-with-artificial-intelligence/>.
4. Burgess, M. Watching them, watching us: can we trust big tech to regulate itself? Creative Review. Centaur Media [Electronic resource] /M. Burgess. – Access mode: <https://www.creativereview.co.uk/watching-watching-us/>.

## КЛАСТЕРИЗАЦІЯ ПІДПРИЄМСТВ ТОРГОВОЇ МЕРЕЖІ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ДЕННОЇ СЕЗОННОСТІ

Роботу присвячено розробці методики аналізу даних про підприємства торгової мережі, у тому числі фінансових, зібраних продовж одного року, з метою виявлення закономірностей, які дозволять прогнозувати товарообіг існуючих підприємств на найближчий часовий період або оцінювати фінансові характеристики нових об'єктів торгової діяльності.

Структура вихідних даних: база даних містить інформацію про 370 торгових підприємств мережі, про які відомо: місто, в якому функціонує підприємство; кількість населення, яку покриває підприємство; формат організації, площа та кількість стелажів; локація (street, ТЦ, ТРЦ); тип локації (офіс чи студенти, спальний район, транзит, центр міста); щоденний обсяг продажів протягом року.

На основі цих фінансових показників отримано вторинні дані про середньомісячний товарообіг для кожного підприємства, а також фактор денної сезонності. Для оцінки цього показника з даних про обсяги продажів було видалено аномалії, пов'язані зі святами, поганими погодними умовами (наприклад снігопад, через який підприємство недоотримало прибутку), а також днями, в яких підприємство, з різних причин, не працювало. Далі обчислюється середні за днями тижня продажі і розраховується так званий коефіцієнт денної сезонності, який показує, на скільки відсотків продажі в певний день (понеділок, вівторок і т.д.) відхиляються від середніх продажів за тиждень. Приклад розрахованих коефіцієнтів денної сезонності наведений в табл. 1.

Візуалізація даних отриманої таблиці сезонності за допомогою методу головних компонент дозволила зробити висновок про можливість розбиття 327 підприємств мережі на сім груп (решта підприємств не функціонувала на момент збору даних). Далі проводимо початкове групування на основі аналізу кореляційної матриці за такими правилами: кожна група повинна містити не менш ніж 15 підприємств; якщо кореляція між підприємствами більше за 0.8, то вони відносяться до одної групи. З

---

<sup>1</sup> Студент Національного технічного університету «Дніпровська політехніка»

<sup>2</sup> Канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри системного аналізу і управління Національного технічного університету «Дніпровська політехніка»

кожним новим доданим підприємством у групі перераховується центр кластеру. Для решти підприємств, яку не було віднесено до жодного з кластерів, створюємо окрему групу. Потім, ігноруючи зазначену вище умову кореляційного зв'язку, розкидаємо всі підприємства по існуючим групам за найкоротшою відстанню до центру кластеру. Перераховуючи кожного разу центри кластерів, виявляємо можливість перенесення кожного підприємства з одного кластеру до іншого до тих пір, поки кластери не устаткуються. Результат кластеризації наведений на рис. 2. На рис.3 наведено середньогрупову денну сезонність.

Таблиця 1 – Коефіцієнти денної сезонності підприємств

Номер підприємства	Понеділок	Вівторок	Середа	Четвер	П'ятниця	Субота	Неділя
1	1,12	1,17	1,12	1,09	1,07	0,73	0,7
2	1,07	1,12	1,11	1,1	1,12	0,81	0,67
3	1,02	1,03	1,04	1,01	1,03	0,96	0,9
4	1,02	1,07	1,06	1,06	1,07	0,9	0,82
5	1,01	1,03	1,02	1,02	1,04	0,97	0,92
6	1,02	1,02	1,05	1,02	1,07	0,94	0,88

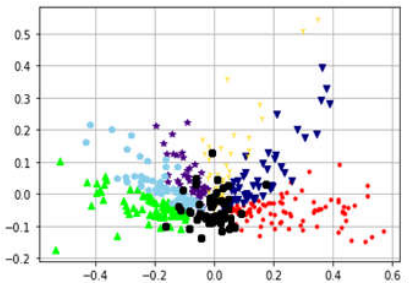


Рисунок 1 – Результат кластеризації

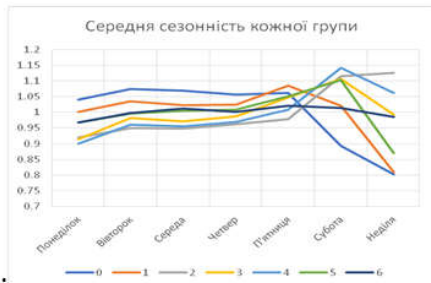


Рисунок 2 –Сезонності за кожною групою

Проведена кластеризація дозволяє виявити унікальні ознаки кожної групи. Відтак, нові дані про належність підприємства до певного кластеру можна надалі використовувати як вихідний параметр під час класифікації об'єктів мережі для прогнозування сезонності і товарообігу нових підприємств.

**ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДІВ ПОШУКУ ВЖИВАНИХ  
АВТОМОБІЛІВ**

Ринок вживаних автомобілів у сучасному світі має достатньо великий обсяг, що постійно підживлюється виробництвом нових автомобілів, які через певний час мають отримати наступного власника. Наявність такого циклу призводить до постійного збільшення обсягів ринку [1]-[2]. Задача пошуку вживаних автомобілів полягає у визначенні масиву автомобілів, які відповідають параметрам пошуку. Цей масив є підмножиною множини всіх наявних вживаних автомобілів у програмі. Для того, щоб визначити відповідну підмножину автомобілів, потрібно розділити всі наявні автомобілі на групи і визначити, яка група найкраще відповідає заданому образу, що формують параметри пошуку.

Параметри пошуку можуть бути визначені двома способами: конкретним автомобілем, тоді відбувається пошук подібних автомобілів, та за допомогою опитувальника, тоді визначаються значення параметрів за відповідями на запитання. Розроблений програмний засіб реалізує модифікований метод кластеризації  $k$ -середніх для пошуку вживаних автомобілів.

На першому етапі роботи методу пошуку вживаних автомобілів формується опитувальник, який складається з запитань, кожне з яких направлено на визначення значення відповідного параметра автомобіля. Це підготовчий етап. Для кожного запитання визначається правило, яке перетворює відповідь на запитання на значення або набір допустимих значень однієї з характеристик автомобіля. Набір правил формує масив  $A$ .

Для цього спочатку має бути задано значення  $k$ , вказуючи на кількість кластерів, з якими буде відбуватися робота, а також визначено набір ознак, за якими кластеризація буде відбуватися.

Після цього потрібно створити вибірку всіх автомобілів, наявних в програмі. Вони витягаються з бази даних. Значення за всіма параметрами мають бути нормалізовані.

---

<sup>1</sup> к.т.н., доцент НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> ст. викладач НУ «Запорізька політехніка»

<sup>3</sup> студентка гр. КНТ-110 НУ «Запорізька політехніка»

<sup>4</sup> студент гр. 210м НУ «Запорізька політехніка»

Далі всі ці автомобілі потрібно розділити на кластери, використовуючи метод  $k$ -середніх. На наступному етапі визначаються значення параметрів пошуку вживаних автомобілів. Для цього існують два окремі способи, кожен з яких можна використовувати за наявності виділених кластерів.

Значення параметрів пошуку можуть визначитися опитувальником або значеннями параметрів одного з автомобілів. Тоді такий автомобіль представляє собою приклад для пошуку. На наступному етапі відбувається пошук автомобіля, подібного до даного. Якщо заповнюється опитувальник, то отримані відповіді на запитання переводяться за допомогою масиву правил  $A$  на значення параметрів. Тоді всі значення параметрів формують крапку в просторі пошуку. Відповідно на наступному етапі реалізується пошук автомобілів, які відповідають цим параметрам пошуку.

На наступному етапі обчислюється відстань від визначеної крапки в просторі до кожного з  $k$  кластерів. Кластер, який має найменшу відстань, визнається переможцем. У результаті екземпляри, які визначають активні оголошення з даного виділеного кластеру, повертаються як масив результатів пошуку  $B$ . Після цього елементи в масиві результатів пошуку  $B$  сортуються за збільшенням відстані від заданої крапки в просторі до кожного з екземплярів кластера.

### **Перелік посилань**

1. Used Vehicle Market Size, Trends. Forecast Report, 2021-2021 [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.fortunebusinessinsights.com/used-vehicle-market-104665>.
2. Global Used Vehicle Market Size [2021-2028] to Reach USD 1,969.72 Billion with a CAGR of 1.79% [Electronic resource]. – Access mode : <https://finance.yahoo.com/news/global-used-vehicle-market-size-084200676.html>.

## **ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗШУКУ ЗАГУБЛЕНИХ ТВАРИН**

Домашні улюбленці часом губляться в місті, і тоді для господаря починається ціле випробування для того, щоб знайти загублену тварину. На даний момент в Україні найчастіше це вирішується через соціальні мережі. До того ж зараз, у зв'язку з війною, проблема загублених тварин значно зросла [1].

Розроблене ПЗ призначене для розшуку загублених тварин, коли власник загубив домашнього улюбленця та намагається його знайти або коли людина знайшла чужого улюбленця й намагається з'ясувати його власника [2]. З метою забезпечення гнучкості процесу розшуку надаються інструменти пошуку за параметрами, створення заявок про власність, інформування третіх осіб про подібність між розшукуваними та знайденими тваринами тощо [2] - [4].

Основним результатом роботи є створення програми за допомогою мов Python, JavaScript, HTML, CSS, вебфреймворка Django, системи керування базами даних MySQL.

Експлуатація програми всіма користувачами, як то представниками притулків, так і звичайними учасниками програми та неавторизованими користувачами відбувається за допомогою одного єдиного інтерфейсу, який з'являється перед користувачем одразу після першого звернення до вебсайту, за яким розташовано вебзастосунок. Роботу користувачів реалізовано на основі загального меню, що включає такі пункти: шукаю, знайшов, оголошення, повідомлення, спілкування, притулок.

Пункт меню «Шукаю» дозволяє працювати з оголошеннями, в яких власники тварин повідомляють про загублення власних улюбленців.

Сторінка оголошень про втрату тварин окрім загальної інформації про програму містить також кнопки «Шукати тварину» та «Шукати власника» для виконання пошуку відповідних оголошень.

Пункт меню «Знайшов» дозволяє виконувати всі ті самі дії, але над оголошеннями щодо знаходження тварин, а не загублення

Пункт меню «Оголошення» включає підпункти «Знайдені» та

---

<sup>1</sup> к.т.н., доцент НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> ст. викладач НУ «Запорізька політехніка»

<sup>3</sup> студент гр. КНТ-110 НУ «Запорізька політехніка»

<sup>4</sup> студент гр. КНТ-219сп НУ «Запорізька політехніка»

«Загублені», що дозволяє працювати з власними оголошеннями, в тому числі редагувати їх, переглядати, створювати нові, стосовно знайдених тварин або загублених.

Пункт меню «Повідомлення» включає підпункти «Власні», що дозволяє переглядати власні повідомлення про відповідність між оголошеннями, та «Адресовані», що дозволяє переглянути випадки, коли інші учасники повідомили про відповідність власних оголошень авторизованого учасника іншим оголошенням.

Пункт меню «Спілкування» дозволяє переглянути спілкування учасника з іншими учасниками та створити нові повідомлення один одному. Пункт меню «Притулок» дозволяє керувати оголошеннями, що стосуються тварин у притулку. Skorистатися цим пунктом фактично може учасник, асоційований з притулком. Окрім того звідти учасник може асоціювати інших учасників з притулком.

### **Перелік посилань**

1. Hamilton, M. US Missing Pet Epidemic and Euthanasia Statistics [Electronic resource] : Facts/Figures / M. Hamilton. – Access mode : <https://peeva.co/blog/missing-pet-epidemic-facts-and-figures>. 2. Загублені та знайдені тварини. Луцьк та Волинська обл. Facebook [Електрон. ресурс]. – Режим доступу : <https://uk-ua.facebook.com/groups/1126808634017634/>. 3. Mele, A. Django 3 By Example [Text] : Build powerful and reliable Python web applications from scratch, 3rd Edition / A. Mele. – Birmingham : Packt Publishing, 2020. – 568 p. 4. Lost animals [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.mildura.vic.gov.au/Services/Animals-Pets/Lost-animals>.

УДК 004.93

Субботін С.О.<sup>1</sup>

## **МЕТОД НЕЙРО-НЕЧІТКОГО КЛАСТЕР-АНАЛІЗУ**

Для завдань кластер-аналізу багатовимірних даних актуальним є підвищення швидкості формування кластерів, зниження складності кластеризуючої моделі й підвищення її інтерпретабельності, що є метою цієї роботи.

На відміну від більшості методів кластер-аналізу [1], що передбачають розрахунок відстаней між усіма екземплярами у просторі ознак, пропонується для кожного екземпляра розраховувати геш-відстань від нього до умовного загального центру координат, замінюючи  $N$ -вимірний

---

<sup>1</sup> Проф., д.т.н., зав. кафедрою ПЗ НУ «Запорізька політехніка», [subbotin@zntu.edu.ua](mailto:subbotin@zntu.edu.ua)  
176



вектор координат екземпляра однією координатою, а потім відстань між екземплярами визначати в одновимірному просторі [2]. Отриману геш-ознаку пропонується розглядати як псевдовихідну ознаку, розбивши її на інтервали, яким зіставити мітки псевдокласів – кластерів. Далі, отримавши грубе чітке розбиття екземплярів вибірки, пропонується для них задати розбиття вхідних ознак на нечіткі терми, визначити на основі їх та розбиття екземплярів правила віднесення екземплярів до кластерів, що дозволить визначити систему нечіткого виведення типу класифікатора Мамдані-Заде, який у вигляді нейро- нечіткої мережі може бути донавчений за допомогою методів оптимізації для налаштування параметрів функцій належності до нечітких термів та ваг правил, що забезпечують прийнятне значення функціоналу якості кластеризації.

На відміну від традиційного метричного підходу до кластер-аналізу [1], що передбачає використання всього набору вихідних ознак, пропонується оцінити інформативність нечітких термів і видалити малоінформативні терми, а також малоінформативні ознаки за умови збереження прийнятного рівня критерію якості.

Формально метод побудови нейронечіткої мережі для кластер-аналізу даних, що реалізує описані вище ідеї, може бути поданий таким чином.

Етап ініціалізації. Задати вибірку спостережень  $x$ .

Етап розрахунку гешів. Визначити геш для екземплярів вибірки [2]. Упорядкувати екземпляри вибірки за віссю значень геша. Розбити діапазон значень геша на інтервали, нумеруючи їх послідовно. Для кожного екземпляра вибірки зафіксувати номер інтервалу, в який він потрапив за значенням геша, як мітку вихідної ознаки – псевдокласу (кластера)  $y$  [3].

Етап чіткого розбиття простору ознак. Розбити діапазони значень ознак  $\{x_j\}$  на інтервали, такі, що всередині одного інтервалу знаходяться екземпляри з однаковим значенням номера псевдокласу за гешем, а екземпляри суміжних інтервалів значень ознаки мають різні номери псевдокласів за гешем [3].

Етап формування нечітких термів. На основі параметрів інтервалів значень ознак, виділених при формуванні чіткого розбиття, визначити функції належності до нечітких термів: для чітких інтервалів, в які потрапило два і більше екземпляри, – на основі трапецієподібної функції, а для точкових інтервалів, куди потрапив лише один екземпляр, – на основі трикутної функції.

Етап формування правил. Кожен екземпляр перетворити на правило виду: якщо  $\cup x_j \in \text{терм}_k$ , тоді  $y \in \text{терм}_p$  з вагою  $w=1$ .

Етап редукції правил. Усі правила впорядкувати за значенням  $y$  та за

значеннями номерів термів змінних. Переглядаючи правила послідовно, для двох послідовних правил: якщо їх праві частини однакові і ліві частини однакові, то залишити перше правило, збільшивши його вагу на 1, після чого видалити друге правило.

Етап редуції термів та ознак виконати на основі [3].

Етап формування нейро-нечіткої мережі для кластеризації здійснити, відобразивши набір правил у нейро-нечітку мережу Мамдані [3]. Оцінити помилку мережі. Якщо помилка мережі є непринятною, її можна зменшити з урахуванням оптимізаційних методів і техніки зворотного поширення помилки [3].

Запропонований метод дозволяє скоротити складність обчислень та обсяг необхідної пам'яті, а також складність та час навчання нейронечіткої системи, а також підвищити її рівень узагальнення даних та інтерпретабельність.

### Перелік посилань

1. Everitt, B. Cluster Analysis / B. Everitt, S. Landau, M. Leese, D. Stah. – Hoboken: Wiley, 2011. – 352 p.
2. Субботин, С.А. Построение нейро-нечетких моделей по прецедентам с хэширующим преобразованием на обобщенную ось / С.А. Субботин // Математичні машини і системи. – 2015. – № 1. – С. 20-28.
3. Субботін, С.О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття. Навчальний посібник. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. – 341 с.

УДК 519.237.5

Фракянець С.Е.<sup>1</sup>, Хом'як Т.В.<sup>2</sup>

## РОЗРАХУНОК РЕГРЕСІЙНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОНВЕРСІЇ ПРОДАЖІВ У МЕБЕЛЬНОМУ МЕРКЕТПЛЕЙСІ

На веб-платформі з роздріркової торгівлі існує декілька типів рекламного просування: платформена (П), таргетована (Т), контекстна (К) і два типу версії сайту для десктопних пристроїв, а саме для великих горизонтальних екранів (Desktop UI) та дизайн, призначений для мобільних пристроїв, а саме для вертикальних екранів будь-якого розміру (Mobile UI), тому в ході аналізу було визначено побудувати регресійну модель для визначення конверсії, а саме відношення реклами до продажів у

---

<sup>1</sup> магістр НТУ ДП

<sup>2</sup> к. ф.-м. н., доц. каф. САУ НТУ ДП

мебельному маркетплейсу, де основною групою методів буде МГВА [1].

Особливістю МГВА є те, що він може бути застосований у випадку малої кількості точок експериментів, навіть значно меншої, ніж кількість членів полінома. Це пояснюється тим, що на кожному етапі моделювання апроксимація виконується не за допомогою повного поліному поточної складності, а за допомогою елементарної опорної функції.

Базовими моделями найчастіше є не лише поліноми, але й інші нелінійні функції. За допомогою перебору різних розв'язків в індуктивному підході до моделювання намагаються мінімізувати роль впливу аналітика на результати моделювання. Комп'ютер знаходить структуру моделі та закони, за якими функціонує об'єкт, і використовується як порадник для пошуку нових розв'язків у задачах штучного інтелекту.

У ході роботи будуть використані наступні опорні функції:

1.  $y = a_0 + a_1x_i + a_2x_j$  – адитивна,

2.  $y = a_0 + a_1x_i + a_2x_j + a_3x_i^2 + a_4x_j^2 + a_5x_ix_j$  – повна другого порядку,

та додаток GMDH Shell — це програмний інструмент для інтелектуального аналізу даних та прогнозування.

Визначимо вхідні змінні, а саме  $x_1, x_2, x_3$ , де  $x_1$  — відношення перегляду реклами та переходу до товару, та  $y_i$  — співвідношення перегляду товару до його придбання.

Представлення розрахунків для адитивної функції та для повної функції другого порядку:

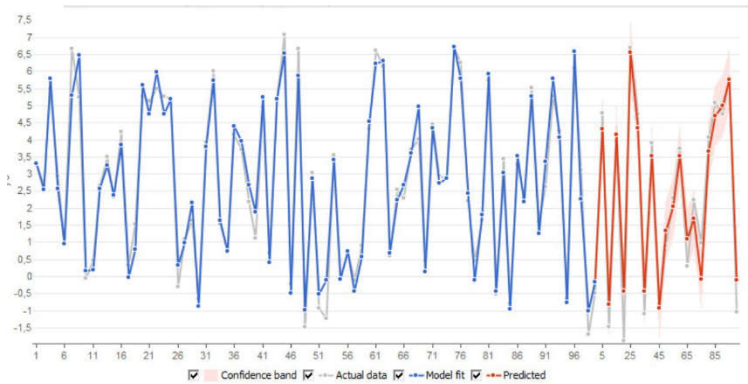


Рисунок 1 – Графік для адитивної функції

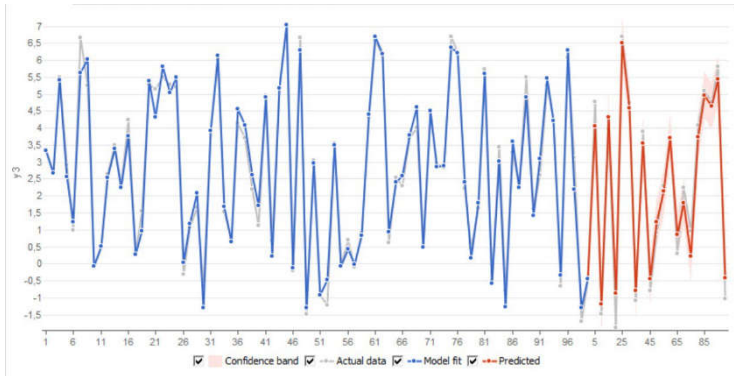


Рисунок 2 – Графік для повної функції другого порядку

**Висновок:** Із наведених графіків можна побачити досить високу кореляцію показників – це каже про те що на сайті велика конверсія, червоним на графіку зображено наступний прогноз. Також було визначено, що коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) прямує до 1, вважається, що чим ближче коефіцієнт до 1, тим кращою є модель.

#### Перелік посилань

1. Методи групового врахування аргументів (Інтернет-джерело): <https://studfile.net/preview/4494701/page:8/>

УДК 330.4:65

Пархоменко Г.В.<sup>1</sup>, Хом'як Т.В.<sup>2</sup>

### МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ТОВ «КЛЮ-ЛОГІСТИК» В МЕТОДОЛОГІЇ ARIS

Логістичне підприємство ТОВ «Клю-Логістик» – це організація доставки вантажів автомобільним, морським, контейнерним та авіа транспортом (імпорт-експорт), яка надає повні логістичні схеми з доставки вантажів “door to door”.

Методологія ARIS («Architecture of Integrated Information Systems» –

<sup>1</sup> студентка групи 124-21м-1, НТУ «Дніпровська політехніка»

<sup>2</sup> доцент кафедри САУ, НТУ «Дніпровська політехніка», к. ф.-м. н.

архітектура інтегрованих інформаційних систем) – є найбільш відомою системою моделювання бізнес-процесів у формі взаємопов’язаних і доповнюючих діаграм для легкого розуміння та аналізу. Ідея методології заснована на концепції інтеграції, яка забезпечує цілісне уявлення про процес і являє собою набір різних підходів, об’єднаних в рамках єдиного системного підходу.

ARIS можна ефективно використовувати для аналізу та оптимізації (реінжинірингу) бізнес-процесів, впровадження стандартних інформаційних систем, таких як ERP (наприклад, SAP), а також впровадження систем управління якістю.

Представимо бізнес-процеси компанії «Клію-Логістик» в нотації VAD. Ці процеси забезпечують ресурсами діяльність організації та роботу основних процесів (рис. 1).



Рисунок 1 - Бізнес-процеси транспортної компанії «Клію-Логістик»

Після декомпозиції контекстної діаграми отримано наступні підпроцеси: «Отримання заявки від клієнта», «Організація вантажоперевезення», «Доставка вантажу клієнту».

Бізнес-процес у нотації eEPC – це серія процесів у порядку виконання. Логічні символи, які використовуються при побудові моделі, дозволяють показати розгалуження та злиття бізнес-процесів. Таким чином, за допомогою нотації eEPC ARIS бізнес-процеси можна описати у вигляді послідовно виконуваних робочих процесів, процедур, функцій (рисунок 2).

**Висновки:** Таким чином, для реінжинірингу бізнес-процесу «Отримання заявки від клієнта» компанії «Клію-Логістик» розроблено процесно-подійна модель в нотації ARIS (VAD, eEP). Моделювання бізнес-процесів для транспортно-логістичних компаній дозволяє описати та візуалізувати всі процеси системи управління, що надає розуміння

структури організації, координацію її операційної діяльності, а також готувати й здійснювати стратегічні й тактичні організаційні зміни.

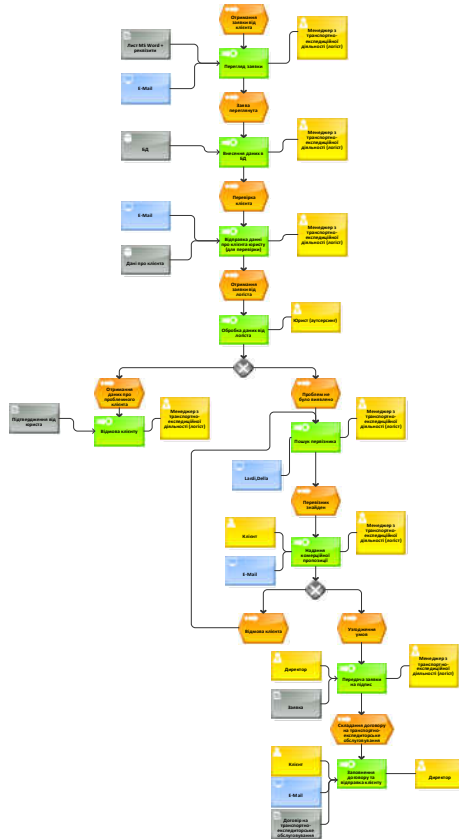


Рисунок 2 – Процесно-подійна модель (eEPC) процесу «Отримання заявки від клієнта»

### Перелік посилань

1. Логістика на ринку транспортних послуг країни / О. В. Бойко // Проблеми підвищення ефективності інфраструктури. - 2014. 2. Шинкаренко В. Г., Ананко І. М. Моделювання логістичних бізнес процесів. Економіка транспортного комплексу : збірник наукових праць. –2014. 3. Климчук М. М. Концептуально-методологічні засади управління бізнес-процесами на підприємстві. Формування ринкових відносин в Україні. 2020.

## 4 СПЕЦІАЛЬНА СЕКЦІЯ З ТЕМАТИКИ ERASMUS+ ПРОЕКТІВ: «WORK4CE»



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



### «CROSS-DOMAIN COMPETENCES FOR HEALTHY AND SAFE WORK IN THE 21ST CENTURY» 619034-EPP-1-2020-1-UA-EPPKA2-CBHE-JP

**Disclaimer:** The European Commission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

UDC 004

Chaban I.S.<sup>1</sup>, Tabunshchyk G.V.<sup>2</sup>, Wolff C.<sup>3</sup>

### ANALYSIS OF DIGITAL TWIN ARCHITECTURES

Despite different naming and usually specific application area, digital twin (DT) basic concepts are quite similar. For this reason, were analyzed concepts, architectures, and frameworks for DT.

In general, a DT can be defined as a formal digital representation of some asset, process or system that captures attributes and behaviors of that entity suitable for communication, storage, interpretation or processing within a certain context [1].

Basic concept DT structure specify three different layers: the physical space, the virtual space, and the mapping layer between them to exchange data and information.

Another important concept for DT description is the so-called Five-Dimensional Digital Twin (5D-DT). It is an evolution of the DT concept, which extends the three dimensions (3D-DT) by the data aspect (Data Model) as well

---

<sup>1</sup> stud. gr. KNT-132m NU «Zaporizhzhia polytechnic»

<sup>2</sup> PhD, Prof. NU «Zaporizhzhia polytechnic»

<sup>3</sup> Dr.Ing., Prof. FH Dortmund, Germany

as the service aspect (Service Model).

In Table 1 there is a summary of DT concepts, and also a classification based on their level of abstraction. A high level of abstraction means that a more general concept is presented, whereas a low level indicates a more concrete architecture or framework, targeting the implementation of a DT.

Table 1 – Overview of concepts, architectures, and frameworks for DT

Name	Target Domain	Structure	Main Parts	Abstraction
3D-DT	Life-cycle Management	component-based	3 components	high
5D-DT	Manufacturing	component-based	5 components	high
Intelligent DT	Production Systems	component-based	4 interfaces 9 components	low
COGNITWIN	Process Industry	components & layers	5 layers & 19 components	low
Conceptual DT Model	CPS in general	layer-based	6 layers	medium

Intelligent Digital Twin is an architecture, in which Artificial Intelligence algorithms are implemented. Additionally, to the data acquisition interface, a synchronization interface is introduced to keep the simulation models of the DT in line with the physical asset, as they can otherwise differ over its life-cycle. Also, a co-simulation interface is described as a component of the architecture to enable communication with other DTs and to facilitate multidisciplinary co-simulation.

In the Reference Framework for Digital Twins there are defined four main building blocks of a DT which are: a “Physical Entity Platform”, a “Virtual Entity Platform”, a “Data Management Platform”, and a “Service Platform”. It also defines three different types of physical entities, namely the “Physical Objects”, “Physical Nodes”, and “Humans”.

Cognitive Twin Toolbox (COGNITWIN) presents a conceptual architecture with a special focus on the process industry. Three levels of twins are defined: A “Digital Twin” which only uses isolated models of the physical system, a “Hybrid Twin” which is also able to interconnect its models, and a “Cognitive Twin” which uses extended models that include expert knowledge for problem-solving and to handle unknown situations. The toolbox proposes five layers: “Model Management Layer”, “Data Ingestion and Preparation Layer”, “Service Management Layer”, “Twin Management Layer”, and a “User Interaction Layer”.

Conceptual DT Model is a conceptual model for a DT in the context of



Internet of Things (IoT). The model is structured into five layers: “Physical Space”, “Communication Network”, “Virtual Space”, “Data Analytics and Visualization”, and “Application”.

In the paper architectural concepts and structures for DT were analyzed, such as: “3D-DT”, “5D-DT”, “Intelligent DT”, “Ref. Framework for DT”, “COGNITWIN”, “Conceptual DT Model”. In the analyzed architectures, there are identified five common components that form the DT: “Physical Entity”, “Virtual Entity”, “Connection”, “Data Model”, “Service Model”.

### **Acknowledgments**

The work is done under support of the project EuroPIM Virtual Master School Ukraine (EU-ViMUK)

### **References**

1. Steindl, G.; Stagl, M.; Kasper, L.; Kastner, W.; Hofmann, R. Generic Digital Twin Architecture for Industrial Energy Systems. Appl. Sci. 2020, 10, 8903. <https://doi.org/10.3390/app10248903>.

UDC 004

Shtepa I.A.<sup>1</sup>, Tabunshchik G.V.<sup>2</sup>, Arras P.<sup>3</sup>

## **ANALYSIS OF THE OPEN EDUCATIONAL RESOURCES PLATFORMS**

It is very important nowadays to provide students with the access to the actual online educational resources. Open Educational Resources(OER) is an important part of any educational systems. That’s why the aim of this work was to analyses existing OER platform and their functionality.

OER are teaching, learning, and research materials that are either in the public domain or licensed in a manner that provides everyone with free and perpetual permission to engage in the 5R activities: Retain, Reuse, Revise, Remix, Redistribute [1].

To search OER on the specific topic there could be used different engines such as FindOER from Open Professionals Education Network (<https://open4us.org/find-oer/>) or Find OER from CCOER

---

<sup>1</sup> stud. gr. KNT-132m NU «Zaporizhzhia polytechnic»

<sup>2</sup> PhD, Prof. NU «Zaporizhzhia polytechnic»

<sup>3</sup> Dr.Ing., KU Leuven, Belgium

(<https://www.ccoer.org/using-oer/find-oer/>).

There were analyzed 36 OER resources.

Mostly all OER sites use user registration to download a resource from the site or increase the amount of resources available after registration. Also, some OER sites offer paid services. For example, buy a printed book or buy a color-bound book. There are also OER sites offering paid resources in the form of online courses (consultations) and resources that are not freely available. Such OER sites can be classified as business. These sites have little traffic. This is because almost all the content there is paid.

An excellent option for the availability of resources are sites that require only user registration. This allows user to download content from the site for free. Another important attribute of such an OER platform is its popularity, which depends on the search query that the user enters into Google. For a site to appear one of the first in a Google query, several factors are needed, the first is advertising and the second is traffic. OER websites receive money for advertising from additional services such as trainings, consultations, paid resources, paid courses for students.

There are OER platforms with free resources and more, such as LibreTexts, Saylor Academy, Lumen Learning, and the Library of Congress . These sites are cooperating with each other or they are sponsored at the state level. These sites are the most visited and famous due to the large number of resources and categories of resources and also the opportunity to get them for free.

One of the most advanced platform is OER Commons (<https://www.oercommons.org/curated-collections/570>), which contains more than 50,000 resources divided into: agriculture, automotive technology and repair, electronic technology, film and music production, graphic design, manufacturing, marine science, welding, etc.

In conclusion, 36 OER sites and 14 platforms were analyzed for this work. The main platforms which are used for the implementation of the University OER are WordPress, Drupal, and Moodle. That's why Moodle is considered as a platform for the NUZP OER hub.

To use the OER in the formal educational process and specially to develop personal OER require from university a systemized approach for evaluation of the digital resources which should be aligned with national and university policy. In the WORK4CE project there is developed a Quality Manual, which include the description of the Digital Resource Checklist, which is used for the pair-review of the developed online modules.

## Acknowledgments

The work is done under support of the projects EuroPIM Virtual Master School Ukraine (EU-ViMUK) and Erasmus + KA2 projects WORK4CE “Cross-domain competences for healthy and safe work in the 21<sup>st</sup> century” (619034-EPP-1-2020-1-UA-EPPKA2-CBHE-JP)

## References

1. Open Education. Online access: <https://creativecommons.org/about/program-areas/education-oer/>

УДК 004.52

Бережний О.Ю.<sup>1</sup>, Пархоменко А.В.<sup>2</sup>

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ РОЗПІЗНАВАННЯ ГОЛОСОВИХ КОМАНД ДЛЯ ІОТ ПРИСТРОЇВ**

Розвиток інформаційних технологій розширив галузь застосування пристроїв, пов'язаних з Інтернетом речей (ІоТ). Але, незважаючи на загальну ідею «покращення життя» людей, проблемою ІоТ технологій залишається низький рівень стандартизації. Саме тому кінцевий користувач вимушений майже для кожного приладу опановувати новий інтерфейс керування, що потребує додаткового часу на ознайомлення з функціоналом. Зазвичай керування ІоТ приладами відбувається через графічний інтерфейс, а це створює додаткове навантаження на зорову систему людини [1].

За результатами проведеного дослідження існуючих на ринку рішень було виявлено, що не зважаючи на те, що ІоТ пристрій зберігає можливість функціонування як окрема одиниця, з метою зменшення витрат часу на опанування користувачем принципів керування приладом, частіше його та інші розумні пристрої об'єднують у загальну систему керування (ЗСК). Прикладами таких систем є Amazon Echo, Google Home, Samsung's SmartThings Hub [2]. Задачею ЗСК є забезпечення можливості управління ІоТ пристроями через єдиний інтерфейс, який надає однакові (або схожі за стилем) засоби керування приладами. Таке рішення сприяє поліпшенню

---

<sup>1</sup> Студент кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> К.т.н., доц. кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

сприйняття системи керування людиною та дозволяє легше масштабувати систему.

З метою зниження навантаження на зорову систему людини потрібно задіяти інші органи сприйняття. Провівши аналіз існуючих рішень, було виявлено, що розповсюдженим рішенням та альтернативою графічному інтерфейсу є використання голосового керування, що надає можливості управління системою шляхом розпізнавання голосових команд від користувача. Провідні компанії активно застосовують голосових асистентів таких як Siri (Apple), Alexa (Amazon), Ok Google та ін. Важливо, що зазначений підхід також надає можливість керування ЗСК людям з вадами зору.

Основним недоліком зазначених систем є потреба в Інтернеті та дуже обмежений режим роботи оффлайн, що становить під загрозу здатність функціонування ЗСК у разі відсутності Інтернет з'єднання. Окрім цього, підключення ЗСК до Інтернет-мережі підвищує ризики кібератаки та зараження вірусом, отже підвищує вимоги до безпеки системи, знижуючи корисну обчислювальну потужність ЗСК [3].

Отже, актуальною є задача дослідження та програмної реалізації оффлайн методу розпізнавання голосових команд з метою його подальшого використання у ЗСК.

За результатами аналізу для блоку отримання й обробки голосових команд було обрано модуль ESP-32 через відносно велику обчислювальну потужність, широкий спектр вбудованого функціоналу, доволі низьку вартість. Програмну реалізацію виконано з застосуванням методів нейромережевого навчання, оскільки це сприяє суттєвому покращенню результативності розпізнавання. Проаналізувавши існуючі бібліотеки нейронавчання, було обрано TensorFlow Lite, оскільки вона розроблена для мікроконтролерів та адаптована розробником для ESP-32 [4].

Також, при програмній розробці та складанні тест-кейсів було враховано та приділено особливу увагу попередньо проведеному дослідженню щодо найуживаніших команд керування існуючих голосових асистентів. Розроблений продукт успішно пройшов тестування за тест-листом. Розробка та впровадження автономної голосової системи керування дозволить зменшити зорове навантаження на кінцевого користувача та підвищити зручність керування IoT пристроями.

### **Перелік посилань**

1. Збереження зору в умовах роботи з гаджетами [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://confopcb.iee.kpi.ua/proc/article/view/183815/183637>. 2. Prospero, M. The best Smart Home hubs of 2022 [Electronic resource] / M. Prospero. – Access mode: <https://www.tomsguide.com/us/best-smart-home-hubs,review-3200.html>. 3. Howard, P.

N. Pax Technica: How the Internet of things may set us free or lock us up // New Haven, CT: Yale University Press. – 2015. 352 p. 4. TensorFlow lite for microcontrollers [Electronic resource] – Access mode: <https://www.tensorflow.org/lite/microcontrollers>.

УДК 004.89

Горіченко Ю. Є.<sup>1</sup>, Пархоменко А. В.<sup>2</sup>, Поздняков О.А.<sup>3</sup>

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ**

На сьогоднішній день існує багато різних платформ домашньої автоматизації (СДА), наприклад, OpenHAB, Home Assistant та ін. Здебільшого їх функціонал спрямований на моніторинг та управління різноманітними процесами в будинках та квартирах, але при цьому вони не надають інтелектуальної підтримки користувачам, зокрема з точки зору економічного споживання електроенергії на основі оптимального використання різноманітних побутових приладів. Тому, актуальною є задача впровадження інтелектуальних методів контролю та управління, які дозволять зробити СДА дійсно «розумними».

В роботі проведено дослідження реального домогосподарства, у якому в ролі платформи СДА виступає програмне забезпечення OpenHAB. Головною особливістю досліджуваної СДА є те, що до її складу входять сонячна та вітрова електростанції, відповідно, генерація власної електроенергії дозволяє суттєво заощаджувати кошти та менше залежати від тарифів на комунальні послуги за користування електроенергією. В той же час, оскільки в системі задіяно велику кількість потужних електроприладів, власної генерації не завжди вистачає і система споживає частину електроенергії з зовнішньої мережі. Недоліком системи є те, що за замовчуванням платформа OpenHAB не надає інтелектуальної підтримки користувачу з точки зору ефективної організації використання електроприладів з метою зниження цієї частини, що на сьогодні є проблематичним в умовах нестабільної економічної та політичної ситуації в країні. Тому, метою роботи є аналіз і практична реалізація

---

<sup>1</sup> Студент кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> К.т.н., доц. кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

<sup>3</sup> Аспірант кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

інтелектуальних методів контролю енергоспоживання та розробка підсистеми інтелектуальної підтримки, яка буде інтегрована з платформою OpenHAB.

В ході досліджень було детально проаналізовано наукові роботи, у яких автори пропонують різні підходи щодо контролю енергоспоживання. В результаті, всі розглянуті методи було поділено на дві основні групи: оптимізація розкладу роботи електроприладів та прогнозування генерації електроенергії. Так, вирішення задачі оптимізації розкладу роботи побутових приладів пропонується з використанням методу рою часток та генетичного алгоритму [1]. Для прогнозування генерації електроенергії пропонується ряд методів, а саме: ARIMA, нейронна мережа з довгою короткочасною пам'яттю, рекурентна нейронна мережа, нейронна мережа прямого поширення та згортоква нейронна мережа [2].

В роботі представлено комплексний метод на основі прогнозування та оптимізації. В якості моделі прогнозування було обрано нейронну мережу прямого поширення. Оптимізацію розкладу роботи електроприладів вирішено реалізувати на основі методу рою часток. Таким чином, впровадження запропонованого комплексного методу дозволить прогнозувати генерацію електроенергії на наступну добу, а також пропонувати оптимальний розклад використання побутових приладів мешканцям будинку.

Для розробки підсистеми інтелектуальної підтримки було прийнято рішення використовувати мову програмування Java. Для створення та навчання нейронних мереж - мову Python, а також бібліотеки TensorFlow та Keras. Зберігання необхідних даних буде реалізовано за допомогою реляційної бази даних MySQL. Розроблена підсистема буде взаємодіяти з платформою OpenHAB та дозволить надавати рекомендації мешканцям будинку щодо ефективного користування електроприладами, з максимальним використанням альтернативних джерел енергії та з мінімальною залежністю від зовнішньої електромережі.

### **Перелік посилань**

1. Scheduling optimization of smart homes based on demand response [Text] / [J. Zhu, F. Lauri, A. Koukam et al.] // Artificial Intelligence Applications and Innovations: 11th IFIP International Conference, Bayonne, 14-17 September 2015: proceedings. – Bayonne: Springer, 2015. – P. 223-236.
2. Taksir, M. Data-driven Time Series Based Prediction in Smart Home Appliance Energy Consumption [Text] / M. Taksir, S. Aktar // International Journal of Computer Applications. – 2019. – Vol. 15. – P. 41-46.

## **КОМПЕТЕНТНОСТІ УПРАВЛІННЯ ЦИФРОВОЮ ТРАНСФОРМАЦІЄЮ У НАВЧАЛЬНИХ КУРСАХ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З МІСЬКИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ**

Процеси цифрової трансформації та цифрові технології на сьогодні характеризуються їх стрімким розвитком, широким розповсюдженням і глибоким проникненням в усі сфери виробництва та повсякденної діяльності людини і суспільства. Використання сучасних цифрових технологій дозволяє покращити технологічні процеси, збільшити продуктивність праці, зменшити операційні витрати, забезпечити більш якісний рівень сервісу для кінцевого споживача товарів чи послуг [1]. Не виключенням у цьому відношенні є і транспортна галузь, що надає послуги з перевезення вантажів і пасажирів, які у широкому розумінні включають в себе комплекс операцій, спрямованих на забезпечення максимального задоволення кінцевого споживача з наданням останньому максимального рівня сервісу та мінімальними логістичними витратами.

У сфері міського пасажирського транспорту цифрова трансформація передбачає впровадження нових цифрових технологій у технологічні процеси утримання транспортної інфраструктури та рухомого складу, інформаційне забезпечення процесів перевезень пасажирів [2, 3]. Тож, набуття компетентностей з управління цифровими змінами є вкрай важливими у освітньому процесі підготовки сучасного фахівця з транспортних технологій загалом та міських транспортних систем зокрема.

Аналіз освітніх програм підготовки бакалаврів і магістрів зі спеціальності 275 «Транспортні технології» у Національному університеті «Запорізька політехніка» засвідчив відсутність у них навчальних дисциплін чи модулів, присвячених процесам сучасної цифрової трансформації у транспортній галузі. Тож, в рамках реалізації освітнього проекту Європейського Союзу Erasmus+ KA2 «Work4CE. Міждоменні компетентності для здорової та безпечної роботи у 21 столітті» (<https://work4ce.eu>) розроблено структуру та зміст навчального модуля «Міський масовий пасажирський транспорт і міська мобільність у цифрову епоху: стан питання, проблеми та можливості», інтегрованого до навчальної дисципліни «Міські транспортні системи» освітньої програми

---

<sup>1</sup> д-р техн. наук, професор, Національний університет «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> здобувач освіти, Національний університет «Запорізька політехніка»

підготовки магістрів спеціальності 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)», вивчення якого забезпечить набуття здобувачами освіти компетентностей з управління цифровою трансформацією у системах міського громадського транспорту та сталої міської мобільності.

Зміст навчального модуля охоплює широке коло питань з основ розробки та використання методів та інструментів розробки, планування та управління цифровими змінами у міських транспортних системах та містить такі розділи:

1) структура та функції міських транспортних систем в аспекті цифрових технологій: підходи, базові концепції, принципи та визначення;

2) цифрові зміни та нові цифрові технології у експлуатації, технічному обслуговуванні, управлінні та споживчому сервісі міських масових пасажирських перевезень;

3) інноваційні цифрові бізнес-моделі та концепції у сфері міської сталої мобільності;

4) цифрові інструменти та організаційні підходи в управлінні цифровою трансформацією на міському громадському транспорті та у сфері міської сталої мобільності на рівні транспортних підприємств, установ та органів місцевого самоврядування.

Загальний обсяг модуля складає 60 годин (2 кредити ЄКТС), з яких 20 годин є аудиторними та 40 годин відведено на самостійну роботу. Аудиторні години включають в себе лекції та практичні заняття (передбачають як індивідуальну, так і групову роботу здобувачів освіти з аналізу та вирішення ситуаційних завдань). Навчальним курсом також передбачено виконання курсової роботи, одним з розділів якого є розробка заходів з впровадження цифрових змін у процесі управління міськими пасажирськими перевезеннями.

### **Перелік посилань**

1. Bloem, J., Van Doorn, M., Duivestijn, S., Excoffier, D., Maas, R., & Van Ommeren, E. (2014). The fourth industrial revolution. *Things Tighten*, 8(1), 11-15. 2. Goodall, W., Fishman, T., Dixon, S., & Perricos, C. (2015). Transport in the digital age, disruptive trends for smart mobility. Deloitte LLP. 3. Davidsson, P., Hajinasab, B., Holmgren, J., Jevinger, Å., & Persson, J. A. (2016). The fourth wave of digitalization and public transport: Opportunities and challenges. *Sustainability*, 8(12), 1248.



## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДІВ ОБЛІКУ РОБОЧОГО ЧАСУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ**

На даний момент на підприємствах найчастіше функціонують відділи нормування праці та відділи кадрів або відділи HR. З ростом кількості співробітників підприємства збільшується навантаження на працівників цих відділів.

Приблизно 70-90% робочого часу нормувальники витрачають на систематизацію та облік даних з обсягу відпрацьованого часу інших працівників. В цьому, власне, і полягає їх робота, але часто трапляється так, що нормувальник з затримками володіє даними про робочі часи працівників або не володіє взагалі внаслідок географічних, технічних та інших перешкод.

Для компанії, що виконує роботи на різних об'єктах навіть в кордонах одного міста, постає проблема в кількості нормувальників, що дорівнює кількості місць, де виконується роботи для ефективного обліку робочого часу.

Можна використовувати турнікети, систему перепусток та систему керування та управління доступом (СКУД), але у випадку короткочасного виконання робіт та великої кількості об'єктів це рішення не є економічно доцільним. Найчастіше, коли роботи виконуються на базі інших підприємств, працівники отримують перепустки на відповідні об'єкти, але з міркувань безпеки та надійності отримання даних СКУД інших підприємств на об'єктах не є вирішенням проблеми.

У разі надзвичайної ситуації на виробництві нормувальник має достеменно знати, чи перебував той чи інший працівник на відповідному об'єкті у певний проміжок часу, оскільки це несе фінансові, репутаційні та інші наслідки для компанії в залежності від ступеню критичності ситуації. Отже для нормувальників важливо володіти актуальними даними щодо задіяності працівників на об'єктах та обсягів робочого часу працівників.

Існує декілька варіантів вирішення даної проблеми. Підприємство або розширює штат нормувальників, які збирають та оброблюють інформацію, або автоматизує обробку певної частини інформації. Економічно доцільніше одноразове розроблення програмного продукту,

---

<sup>1</sup> студентка 2 курсу магістратури кафедри ПЗ НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> к.т.н., доцент кафедри ПЗ НУ «Запорізька політехніка»

ніж постійне утримання додаткової робочої сили.

Перед обранням технологій та засобів розробки важливо розуміти перелік необхідного функціоналу майбутнього програмного продукту. Коли сформовано ціль розробки, варто також врахувати технічні особливості місць використання (стабільність доступу до мережі Інтернет, тощо).

Найчастіше автоматизується інформаційна функція (отримання інформації в режимі реального часу) та систематизація великих обсягів даних. Також важливо забезпечити збереження даних в умовах нестабільного доступу до мережі Internet та достовірність отриманих даних.

Також було вирішено реалізувати для працівників доступ до актуальної дозвільної документації для можливості надання останньої для перевірок, які відбуваються на підприємстві.

Для реалізації програмного продукту доцільно використовувати звичні пересічному користувачу засоби взаємодії. Ідеально підходить варіант телефона під керуванням Android, оскільки важко знайти співробітника, який не користується останнім, також таким чином буде дотримано вимогу про достовірність даних, що отримуються, оскільки так можна виключити людський фактор та факти шахрайства з датами та часом.

Прийнято рішення для обсягу працівників, що виконують роботи на інших підприємствах та мають перепустки цих підприємств, використовувати в якості міток перепустки відповідних підприємств. Перепустка являє собою пасивну RO RFID мітку. Частота відносної половини перепусток – 125Khz, інша половина має частоту 13.56Mhz.

На перепустку наносять qr-код у випадку, коли працівник задіяний на об'єкті, де немає внутрішнього виробництва перепусток або існують географічні перешкоди для його отримання. Для реалізації зчитування використовуються портативні зчитувачі відповідної частоти для мобільних телефонів та промислові термінали з предумовленим зчитувачем. Програмна частина застосунку реалізує функції фіксації робочого часу працівників, доступ до перегляду та передачі звітів, доступ до інформації та документів з облікових записів працівників.

**Висновок.** Створення системи фіксації робочого часу є доцільним та актуальним, оскільки не існує аналогічного рішення, зацікавлені особи зможуть отримати доступ до цільових функцій фіксації робочого часу та додаткових можливостей, таких як доступ до дозвільної документації співробітників.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ХМАРНОГО КОМП'ЮТИНГУ**

Хмарний комп'ютинг – це найяскравіша технологічна інновація двадцять першого сторіччя. Це пов'язано з тим, що вона набула популярності швидше, ніж будь-яка інша технологія в цій галузі. Таке впровадження було викликане переважно зростанням числа смартфонів і мобільних пристроїв, які можуть мати доступ до Інтернету. Хмарний комп'ютинг призначений не тільки для організацій та підприємств, але й для звичайного користувача. Такі технології дозволяють запускати програми, не встановлюючи їх на власні пристрої, зберігати та отримувати доступ до мультимедійного контенту через Інтернет, розробляти та тестувати програми без необхідності наявності серверів [1].

Як показали проведені дослідження, поняття хмарний комп'ютинг включає в себе п'ять основних характеристик: самообслуговування на вимогу, широкий доступ до мережі, об'єднання ресурсів, швидка еластичність та вимірювані послуги. Самообслуговування на вимогу дозволяє клієнтам використовувати хмарний комп'ютинг без людського контакту між споживачами та постачальниками послуг. Широкий доступ до мережі дає можливість мережевій інфраструктурі підключатися до широкого спектру пристроїв для забезпечення плавного доступу до обчислювальних ресурсів. Об'єднання ресурсів надає змогу постачальникам налаштовувати послуги відповідно до потреб кожного клієнта без будь-яких змін, які будуть очевидними для клієнтів або кінцевих користувачів. Швидка еластичність дозволяє хмарам швидко масштабуватися для задоволення потреб користувачів. Вимірювана послуга означає, що постачальник послуг відстежує, скільки конкретної послуги споживає кожен клієнт протягом визначеного періоду часу [2].

Також хмарний комп'ютинг включає в себе певні сервіси та моделі, що працюють за лаштунками та роблять його здійсненним та доступним для кінцевих користувачів.

У роботі було досліджено такі моделі розгортання як публічна хмара,

---

<sup>1</sup>Студентка кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> К.т.н., доц. кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

<sup>3</sup> Асистент кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

<sup>4</sup> Аспірант кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

приватна хмара, ком'юніті хмара та гібридна хмара, а також основні типи сервісів: інфраструктура як послуга (IaaS), платформа як послуга (PaaS) та програмне забезпечення як послуга (SaaS).

В результаті аналізу існуючих хмарних IoT сервісів, таких як Google Cloud IoT, Microsoft Azure IoT Hub, KaaIoT та Particle, виявилось, що вони дозволяють зберігати та візуалізувати дані, що отримані з датчиків, але не надають можливості переглянути відеозображення цих датчиків у разі надзвичайної ситуації (наприклад, відсутність даних з датчика, незрозумілі різкі стрибки показників тощо).

В роботі пропонується створити IoT сервіс, який буде не лише отримувати, обробляти та візуалізувати дані з датчиків, а й дозволить переглянути відео з камери, що наведена на ці датчики, в певний момент часу. Для цього слід забезпечити не просто трансляцію відео з камери спостереження, а зберігати відео для подальшого перегляду певних фрагментів після аналізу даних, що надійшли з датчиків, та виявлення певних ситуацій, що потребують уточнення. При такому підході виникає задача збереження великих об'ємів даних. Для цього доцільно використовувати хмарні сховища, однак більшість з них є платними.

Тому, в роботі пропонується реалізувати збереження відео інформації наступним чином: кожні декілька секунд робити знімок з камери та зберігати його. Збереження даних можна реалізувати декількома способами: одразу відправляти зображення до FTP сховища або зберігати локально та раз на добу вивантажувати знімки до сховища. FTP сервіси зазвичай дешеві, а деякі з них мають безкоштовні версії. Більшість сучасних відеопрограваців, в яких можна указати FTP, із збережених зображень можуть зібрати відео у разі необхідності.

При реалізації IoT сервісу планується застосувати методологію повторного використання та систему керування вмістом [3], що дозволить прискорити процес розробки та легко інтегрувати сервіс у вигляді нової вебсторінки до складу віддаленої лабораторії Smart House&IoT.

### **Перелік посилань**

1. Why is cloud computing important? [Electronic resource] – Access mode: <https://opencirrus.org/cloud-computing-important>.
2. Cloud Computing. [Electronic resource] – Access mode: <https://www.techopedia.com/definition/2/cloud-computing>.
3. Tereshchenko, O. Content management system for remote laboratory development / O. Tereshchenko, A. Sokolyanskii, A. Parkhomenko // The thirteenth International Research Conference (IRC), Dortmund, 1-2 July 2022: proceedings. - 2022. - P. 263-266.

## РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВІДДАЛЕНОГО МОНІТОРИНГУ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Заощадження ресурсів, зокрема електроенергії, є одним з пріоритетних завдань Системи розумний будинок (СРБ), оскільки ефективне використання електроенергії є надзвичайно актуальним у наш час [1]. Проте, розв'язок цієї задачі наразі є досить трудомістким, потребує подальшої розробки та впровадження інтелектуальних методів, а також спеціальних апаратних та програмних засобів. При цьому, особливої уваги потребує робота з даними вимірювань енергоспоживання, підвищення їх достовірності шляхом очищення від шуму, правильної інтерпретації та відображення [2]. Тому, тема роботи є актуальною.

Метою роботи є дослідження та розробка методів та засобів віддаленого моніторингу енергоспоживання для СРБ. Для цього було досліджено особливості предметної області, розглянуто наявні аналоги та розроблено прототип, що дозволяє виміряти дані щодо енергоспоживання електроприладів, обробити їх та відправити до СРБ.

В ході досліджень було розглянуто декілька існуючих рішень. Наприклад, автори проекту [3] використовують мікроконтролер Arduino Uno, інвазійний датчик струму ACS712 та датчик напруги, а мікроконтролер ESP8266 надсилає дані в хмару та відображає результати вимірювань в Android-застосунку. В проекті [4] використовуються мікроконтролери ESP12 та Arduino, що зчитують показники з датчика струму ACS712 і за допомогою WiFi та протоколу IFTTT сповіщають через SMS чи електронної пошти, або надсилають результати в Android-застосунок через протокол MQTT. В результаті аналізу виявлено, що існуючі рішення містять ряд недоліків. Наприклад, необґрунтоване використання зв'язки декількох мікроконтролерів. Крім того, використання інвазивних датчиків струму може підвищити рівень небезпеки при використанні даних пристроїв. Також в більшості варіантів використовуються неоптимальні способи передачі даних та моніторингу.

Для реалізації апаратного забезпечення підсистеми моніторингу прийнято рішення використовувати платформу M5Stack ATOM на базі

---

<sup>1</sup> Студент кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> К.т.н., доц. кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

<sup>3</sup> Асистент кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

мікроконтролера ESP32, що дозволить реалізувати функції отримання інформації з датчиків та передачі даних через Wi-Fi. Для надсилання результатів до СРБ використовується протокол MQTT. Для проведення тестувань обрано платформу домашньої автоматизації openHAB.

При реалізації апаратного забезпечення використано: модуль датчика напруги змінного струму Zmpt101b 250V, датчик контролю наявності мережевої напруги 220В з оптопарою, модуль датчика сили струму ZMCT116A. Датчик Zmpt101b вимірює поточну напругу в електромережі, а ZMCT116A – силу струму споживача, що під'єднаний до прототипу. На відміну від датчика струму, датчик напруги є інвазивним, проте через нього проходить мінімальний струм, а тому його використання є безпечним.

Розроблене програмне забезпечення (ПЗ) дозволяє здійснити очищення отриманих даних від шумів, виконати їх фільтрацію та обчислити значення потужності, яка є показником споживання електроенергії електроприладом.

Створений прототип може бути інтегрований в пристрої типу Розумна розетка для СРБ, що дозволить підвищити рівень контролю споживання електроенергії та безпеки при використанні електроприладів. А інтеграція підсистеми моніторингу з СРБ дасть можливість повідомляти користувачу про надмірне споживання електроенергії.

### **Перелік посилань**

1. Smart Home: Definition, How They Work, Pros and Cons. [Electronic resource] – Access mode: <https://www.investopedia.com/terms/s/smart-home.asp>. 2. The Smart Home [Electronic resource] – Access mode: [https://www.smartgrid.gov/the\\_smart\\_grid/smart\\_home.html](https://www.smartgrid.gov/the_smart_grid/smart_home.html). 3. Rabbani, A. Smart energy metering and billing system. / [A. Rabbani, P. Jain, P. Kumar et al.] // International journal of engineering sciences & research technology, 2019 .- Vol. 8, № 6. – P. 98-106. 4. IoT Based Electricity Energy Meter using ESP12 and Arduino [Electronic resource] – Access mode: <https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/iot-electricity-energy-meter-using-esp12-arduino>.

## СИСТЕМА ШВИДКОГО РОЗГОРТАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТА РОЗПОДІЛЕННЯ ПОТОКУ ПОВІТРЯ

У зв'язку з епідемією COVID-19 надзвичайної важливості набуло використання систем вентиляції, знезараження та фільтрації повітря. Тим не менш, актуальною задачею залишається створення системи вентиляції, яка швидко розгортається та може використовуватись в мобільних госпіталях [1] або у модульних середовищах тимчасового перебування [2].

Як показали проведені дослідження, система контролю та розподілення потоку повітря швидкого розгортання може бути реалізована за допомогою простих компонентів індивідуального регулювання потоку повітря – анемостатів, яким притаманна поширеність та низька ціна [2].

На основі аналізу джерел інформації в якості керуючого контролера вирішено використовувати ESP32, а в якості технології передачі даних - esp-wi-fi-mesh, що забезпечує легкість розгортання самоформуючої та самовідновлювальної мережі бездротового зв'язку з вузлами, організованими в комірчасту топологію [4].

Дослідження показало, що на відміну від інших протоколів для комірчастих мереж (zigbee, z-wave, ble-mesh) технологія esp-wi-fi-mesh є більше дешевою, універсальною та надає можливість використання звичайного wi-fi підключення. Топологія мережі esp-wi-fi-mesh може масштабувати до 1000 вузлів на великих територіях, не вимагаючи підтримки будь-якої спеціальної інфраструктури Wi-Fi. esp-wi-fi-mesh також можна використовувати для покриття сліпих зон Wi-Fi у сценаріях розгортання, коли сигнал Wi-Fi недоступний [4].

Для реалізації системи контролю та розподілення повітря були створені: механічна частина, що рухає анемостат [3] діаметром 125 мм для відкривання та закривання, а також плата керування з використанням драйвера двигуна та датчика контролю температури повітря. Механічна частина складається з мотору (12gan20) та друкованих деталей, які кріпляться на анемостаті, не пошкоджуючи його конструкцію. Плата керування мотором та передачі даних кріпиться на друкованих деталях. Таким чином, було автоматизовано механічну частину анемостата з наданням можливості керування. Встановлення декількох таких пристроїв

---

<sup>1</sup> Асистент кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> К.т.н., доц. кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

створює систему.

Керування системою відбувається за допомогою сигналів «відкрити», «закрити» та завдання відкриття у відсотках для кожного пристрою. Дані з датчиків температури передаються від кожного елемента системи. Кожен пристрій системи має можливість прямого підключення до мережі Інтернет для передачі інформації про стан пристроїв та температури повітря, або через вибраний окремий пристрій, який може виконувати роль шлюза.

Технологія esp-wi-fi-mesh автоматично формує мережу з урахуванням потужності сигналу, що забезпечує оптимальні маршрути передачі сигналів для керування та контролю. З'єднання базується на безпеці WPA2. Швидке розгортання системи досягнуто шляхом відсутності заздалегідь встановленої топології мережі. Пристрої можуть бути встановлені у випадковому порядку та кожен має свій унікальний ідентифікатор, якій надсилається разом із даними або керуючими командами.

Таким чином, в роботі було створено систему контролю та розподілення потоку повітря, яка може бути швидко розгорнута завдяки самостійній організації мережі. В подальшій роботі планується створення окремого мобільного застосунку для реалізації інтерфейсу з системою.

### **Перелік посилань**

1. Xiangfei, K. Experimental study on the control effect of different ventilation systems on fine particles in a simulated hospital ward / [X. Kong, C. Guoa, Z. Lin et al.] // Sustainable Cities and Society, 2021. Vol. 73. – 103102. 2. Werner-Juszczuk, A. J. Work comfort in a Home office with mechanical ventilation - a Case study / A. J. Werner-Juszczuk// Environmental Sciences Proceedings, 2022. - Vol.18, № 1. – P. 1-4. 3. ESP-WIFI-MESH is a wireless communication network [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.espressif.com/en/products/sdks/esp-wifi-mesh/overview>. 4. Анемостат [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://vents-mag.com.ua/blog/chto-takoe-anemostat-i-kak-on-montiruetsya>.



## МІНІМІЗАЦІЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ БЕЗДРОВОЇ СЕНСОРНОЇ МЕРЕЖІ НА ОСНОВІ ПРОГРАМНИХ І АПАРАТНИХ РІШЕНЬ

Сьогодні бездротові сенсорні мережі (БСМ) набувають все більшої популярності, зокрема для реалізації технологій Інтернету речей. Але актуальною проблемою залишається забезпечення тривалої, безперебійної роботи таких мереж з використанням автономних джерел живлення [1]. Вирішити цю задачу можливо на основі комплексного впровадження альтернативних джерел електроенергії, енергоефективних режимів роботи компонентів БСМ та сучасних протоколів передачі даних, а також розробки програмних рішень для забезпечення надійної роботи з даними мережі. Як показали проведені дослідження, передача даних в БСМ є частиною робочого процесу, під час якого споживається суттєва частка електроенергії [2]. Тому, метою роботи є подальший розвиток алгоритму збору та передачі даних з сенсорів для мінімізації енергоспоживання БСМ.

На основі аналізу літературних джерел, було вирішено взяти за основу архітектури системи мережу i-Beans [3], в якій передбачено три типи пристроїв – кінцеві точки (сенсори), роутери (маршрутизатори) та центральний шлюз. Перевагою цієї мережі є те, що кінцеві точки не прив'язані жорстко до одного роутера, як у більшості деревоподібних структур, а мають можливість перемикатися між ними для передачі даних у випадку, коли найближчий роутер недоступний [3]. Порівняння популярних протоколів передачі даних (ESP-NOW, Wi-Fi та Bluetooth) проводилося за такими критеріями як енергоспоживання та час підключення. Дослідження показало, що енергоспоживання приблизно однакове для всіх трьох протоколів, але для ESP-NOW не потрібен час на узгодження з'єднання, що робить вибір цього протоколу більш обґрунтованим при використанні Wi-Fi модулів ESP-32 для БСМ.

З метою подальшого розвитку алгоритму збору та передачі даних БСМ було розглянуто наступні підходи: дерева рішень, нечітка логіка та генетичні алгоритми. Деревя рішень прості та прозорі для розуміння, але є ризик створення надскладного дерева, яке втратить здатність

---

<sup>1</sup> Студентка кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

<sup>2</sup> К.т.н., доц. кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

<sup>3</sup> Асистент кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

узагальнювати дані. На відміну від дерев рішень, нечітка логіка [4] та генетичні алгоритми базуються на евристичному підході, що допомагає уникнути складних математичних моделей при забезпеченні здатності працювати з конфліктними ситуаціями та нелінійністю даних. Однак, генетичні алгоритми можуть мати низьку швидкодію, а також мають тенденцію сходиться до локальних оптимумів рішень. Тому, було розроблено алгоритм на основі нечіткої логіки, що дозволить системі на кожній ітерації аналізувати стан пристрою, здійснювати оцінку зміни даних датчика та часу останнього підключення, і на базі цього аналізу задавати поведінку кінцевої точки – відправляти дані на роутер чи зберігати певний час у локальній пам'яті. У критичних випадках (низький заряд батареї, занадто великий для передачі обсяг збережених даних) на роутер буде надсилатися відповідне повідомлення. Такий алгоритм роботи дозволить системі мінімізувати кількість підключень кінцевої точки до мережі, що суттєво знизить енерговитрати кожної точки та БСМ в цілому. Окрім збереження енергії, даний підхід дозволить підвищити надійність роботи системи, оскільки окрім аналізу параметрів кінцевої точки та даних, система також прогнозує стан доступних роутерів для виключення випадку втрати даних через збої у роботі маршрутизаторів.

В подальшій роботі планується протестувати роботу БСМ, що складається з великої кількості кінцевих точок, а також розглянути можливості використання альтернативних джерел живлення.

### **Перелік посилань**

1. Wireless sensor networks. Design, deployment and applications / Ed. By S. S. Yellampalli. – London: IntechOpen, 2021. – 344 p. 2. The game theory: applications in the wireless networks [Electronic resource] – Access mode: [https://www.researchgate.net/publication/327985845\\_The\\_Game\\_Theory\\_Applications\\_in\\_the\\_Wireless\\_Networks](https://www.researchgate.net/publication/327985845_The_Game_Theory_Applications_in_the_Wireless_Networks). 3. Techniques for minimizing power consumption in low data-rate wireless sensor networks [Electronic resource] – Access mode: <http://alumni.media.mit.edu/~deva/papers/wcnc.pdf>. 4. A fuzzy-logic approach in decision-making [Electronic resource] – Access mode: <https://www.legrand.co.uk/products/user-interface/home-automation>.

Наукове електронне видання  
Можна використовувати в локальному  
та мережному режимах

## **СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ І ДОСЯГНЕННЯ В ГАЛУЗІ РАДІОТЕХНІКИ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

### **Тези доповідей XI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

Технічні редактори *Д. М. Піза, С. В. Морщавка*  
Комп'ютерне верстання *С. В. Морщавка, О. О. Дяченко*  
Відповідальний за випуск *С. В. Морщавка*

Один електронний оптичний диск (DVD-ROM); супровідна документація.  
Тираж 100 прим. Зам. № 984

Видавець і виготовлювач  
Національний університет «Запорізька політехніка»  
Україна, 69063, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 64  
Тел.: (061) 769–82–96, 220–12–14

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6952 від 22.10.2019.