

Міністерство освіти і науки України  
Хмельницький національний університет



ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ  
за матеріалами XII всеукраїнської науково-практичної конференції  
«Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2020»

*9-10 листопада 2020*

Хмельницький 2020

УДК 004:37:001:62

Збірник наукових праць за матеріалами XII всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2020». Хмельницький – 2020. – 365с.

У збірнику наукових праць подані перспективні практичні розробки аспірантів, студентів та здобувачів в області сучасних інформаційних технологій. Розглянуто актуальні проблеми комп'ютерних наук, комп'ютерної інженерії, прикладної математики й інженерії програмного забезпечення, приведено ряд робіт по впровадженню інформаційних технологій у виробництво та управління. Висвітлено перспективні розробки сучасних систем пошуку, обробки й захисту інформації, медійних та комунікаційних системи.

УДК 004:37:001:62

Матеріали конференції відтворені з авторських оригіналів. Оргкомітет конференції висловлює подяку учасникам конференції та сподівається на подальшу співпрацю.

З питань проведення конференції та подальшого обміну інформацією звертатись на e-mail конференції: [apkt.khnu@gmail.com](mailto:apkt.khnu@gmail.com)

## **АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК - 2020**

### **XII Всеукраїнська науково-практична конференція**

Метою конференції є висвітлення актуальних проблем комп'ютерних наук, інформатики та інформаційних технологій.

### **СЕКЦІЇ КОНФЕРЕНЦІЇ:**

1. Комп'ютерні науки та прикладні інформаційні технології.
2. Комп'ютерна інженерія та системи захисту інформації.
3. Математичне моделювання та інженерія програмного забезпечення
4. Телерадіокомунікації, медійні та комунікаційні системи.
5. Проблеми впровадження інформаційних технологій у виробництво та управління.

Робочі мови конференції: українська, англійська

### **ОРГКОМІТЕТ:**

**СИНЮК О. М.** голова оргкомітету, проректор Хмельницького національного університету з наукової роботи, доктор технічних наук, професор  
**СОРОКАТИЙ Р. В.** заступник голови оргкомітету, завідувач кафедри Комп'ютерних наук та інформаційних технологій ХНУ, доктор технічних наук, професор

**БАРМАК О. В.** заступник голови оргкомітету, доктор технічних наук, професор

**САВЕНКО О. С.** декан Факультету програмування та комп'ютерних і телекомунікаційних систем ХНУ, доктор технічних наук, професор

**ВИСОЦЬКА О. В.** доктор технічних наук, завідувач кафедри радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і технологій Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», професор

**ЛАВРОВ Є. А.** доктор технічних наук, професор (Сумський державний університет)

**ТИМОФЄЄВА Л. В.** відповідальна за студентську науково-дослідну роботу ХНУ

**МАЗУРЕЦЬ О. В.** секретар конференції, старший викладач кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій ХНУ

### **КОНТАКТНА ІНФОРМАЦІЯ:**

e-mail для листування: [apkt.khnu@gmail.com](mailto:apkt.khnu@gmail.com)

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Алексейко В. О.</b><br>Фейкові новини як феномен сучасності.....                                                                        | 11 |
| <b>Антонюк В. Ю., Драч І. В.</b><br>Статистичне моделювання деяких характеристик функціонування сто за умов<br>двоїстої випадковості ..... | 15 |
| <b>Артюхова Д. І., Ряба А. О.</b><br>Різновиди методу дисперсійного оцінювання для пошуку ключових слів у<br>текстах.....                  | 21 |
| <b>Березнюк А. Л., Кучерук О. Я.</b><br>Ієрархічна модель оцінки співробітників компанії.....                                              | 26 |
| <b>Беляков Н. А., Кучерук О. Я.</b><br>Застосування технології OLAP для аналізу даних споживчого попиту.....                               | 29 |
| <b>Білоус Г. А., Мазурець О. В.</b><br>Інформаційна технологія адаптивного тестування рівня знань.....                                     | 33 |
| <b>Бортнік В. В., Ларіонов І. В., Форкун Ю. В.</b><br>Автоматизація процесу регулювання концентрації іонів водню.....                      | 42 |
| <b>Буров А. Ю.</b><br>Організація збуту за системою мобільних продажів .....                                                               | 47 |
| <b>Вакал С. М., Потебенко А. Ю.</b><br>Інформаційна технологія прогнозування якості діяльності в e-learning.....                           | 53 |
| <b>Варгата В. Ю.</b><br>Застосування кластерного аналізу для визначення факторів ризику інфекційних<br>захворювань COVID-19.....           | 57 |
| <b>Гапсєв І. А., Петровський С. С.</b><br>Інформаційна технологія створення інтернет ресурсів загальноосвітніх<br>навчальних закладів..... | 60 |
| <b>Гладищук Д. В.</b><br>Застосування математичного моделювання у галузі медицини й фармації .....                                         | 62 |
| <b>Говорущенко Т. О., Лебіга М. М.</b><br>Нейромережний підхід до оцінювання якості програмного забезпечення.....                          | 69 |



**Гордійчук Б. Г., Манзюк Е. А., Скрипник Т. К.**

Виявлення аномалій в даних ..... 72

**Городний М. С., Тітова В. Ю.**

Розробка архітектури додатку на основі технологій «розумний будинок» та «інтернет речей» ..... 75

**Гребінчук А. Д., Поліщук В. Ю., Форкун І. В.**

Модель багаторівневої автоматизованої системи керування будівельним виробництвом ..... 78

**Грипинська Н. В., Дяблов Б. В.**

Автоматизована система планування рекламної кампанії для малого та середнього бізнесу ..... 82

**Грипинська Н. В., Коломісць О. В.**

Автоматизована система виявлення та класифікації твердих побутових відходів на зображеннях ..... 86

**Демчук Б. Р.**

Динамічна модель перебігу вірусного захворювання ..... 91

**Долгополов С. Ю., Цюцюра М. І.**

Інноваційність використання технології глибокого навчання у контрольно-вимірному приладі будівельного спрямування «Builder of the Future» ..... 97

**Драпатий О. В., Драч І. В.**

Методи мережевого моделювання. Сучасні напрямки ..... 102

**Євдокімов О. В., Татаревська О. Г., Радельчук Г. І.**

Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології моніторингу сонячних панелей у реальному масштабі часу ..... 113

**Живага В. В., Шевченко Д. О.**

Інтегрована Internet of Things система на основі одноплатного комп'ютеру ..... 115

**Жовнір М. Ю., Кисіль Т. М.**

Неформальне пояснення ДСМ-методу автоматичного породження гіпотез в задачах адаптивної поведінки ІС ..... 120

**Злотаренчук О. І., Кучерук О. Я.**

Сучасні підходи до організації маршрутів комплектації замовлень на складі ..... 123

**Казлаускайте А. С., Шендрик С. О.**

Інформаційна технологія визначення впливу погодних умов на продуктивність альтернативних джерел енергії ..... 127

|                                                                                                                                                                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Качуровський Я. О., Петровський С. С.</b><br>Інформаційна система рекомендацій .....                                                                                                                                                    | 128 |
| <b>Киричук В. О., Сидорук М. В.</b><br>Використання MS Access в проектуванні бази даних банку.....                                                                                                                                         | 133 |
| <b>Ковальчук О. В., Мазурець О. В.</b><br>Метод генерації тестових завдань до навчальних матеріалів на основі<br>продукційних правил .....                                                                                                 | 137 |
| <b>Ковдря В. Ю.</b><br>Автоматизована система сегментації цифрових зображень на основі дискретних<br>структур .....                                                                                                                        | 143 |
| <b>Коцюбинський В. Ю., Ткачик Д. А.</b><br>Нейронні мережі в системах підтримки прийняття рішень .....                                                                                                                                     | 147 |
| <b>Красовський М. В.</b><br>Структурна схема крокуючої роботизованої платформи типу Quadraped .....                                                                                                                                        | 150 |
| <b>Кремповий Д. Ю., Кучерук О. Я.</b><br>Моделювання рекламної кампанії освітніх послуг .....                                                                                                                                              | 153 |
| <b>Кузьмінський М. С., Манзюк Е. А.</b><br>Система прогнозування продажів сервісних послуг в системах обслуговування ..                                                                                                                    | 157 |
| <b>Кутуков Є. І., Котлярська В. В., Каштальян А. С.</b><br>Комп'ютерні технології автоматизації теплофізичного конструювання<br>радіоелектронного модуля касетного типу з мікросхемами для забезпечення<br>заданого теплового режиму ..... | 159 |
| <b>Ланде Д. В., Коцюба О. Ю., Рибак О. О.</b><br>Виявлення джерел деструктивного інформаційного впливу в мережі Інтернет .....                                                                                                             | 162 |
| <b>Легашова С. І., Петровський С. С.</b><br>Інформаційна технологія бізнес-процесів закладів харчування .....                                                                                                                              | 166 |
| <b>Лисенко С. М., Шука Р. В.</b><br>Модель повільних DDOS атак .....                                                                                                                                                                       | 169 |
| <b>Ліхачов Д. С., Прядко А. О.</b><br>Особливості розробки програмного комплексу автоматизації закладів<br>харчування HoReCa .....                                                                                                         | 174 |
| <b>Ліхачов К. С., Іванов О. А.</b><br>Розробка додатку з доповненою реальністю для вибору меблів з можливістю<br>керування об'єктами .....                                                                                                 | 179 |

|                                                                                                                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Ліщук Д. В., Грибинчук В. І., Кисіль Т. М.</b><br>Багатоцільове перепризначення віртуальної машини для великих центрів<br>обробки даних .....                  | 183 |
| <b>Марчевська О. Р., Мельник К. В., Багнюк Н. В.</b><br>Методи попередньої обробки даних для задачі розпізнавання рукописного<br>тексту .....                     | 186 |
| <b>Муляр І. В., Мурах Б. Р.</b><br>Підвищення пертинентності результатів пошуку за рахунок модифікації<br>алгоритму ранжування Google.....                        | 188 |
| <b>Муляр І. В., Рикун В. В.</b><br>Метод оцінки ефективності функціонування вузла зв'язку корпоративної мережі<br>з врахуванням інформаційної безпеки .....       | 193 |
| <b>Нестерук М. П., Слива А. А., Кльоц Ю. П.</b><br>Застосування теорії фільтрації коливань у сенсорних людино-машинних<br>інтерфейсах.....                        | 198 |
| <b>Овсяк О. В., Дрозд А. І., Медзатий Д. М.</b><br>Розподілена система моделювання мурашиного алгоритму в корпоративних<br>комп'ютерних мережах .....             | 201 |
| <b>Овчарук О. М., Мазурець О. В.</b><br>Метод фасеткового дорозпізнавального перетворення зображень для<br>нейромережевого розпізнавання .....                    | 203 |
| <b>Островський Д. О.</b><br>Сучасні аспекти моделювання виробничо-логістичних систем в ланцюгах<br>постачань .....                                                | 209 |
| <b>Павлова О. О., Боднар М. А.</b><br>Аналіз коректності структури специфікацій вимог до програмного забезпечення                                                 | 214 |
| <b>Павлова О. О., Лопатто І. Ю.</b><br>Інтелектуальний агент верифікації врахування інформації предметної галузі в<br>процесі розроблення програмних систем ..... | 217 |
| <b>Панчук В. А., Скрипник Т. К.</b><br>Дослідження впливу короткострокової аренди на стан індустрії на базі<br>аналітичного підходу.....                          | 221 |
| <b>Пасічник О. А., Скрипник Т. К., Білик П. Р.</b><br>Перспективи використання Дискретного Фур'є- продовження в прогнозуванні<br>економічних часових рядів .....  | 223 |

|                                                                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Пирогов П. А., Чумаченко Д. І.</b><br>Визначення ймовірності захворювання хворобами серця на основі методів Data Mining.....               | 225 |
| <b>Плацідим В. В., Міхалевський В. Ц.</b><br>Рекомендаційна система пошуку житла та співмешканців в бюджетному сегменті .....                 | 227 |
| <b>Придачук Ю. Р., Залуцька О. О., Кравчук Я. О.</b><br>Параметри моделі тестового завдання при автоматизованому формуванні тестів .....      | 229 |
| <b>Прокопов Р. І., Манзюк Е. А., Скрипник Т. К.</b><br>Інформаційна система для визначення подібності документів .....                        | 232 |
| <b>Протоковський А. О., Форкун Ю. В.</b><br>Методологія розрахунку рекомендацій в рекомендаційних системах .....                              | 237 |
| <b>Пупченко О. О., Цололо С. О.</b><br>Пересування колісного транспорту із використанням сплайнів в ігрових додатках на Unreal Engine .....   | 242 |
| <b>Рибчинський Б. О., Доброловський В. В., Медведчук В. Ю.</b><br>Прогнозування завантаженості ресторану з використанням штучного інтелекту.. | 247 |
| <b>Римар П. В., Волошанов О. В.</b><br>Розробка мобільного додатку «MyMoney».....                                                             | 249 |
| <b>Римар П. В., Наскальний Д. С.</b><br>Веб-додаток для прослуховування радіостанцій .....                                                    | 253 |
| <b>Савенко Б. О., Каиштал'ян А. С.</b><br>Модель антивірусних інтелектуальних приманок в комп'ютерній мережі.....                             | 257 |
| <b>Савінський В. В.</b><br>Social Platform for Making Labeled Audio Datasets for Speech Synthesis of Human Voice.....                         | 261 |
| <b>Сафоник А. П., Міщанчук М. М.</b><br>Оптимізація маршруту MESH мережі засобами штучної нейронної моделі .....                              | 265 |
| <b>Слободзян В. О., Мазурець О. В.</b><br>Аналіз результатів автоматизованого пошуку ключових термінів у навчальних матеріалах .....          | 269 |
| <b>Смірнов О. П., Омельчук Р. В., Кисіль Т. М.</b><br>Моніторинг у реальному часі за допомогою інтелектуальних агентів .....                  | 275 |

**Сова О. Я., Дука О. В., Назаренко І. М.**

Методи автоматизованого розгортання та налаштування мережевої та серверної інфраструктури з контролем версій ..... 278

**Ставінська І. В., Григорова А. А.**

Віртуальні асистенти в сфері HR-менеджменту ..... 281

**Старанчук З. І., Табенський С. М.**

Багатокомп'ютерна система виявлення комп'ютерних атак на основі штучних імунних систем та нейронних мереж ..... 285

**Стецюк М. В., Стецюк В. М., Савенко О. С.**

Модель архітектури автоматизованих інформаційних систем супроводу фінансово-господарських процесів у корпоративних мережах в умовах впливу зловмисних дій ..... 288

**Табунов А. А., Шевченко В. Л.**

Програмне забезпечення для визначення координат за допомогою сенсорів смартфона без використання GPS ..... 292

**Тимошук С. В., Пономаренко Р. М.**

Дослідження та розробка програмного забезпечення підтримки освітнього процесу у вищих навчальних закладах ..... 295

**Тіторов І. Д., Скрипник Т. К.**

Аналітична система рекомендацій закладів харчування на основі відгуків та рейтингу ..... 300

**Ткачук Є. А., Багрій Р. О., Скрипник Т. К.**

Методи оптимізації доставки замовлень ..... 303

**Ткачук О. С., Багрій Р. О., Скрипник Т. К.**

Інформаційна система онлайн-комунікації для дистанційного навчання ..... 307

**Тригуб І. Є., Гайчук С. В.**

Особливості розробки корпоративного порталу для міжнародного туроператора на базі CRM-системи ..... 311

**Тузенко О. О., Кулішова К. О.**

Інформаційна система оцінки екологічної стійкості транспортних систем ..... 316

**Федорова А. В., Ніколаєнко В. В., Лавров Є. А.**

Метод побудови адаптивної інформаційної системи ..... 320

**Хома Д. М., Цюрпіта Ю. С., Медзатий Д. М.**

Дослідження метрологічних характеристик технічного автоматизованого засобу інформаційно-вимірювальної системи вологості паперу..... 323

**Хомяк Б. В., Драч І. В.**

Розрахунок параметрів рідинних автобалансувальних пристроїв..... 328

**Цимбал О. В., Корнєв В. П.**

Електронний блок аналізу для металошука..... 333

**Чугай О. М., Шниченко А. В., Мазурець О. В.**

Інформаційна модель кіберспортивної команди для автоматизованого формування складу команд..... 339

**Шагін В. Ю., Ковальчук Д. В., Кашитальян А. С.**

Централізована розподілена система виявлення атак в корпоративних комп'ютерних мережах на основі мультифрактального аналізу..... 345

**Шановалова А. С., Райко Г. О.**

Застосування інформаційних технологій у сфері страхування ..... 348

**Шевцов О. О., Савенко О. С.**

Розподілена система виявлення зловмисного програмного забезпечення в локальних мережах на основі Баєсовської мережі..... 351

**Шевцова А. В., Кисіль Т. М.**

Баєсовська мережа і система виявлення зловмисного програмного забезпечення на основі дослідження аномалій..... 354

**Шевченко А. О., Міхалевський В. Ц.**

Застосування штучного інтелекту для класифікації продуктів харчування..... 357

**Шевчук О. О.**

Мобільний додаток для вибору кольору ниток для вишивання хрестиком ..... 359

**Шпак О. О., Богданов А. Р., Сова О. Я.**

Модель системи логування подій у мережевій інфраструктурі на основі стеку ELK+KAFKA..... 362

УДК 316.74:004.4

Алексейко В. О.

*Хмельницький національний університет*

## **ФЕЙКОВІ НОВИНИ ЯК ФЕНОМЕН СУЧАСНОСТІ**

*Розглянуто феномен фейкових новин. Представлені класифікація, характеристика і різновиди фейкових новин. Описано приклади створення фейків за допомогою штучного інтелекту. Наведено приклади боротьби з фейками, етапи їх виявлення та правила, яких необхідно дотримуватися, щоб не стати жертвою фейкової інформації.*

*The phenomenon of fake news is considered. The classification, characteristics and varieties of fake news are presented. Examples of creating fakes through the artificial intelligence are described. Examples of the struggle against fakes, the stages of their detection and the rules that must be followed in order not to fall victim of fake information are given.*

Останнім часом спостерігається масовий відтік користувачів з більш надійних традиційних засобів масової інформації, таких як газети, радіо і телебачення, в нові формати: соціальні мережі, YouTube, подкасти, онлайн-журнали, новинні додатки. Завдяки мережі Інтернет з'явилась можливість миттєвого доступу до широкого спектру джерел інформації. Крім того, існують численні послуги, що дозволяють ділитися новинами з мільйонами людей по всьому світу. Великий обсяг інформації, до якої люди отримують доступ, зазвичай, не перевіряється і вважається достовірним, що призводить до появи такої проблеми як дезінформація користувачів за допомогою публікації фейкових новин.

Сучасне цифрове суспільство вступає в епоху пост правди, де фейкові новини починають витісняти звичайні. У 2020 році світ накрила хвиля фейків. За статистикою, понад дві третини європейців стикаються з недостовірними новинами принаймні раз на тиждень, в США майже половина інтернет-користувачів несвідомо поширювали фейкові новини. Соціальні мережі в один голос заявляють, що боротьба з неправдивою інформацією один із їхніх пріоритетів. Зокрема Facebook щодня видаляє близько мільйона підробних акаунтів. Пришвидшитись у цій боротьбі компанії змусила пандемія, яка породила безліч фейків й теорій змов [1].

Метою роботи є огляд різновидів фейкових новин та способів їх виявлення.

Наразі не існує єдиного визначення поняття «фейкові новини». Слово fake має суто негативне значення, яке співвідноситься з поняттями «неправда», «обман» і «маніпулювання». Fake news – це новини, засновані на неправдивій інформації, творці якої орієнтовані на обман і маніпулювання. [2].

У сучасному медіапросторі фейками можуть називатися: підроблені тексти, а також фото-, відео- або аудіозаписи; сторінки або блоги, які ведуться від будь-чийого імені в соціальних мережах (від імені реально існуючих або вигаданих особистостей, історичних або художніх персонажів); підроблені сторінки популярних сайтів (при переході на ці сторінки користувач помилково думає, що одержує інформацію від ресурсу, якому можна довіряти; такі сторінки також створюються зловмисниками, щоб заманити користувача і спонукати його ввести на фальшивій сторінці свій справжній логін або пароль з метою подальшого використання у своїх інтересах); штучно створена за завданням замовника популярність особистості, твору, проєкту (як правило, за допомогою інтернет-ботів і (або) тих же фальшивих акаунтів, які виставляють «лайки» і постять схвальні коментарі) [3, с. 112-114].

Огляд публікацій, присвячених тематиці фейкових новин вказує, що інтерес до фейків величезний. В основному, цьому сприяє стрімке зростання популярності соціальних мереж і можливостей штучного інтелекту. Крім того, інформація поширюється соціальними мережам досить швидко за рахунок того, що користувачі регулярно діляться інформацією, в тому числі і неперевіреною. З'являється нагальна необхідність розробки автоматизованих обчислювальних систем для ідентифікації фейкових новин, щоб навчити людей, компанії та організації протистояти цифровий дезінформації.

Проблемою фейкових новин цікавляться вчені, журналісти, фахівці з інформаційної безпеки, психологи.

Фейкові новини за недостовірністю викладення інформації поділяють на три групи. До першої групи належать новини, цілком неправдиві. До другої групи, входять новини, які є частково неправдивими. До третьої групи, відносять новини, які спотворюють реальні події. Це можуть бути фрази, цитати, вирвані з контексту, або викладені вибірково.

Залежно від достовірності місця і часу минулих подій, фейки поділяють на дві групи. До першої групи відносять новини, що мають відношення до подій, що відбулися в іншому місці. До другої групи відносять повідомлення, які є достовірними, але відбувалися в інший проміжок часу.

Фейкові новини можуть класифікуватися також за сприйняттям достовірності інформації. В першу групу входять «новини», сумнівів в фейковості яких не залишається практично ні в кого. До другої групи входять «новини», які викликають сумніви в їх правдивості і тому в читача виникає бажання перевірити їх з інших джерел. До третьої групи входять «повідомлення», настільки схожі на правду, що в їх достовірності майже ніхто не сумнівається.

Першим відомим інструментом для створення фейкових новин стала програма GPT-2, яку в лютому 2019 року представила OpenAI, некомерційна дослідницька організація з Сан-Франциско. GPT-2 придумує не лише новини, але й розповіді і діалоги, аналізуючи текст на 8 млн. веб-сторінок. В результаті, 72% із 500 опитаних в серпні респондентів сприйняли написану GPT-2 новину за



правдиву. Враховуючи можливі ризики, OpenAI поки надала доступ лише до обмеженої версії GPT-2, щоб вони розробили спосіб знаходити штучно згенеровані тексти. В свою чергу, ізраїльська компанія AI21labs в серпні розмістила на своєму сайті AI21labs Штучний інтелект для 21 століття (<https://www.ai21.com/haim>) інструмент для генерування текстів HAIM. Випробувати його може будь який бажаючий, для цього потрібно придумати початок і кінець історії, вибрати довжину тексту та одну із запропонованих тем, а штучний інтелект придумає зміст [4].

Окрім того, стає складно відрізнити від справжніх не тільки підроблені тексти, але й зображення. Штучний інтелект дозволяє створювати дипфейки, які правдоподібно імітують мову та рухи людей. Це вже використовується в Голівуді для «омолодження» акторів. До прикладу, в стрічці «Gemini» 23 річний клон персонажа Уїлла Сміта – не реальний актор, а його повністю створена цифрова копія. Але дипфейки можуть використовуватися і для того, щоб виставити в невідгідному становищі політика, чи іншу відому людину, показавши, що він зробив або сказав щось, чого насправді не робив і не говорив.

У вересні на You Tube з'явився ролик із сценами із стрічки «Матриця», де головного героя грає не Кіану Рівз, а той же Уїлл Сміт. Для його створення користувач Sham00k використав безкоштовну програму DeepFaceLab. Ще одним прикладом може бути китайський додаток Zao, який дозволяє користувачам замінити персонажа Леонардо Ді Капріо в сюжетах із славнозвісної стрічки «Титанік» або інших кіногероїв.

Наразі, такі технологічні гіганти як Facebook, Instagram, You Tube, Google використовують системи боротьби з фейками на базі штучного інтелекту, епіцентрами поширення яких, стали вони самі. Наприклад, для боротьби з фейковою інформацією Google: переглянули алгоритми й тепер авторитетніші джерела інформації знаходяться в результатах пошуку вище, а ті, які вважаються неавторитетними, пересунули донизу; блокують на рекламному сервісі AdSense ті сторінки, які поширюють недостовірну інформацію; оновили інструкції для своїх модераторів, які оцінюють якість роботи пошукової системи. Вони зокрема повинні позначати в результатах пошуку образливі матеріали, сайти зі спростованими теоріями змови та веб-сторінки з недостовірною інформацією.

Щоб не стати жертвою фейкової інформації, М. Кіца пропонує дотримуватись таких правил: 1. Скептично ставитись до будь-яких новин в Інтернеті чи постів у соцмережах. Тим паче, до шокуючих і скандальних повідомлень. 2. Шукати першоджерело повідомлення. Якщо в новині є посилання на конкретну людину – варто перевірити, чи є ця інформація на її акаунтах в соцмережах. Якщо мова йде про організацію чи політичну партію – потрібно заглянути на їх офіційні сайти. 3. Відрізняти факти від коментарів. 4. Перевіряти фотоінформацію. При користуванні браузером Google Chrome, достатньо лише клікнути на підозрілий малюнок правою кнопкою миші і обрати пункт “Знайти це зображення в Google”. Доречно прослідкувати також дату публікації фотографії і те, що на ній зображено [5, с. 31].

Щоб не помилитися і напевне виявити фейкові новини, рекомендовано зробити трьохетапну перевірку:

1. Перевірка інтернет-адреси. Фейкові новини часто розповсюджують маленькі інтернет-ресурси. Якщо новина з сумнівного, необхідно почати перевірку з назви та адреси ресурсу, уважно погортати сайт та познайомитись з його змістом. Також можна перевірити, наскільки велике медіа. Наприклад, через рейтинг, який складає сайт Bigmir. За допомогою цих ресурсів можна перевірити власника домену. Скопіюйте адресу сайту, вставте її у відповідне вікно та отримайте інформацію у вигляді таблиці. Подивіться, де був зареєстрований сайт, коли і ким:

- <https://who.is/>
- <https://whois.domaintools.com/>
- <https://whois.net/>

2. Термін роботи сайту. З точки зору якості контенту краще, якщо медіа працює багато років, а не кілька місяців. Цю інформацію можна знайти під час перевірки домену на сайтах, зазначених у попередньому пункті.

3. Інформація про власників сайту. У розділі «Про нас» написано багато цікавого, тож цю інформацію варто проаналізувати: відомості про засновників, працівників сайту тощо [6].

Підсумовуючи вищевикладене, можна зробити висновок, що фейкові новини мають різноманітний характер і призначення. Своєю сенсаційною природою такі «новини» завжди будуть затребувані чималою частиною суспільства. Відрізнити об'єктивні факти від фейкових в деяких випадках дуже важко. В першу чергу необхідно критично ставитися до інформаційних джерел, аналізувати, знаходити, співставляти різні джерела і робити самостійні висновки.

### Перелік посилань

1. Перевірки поведінки та штучний інтелект. Як технологічні гіганти борються з фейками [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://suspilne.media/65507-perevirki-povedinki-ta-stucnij-intelekt-ak-tehnologichni-giganti-borutsa-z-fejkami/>
2. Храпунова А.А. Поняття і класифікація рейкових новин / А.А. Храпунова // international relations, part «political sciences» -2019. - №21. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://journals.iir.kiev.ua/index.php/pol\\_n/article/view/3936](http://journals.iir.kiev.ua/index.php/pol_n/article/view/3936)
3. Иссерс О. С. Медиафейки: между правдой и мистификацией / О. С. Иссерс // Коммуникативные исследования. – 2014. – № 2. – С. 112-123.
4. Искусственный интеллект научился писать фейковые новости <https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2019/10/14/813697-iskusstvennii-feikovie-novosti>
5. Кіца М. Особливості та методи виявлення фейкової інформації в українських ЗМІ / М. Кіца // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія: Журналістські науки. – 2017. – № 883. – С. 28–32.
6. Фейкові новини: розпізнати та не піддатися [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ea.org.ua/2020/02/07/fakenewsdetector/>

УДК 004.4

Антонюк В. Ю., Драч І. В.

*Хмельницький національний університет*

## **СТАТИСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДЕЯКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФУНКЦІОНУВАННЯ СТО ЗА УМОВ ДВОЇСТОЇ ВИПАДКОВОСТІ**

*Розглядається моделювання стохастичних виробничих процесів в організаціях автосервісу з метою підвищення їх ефективності, вибору оптимальної стратегії й методів керування при заданих умовах функціонування системи ремонту. Для пошуку оптимального технічного розв'язку використовується метод імітаційного моделювання. У статті висвітлено результати статистичного моделювання інтервалів часу прибуття заявок на обслуговування й часу обслуговування заявки.*

*The modeling of stochastic production processes in car service organizations is considered with the aim of increasing their efficiency, choosing the optimal strategy and management methods for the given conditions of the repair system functioning. To find the optimal technical solution, the method of simulation is used. The article reflects the results of statistical modeling of the time intervals for the arrival of service requests and the service time of the request.*

Удосконалення складних стохастичних процесів пов'язане із значними витратами часу й ресурсів, оскільки вимагає побудови різних організаційних структур і схем. З цієї причини реалізація натурального експерименту в організаціях автосервісу є важкою, а оптимізацію виробничих процесів доцільно виконувати з використанням спеціальних математичних методів [1, 2].

В сучасних методах використовуються детерміновані вирази й аналітичні залежності теорії масового обслуговування [3-5]. Розрахунки за цими методами дуже зручні, однак вони лише частково враховують випадковий характер процесів і характеризують систему в поточному усталеному режимі функціонування. Для спрощення математичної моделі пропонуються деякі спрощення, оскільки процес опису в явному вигляді основних розподілів випадкових величин утруднений. Отже, вже на цьому етапі фізична сутність явищ спотворюється, що й приводить до деяких похибок у розрахунках.

Зазначених похибок можна уникнути, якщо використовувати імітаційну модель, що дозволяє враховувати імовірнісні закономірності процесів і вибрати оптимальний організаційний варіант при заданих умовах функціонування.

При аналізі функціонування складних технічних і економічних систем (процесів) часто доводиться стикатися з такою ситуацією, коли зустрічаються два

взаємозалежні потоки подій. Так, наприклад, може бути, з одного боку, випадковий у часі потік заявок на обслуговування автомобілів, що прибувають на станцію обслуговування, а з іншого – пов'язаний з ним зустрічний потік подій тривалості обслуговування зазначених заявок постами станції.

У цих умовах, тобто в умовах двоїстої випадковості, ставиться задача щодо визначення продуктивності станції й з'ясуванню пов'язаних із цим завданням супутніх питань, наприклад, визначення середньої довжини черги автомобілів, що очікують обслуговування та кількості автомобілів, що залишають чергу необслуженими. Може бути також уточнене питання, чи не простіше станція без роботи. З'ясування цих питань є необхідним для ефективного планування організації роботи СТО, для введення відповідних корекцій в організацію обслуговування автомобілів.

Подібні завдання належать до класу задач теорії масового обслуговування. При цьому якщо потік заявок діє за законом Пуассона, а час обслуговування розподілений за показовим законом, то такі процеси називаються марківськими, для дослідження яких є добре розроблена теорія. Якщо ж потік заявок не діє за законом Пуассона й час обслуговування розподілений не за показовим законом, то такі задачі вже не підпадають під марківський процес і для їхнього розв'язку застосовується метод статистичного моделювання.

Розглянемо розв'язок подібного завдання.

Припустимо, сто станція технічного обслуговування автомобілів (СТОА) має два пости (два канали обслуговування) і два місця в черзі.

При дослідженні характеристик функціонування такої системи масового обслуговування (СМО) розглянемо моделювання інтервалів часу прибуття заявок на обслуговування й час обслуговування заявки розподілених за рівномірним законом.

Для реалізації цих процесів визначимо одним з відомих методів [6] рівномірно розподілені випадкові числа  $y_i = R_i$  в інтервалі від 0 до 1.

Далі визначаємо інтервали часу прибуття заявок на СМО по вираженню

$$T_i^* = F^{-1}(R_i^*)$$

і час обслуговування  $i$ -ї заявки

$$T_i^{**} = F^{-1}(R_i^{**}).$$

Для цієї СМО залежно від величин  $T_i^*$  і  $T_i^{**}$  можемо мати чотири варіанти її функціонування.

1 варіант. Припустимо, що при моделюванні випадкових моментів надходження вимог на обслуговування і випадкового часу обслуговування заявок було отримано такі числа (у хвиликах):

$T_{\text{заявок}}^* = 0; 25, 30, 40, 50$  і т.д.;

$T_{\text{обсл}}^{**} = 20, 22, 25, 30$  і т.д.

Отримані значення часу відкладемо на відповідних осях рис. 1.

За цих умов буде працювати тільки перший канал. Другий канал буде простоювати без роботи і заявок, які очікують у черзі, не буде.

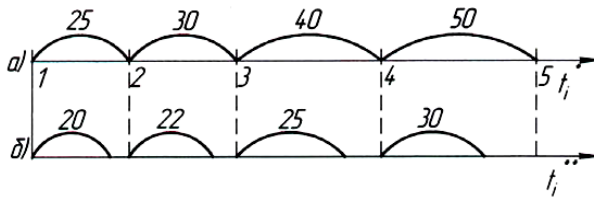


Рисунок 1 – Схема роботи СМО:

а) – час надходження заявок; б) – час обслуговування заявок

2 варіант. Припустимо, що при моделюванні випадкових моментів надходження заявок і випадкового часу обслуговування були отримані наступні числа (у хвиликах):

$T_{\text{заявок}}^* = 0; 20; 18; 15$  і т.д.

$T_{\text{обсл}}^{**} = 25; 30; 17$  і т.д.

Отримані значення часу відкладемо на відповідних осях рис. 2.

За цих умов, як видно з рис. 2, будуть працювати обидва канали. Заявок, що чекатимуть в черзі, не буде.

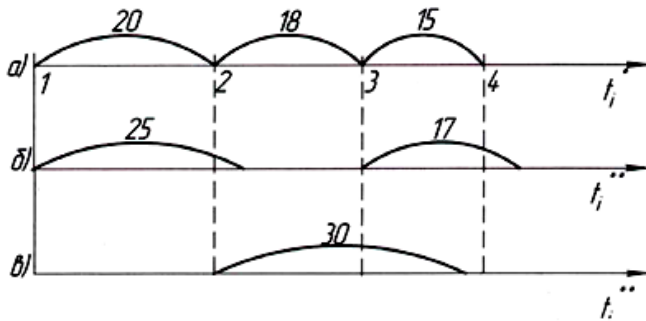


Рисунок 2 – Схема роботи СМО:

а) – час надходження заявок; б) – час обслуговування заявок першим каналом; в) – час обслуговування другим каналом

3 варіант. Припустимо, що при моделюванні випадкових моментів надходження заявок і часу обслуговування були отримані такі числа:

$T_{\text{заявок}}^* = 0; 20; 50; 60$  і т.д.

$T_{\text{обсл}}^{**} = 3$  години; 2 години; 1 годину 20 хв.; 1 годину 40 хв. і т.д.

Отримані числа відкладемо на відповідних осях рис. 3.

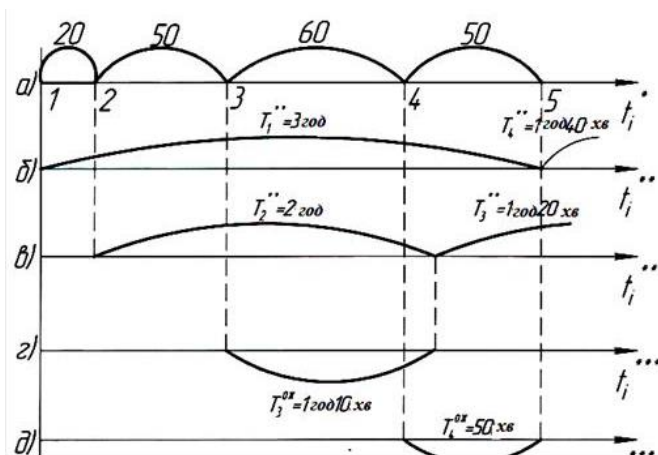


Рисунок 3 – Схема роботи СМО

а) - час надходження заявки, б) - час обслуговування першої та четвертої заявок;  
в) - час обслуговування другої і третьої заявок; г) - час перебування в черзі третьої  
заявки; д) - час перебування в черзі четвертої заявки

У заданих умовах працюватимуть обидва канали. Третя і четверта заявки будуть очікувати в черзі. Оскільки у СМО передбачено два місця в черзі, тому обидві заявки (третя і четверта) будуть обслужені.

4 варіант. Припустимо, що при моделюванні випадкових моментів надходження заявок і випадкового часу їх обслуговування було отримано такі числа:

$T_{i\text{заявок}}^* = 0; 20; 50; 40; 20; 20$  і т.д.

$T_{i\text{обсл}}^{**} = 4 \text{ години}; 3 \text{ години } 40 \text{ хв.}; 4 \text{ години } 5 \text{ хв.}; 4 \text{ години } 10 \text{ хв.}$  і т.д.

Отримані числа відкладемо на відповідних осях рис. 4.

З рис. 4 видно, що для заданих умов працюватимуть обидва канали. Третя і четверта заявки будуть стояти в черзі. Оскільки СМО передбачає лише два місця в черзі, то п'ята і шоста заявки отримують відмову в обслуговуванні і підуть необслуженими.

Слід врахувати, що в СМО можуть бути накладені й інші умови на утворення черги.

Імітаційне моделювання є потужним інструментом дослідження поведінки реальних систем. Методи імітаційного моделювання дозволяють зібрати необхідну інформацію про поведінку системи шляхом створення її комп'ютеризованої моделі. Ця інформація використовується потім для проектування системи. Імітаційне

модельовання не вирішує оптимізаційних задач, а скоріше є засобом оцінки значень функціональних характеристик модельованої системи.

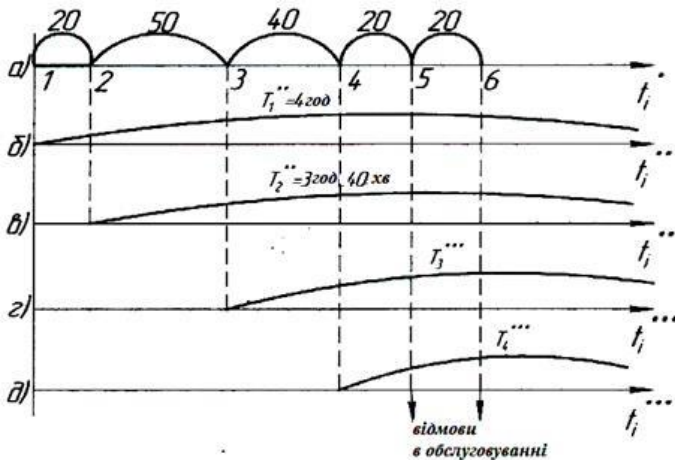


Рисунок 4 – Схема роботи СМО:

- а) - час надходження заявки, б) - час обслуговувань першої заявки;  
 в) - час обслуговування другої заявки; г) - час перебування в черзі третьої заявки;  
 д) - час перебування в черзі четвертої заявки

Як показує практика, потік вимог, що входить у систему ремонту носить випадковий характер, нерівномірний і нестационарний у часі. Неможливо з достатньою точністю визначити, скільки вимог буде припадати на певний день роботи. Випадковий характер вхідного потоку вимог обумовлений в основному варіацією добових пробігів, раптовим характером відмов і несправностей, інтенсивністю й умовами експлуатації рухомого складу, пропускну здатністю системи ремонту й іншими факторами [3, 6].

Імітація є випадковим експериментом, тому будь-який результат, отриманий шляхом імітаційного моделювання, містить експериментальні похибки, отже, як у будь-якому статистичному експерименті, повинен ґрунтуватися на результатах відповідних статистичних перевірок.

#### Висновок

Для системи ремонту в організаціях автосервісу не можливо створити натурні експерименти внаслідок труднощів зі зміною значень змінних у реальних умовах. Для проведення експерименту використовується метод імітаційного моделювання, метою якого є пошук оптимальних технічних розв'язків.

Розроблена імітаційна модель дозволяє формувати близький до реальності потік авто на обслуговування (інтервалів часу прибуття заявок на обслуговування) і потік автомобілів без обслуговування (час обслуговування заявки).

Прикладне програмне забезпечення може бути використане для оптимізації оперативного-виробничого керування й удосконалювання організації ремонту автомобілів.

#### **Перелік посилань**

1. Малыхин В.И. Математические методы и модели исследования операций / В.И. Малыхин, В.А. Колемаев. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2008. – 592 с.
2. Шапкин А.С. Математические методы и модели исследования операций / А.С. Шапкин, В.А. Шапкин. – М. : Дашков и Ко, 2009. – 400 с.
3. Бедняк М.Н. Моделирование процессов технического обслуживания и ремонта автомобилей / М.Н. Бедняк. – Киев : Вища школа, 1983. – 131 с.
4. Завадский, Ю.В. Решение задач автомобильного транспорта методом имитационного моделирования / Ю.В. Завадский. – М. : Транспорт, 1977. – 72 с.
5. Кузнецов Е.С. Управление технической эксплуатацией автомобилей / Е.С. Кузнецов. – М. : Транспорт, 1990. – 272 с.
6. Коновалов С. И. Моделирование производственных процессов автомобильного транспорта : учеб. пособие / С. И. Коновалов, С. А. Максимов, В. В. Савин ; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Владим. гос ун-та, 2006. – 244 с.



УДК 004.8

Артюхова Д. І., Ряба А. О.

*Хмельницький національний університет*

## **РІЗНОВИДИ МЕТОДУ ДИСПЕРСІЙНОГО ОЦІНЮВАННЯ ДЛЯ ПОШУКУ КЛЮЧОВИХ СЛІВ У ТЕКСТАХ**

*Розглянуто особливості пошуку ключових слів у цифрових текстах, зокрема за методом пошуку ключових слів за дисперсійним оцінюванням. Досліджено, яким чином і в якій кількості визначаються відстані для кожного унікального слова тексту, для різних видів вихідного методу пошуку ключових слів за дисперсійним оцінюванням DE-BM, зокрема DE-BM2, DE-BM3, DE-BM4 та DE-BM5. Врахування додаткової відстані, яка рівна сумі різниць між початком тексту до першої появи слова та між останньою появою слова до кінця тексту, дозволить більш точно обраховувати оцінки важливості ключових слів методом дисперсійного оцінювання.*

*The specificities of keyword search in digital texts are discussed, including the variance-based keyword search method. It is investigated how and in what quantity the distances for each unique word of text are determined for different types of the original variance search method DE-BM variance, in particular DE-BM2, DE-BM3, DE-BM4 and DE-BM-5. Taking into account the additional distance, which is equal to the sum of the differences between the beginning of the text before the first appearance of the word and between the last appearance of the word to the end of the text, will more accurately calculate estimates of keyword importance by variance.*

Семантика є наукою, яка вивчає сенс слів, речень, проводить аналіз тексту. Формальний аналіз семантики перетинається з багатьма іншими областями дослідження, включаючи лексикологію, синтаксис, прагматику, етимологію тощо [1]. Наприклад, проведення семантичного аналізу дозволяє зробити висновки про необхідність коригування текстового контенту для оптимізації його під пошуковики та/або користувачів в залежності від їх цілей [2].

Першочерговою задачею при семантичному аналізі цифрових текстів є пошук ключових слів, множина яких є найбільш стиснутим виглядом семантики тексту [3].

Відомо ряд методів пошуку ключових слів. Зокрема, метод пошуку ключових слів за дисперсійним оцінюванням DE використовує оцінку відстані між словами у тексті [4], та його різновиди, що мають індекс DE-BM.

Дисперсійна оцінка є оцінкою дискримінантної сили слів й дозволяє відділити із загальної множини широковживаних у тексті слів слова, що розташовані рівномірно [5]. Обчислюється наступним чином. Якщо деяке слово,

наприклад  $T$ , позначається як  $T_k^n$ , де індекс  $k$  – номер появи даного слова у тексті, а  $n$  – позиція даного слова у тексті. Інтервалом між послідовними появами слова при таких позначеннях буде величина  $\Delta T_k^m = T_{k+1}^m - T_k^n = m - n$ , де на  $m$ -й та  $n$ -й позиції в тексті знаходиться слово  $A$ , яке зустрілось  $k+1$ -й і  $k$ -й рази.

Дана оцінка розраховується як:  $DE = \sqrt{(\Delta T^2) - (\Delta T)^2} / (\Delta T)$ , де  $(\Delta T)$  – середнє значення послідовності  $\Delta T_1, \Delta T_2, \Delta T_k$ ,  $(\Delta T^2)$  – послідовність  $T_1^2, T_2^2, T_k^2$ , де  $k$  – кількість появи слова  $A$  у тексті [6].

Дисперсійна оцінка дозволяє відокремити слова, що зустрічаються в тексті відносно рівномірно (для рівномірно розподілених слів ця оцінка дорівнює нулю), від слів, розподілених нерівномірно. Тобто це оцінка дискримінантної сили слів, зокрема, для інформаційного пошуку. Ідея даної оцінки близька до TF-IDF, однак більш коректно застосовується до цілих текстів, а не до масивів з великої кількості документів, як TF-IDF.

Дисперсійний аналіз є статистичним методом оцінки зв'язку між факторними й результативними ознаками в різних групах, відібраний випадковим чином, заснований на визначенні розходжень (розкиду) значень ознак. В основі дисперсійного аналізу лежить аналіз відхилень всіх одиниць досліджуваної сукупності від середнього арифметичного. Як міра відхилень береться дисперсія – середній квадрат відхилень. Відхилення, викликані впливом факторної ознаки (фактору) порівнюються з величиною відхилень, викликаних випадковими обставинами. Якщо відхилення, викликані факторною ознакою, більш істотні, ніж випадкові відхилення, то вважається, що фактор впливає на результуючу ознаку.

Обрахунок відстаней між словами у тексті є підготовчим етапом до дисперсійного оцінювання слів, за якого визначаються для кожного слова (з кількістю появ у тексті більше одного) всі відстані між сусідніми їх появами.

У залежності від того, яким чином і в якій кількості визначаються відстані для кожного унікального слова тексту, розрізняють різні види DE-BM вихідного методу пошуку ключових слів за дисперсійним оцінюванням DE-BM, а саме: DE-BM2, DE-BM3, DE-BM4, DE-BM5 [7].

Метод пошуку ключових слів DE-BM для  $n$  появ слова враховує  $n-1$  відстані. При цьому за відстань береться різниця між меншим порядковим номером наступного слова й більшим порядковим номером попереднього слова.

Метод пошуку ключових слів DE-BM2 для  $n$  появ слова враховує  $n$  відстаней. При цьому за відстань береться різниця між меншим порядковим номером наступного слова й більшим порядковим номером попереднього слова. Також додатково враховується відстань від початку тексту до першої появи слова у тексті.

Метод пошуку ключових слів DE-BM3 для  $n$  появ слова враховує  $n$  відстаней. При цьому за відстань береться різниця між меншим порядковим номером наступного слова й більшим порядковим номером попереднього слова. Також додатково враховується відстань від останньої появи слова у тексті до кінця тексту.

Метод пошуку ключових слів DE-BM4 для  $n$  появ слова враховує  $n+1$  відстань. За відстань береться різниця між меншим порядковим номером наступного слова й більшим порядковим номером попереднього слова. Також додатково враховуються відстані: від початку тексту до першої появи слова у тексті, від останньої появи слова у тексті до кінця тексту.

Метод пошуку ключових слів DE-BM5 для  $n$  появ слова враховує  $n$  відстаней. За відстань береться різниця між меншим порядковим номером наступного слова й більшим порядковим номером попереднього слова. Також додатково враховується відстань, рівна сумі різниць між початком тексту до першої появи слова та між останньою появою слова до кінця тексту.

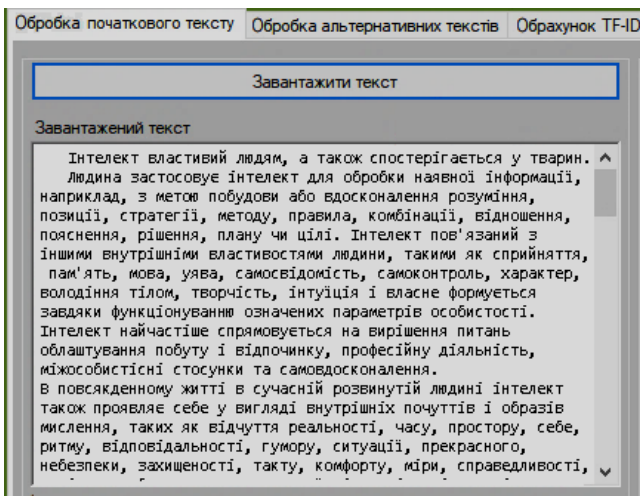


Рисунок 1 – Текст для аналізу

Наприклад, у тексті (рис. 1), що складається з 131 слова, й у якому слово «інтелект» зустрічається на позиціях 1,11,34, 60 та 83, для обрахунку дисперсійної оцінки можна використати наступні відстані:

- відстані, рівні 10, 23, 26, та 23 за класичним підходом до обрахунку;
- додаткова відстань від початку тексту до першої появи слова у тексті 1;
- додаткова відстань від останньої появи слова у тексті до кінця тексту 48;

- додаткова відстань від останньої появи слова до попередньої появи слова 23, 26, 23,10;
- додаткова відстань, рівна сумі різниць між початком тексту до першої появи слова та між останньою появою слова до кінця тексту 49.

Відповідно, для різновидів дисперсійного оцінювання слів (рис. 2) буде використано наступні відстані:

- для вихідного методу пошуку ключових слів за дисперсійним оцінюванням DE-BM: 10, 23, 26, 23;
- для методу пошуку ключових слів DE-BM2: 0, 1;
- для методу пошуку ключових слів DE-BM3: 83;
- для методу пошуку ключових слів DE-BM4: 23, 26, 23, 10;
- для методу пошуку ключових слів DE-BM5: 1, 83.

| Обробка початкового тексту Обробка альтернативних текстів Обрахунок TF-IDF Обрахунок BM25 Обрахунок DE |                |                   |                   |                   |                   |                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Обрахувати DE                                                                                          |                |                   |                   |                   |                   |                   |
| Обрахунок ваги слова за допомогою методу дисперсійної оцінки                                           |                |                   |                   |                   |                   |                   |
| N°                                                                                                     | Слово          | DE-BM             | DE-BM1            | DE-BM2            | DE-BM3            | DE-BM4            |
| 6                                                                                                      | організовувати | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 |
| 7                                                                                                      | обчислення     | 0,872727272727... | 0,872727272727... | 0,619223659889... | 0,624087591240... | 0,624087591240... |
| 8                                                                                                      | за             | 0,931330472103... | 0,931330472103... | 0,166666666666... | 0,178832116788... | 0,178832116788... |
| 9                                                                                                      | допомогою      | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 |
| 10                                                                                                     | живих          | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 |
| 11                                                                                                     | тканин         | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 |
| 12                                                                                                     | кліток         | 0,901234567901... | 0,901234567901... | 0,138059701492... | 0,156934306569... | 0,156934306569... |
| 13                                                                                                     | вірусів        | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 |
| 14                                                                                                     | і              | 0,796704579164... | 0,796704579164... | 0,758655812332... | 0,721594778936... | 0,721594778936... |
| 15                                                                                                     | біомолекул     | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 |
| 16                                                                                                     | часто          | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 |
| 17                                                                                                     | використовують | 0,318712894734... | 0,318712894734... | 1,1709053746138   | 1,178439404881... | 1,178439404881... |

Рисунок 2 – Обрахунок значень для різновидів дисперсійного оцінювання слів

Дослідження ефективності розглянутих різновидів методів пошуку ключових слів може визначити їх особливості та рекомендовані області застосування. Врахування додаткової відстані, яка рівна сумі різниць між початком тексту до першої появи слова та між останньою появою слова до кінця тексту, дозволить більш точно обраховувати оцінки важливості ключових слів методом дисперсійного оцінювання.

### **Перелік посилань**

1. Серажим К. С. Семантичний і семіотичний аспекти аналізу текстів / К. С. Серажим // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Журналістика. – Київ, 2013. – № 20. – С.34-36.
2. Chen J. Smart Data Integration by Goal Driven Ontology Learning / J. Chen, D. Dosyn, V. Lytvyn, A. Sachenko // *Advances in Big Data*. – 2016. – Т. 529. – С. 283-292.
3. Мазурець О. В. Онтологічний підхід до побудови семантичної моделі навчальних матеріалів / О. В. Мазурець // Науковий журнал «Вісник Хмельницького національного університету» серія: Технічні науки. Хмельницький, 2017, №6. – С. 223-229.
4. Крак Ю. В. Практична реалізація інформаційної технології автоматизованого визначення множини семантичних термінів в контенті навчальних матеріалів / Ю. В. Крак, О. В. Бармак, О. В. Мазурець // Науковий журнал «Проблеми програмування». Київ, 2018, №2-3. – С.245-254.
5. Ventura J. New Techniques for Relevant Word Ranking and Extraction / J. Ventura, J. Silva // *Proceedings of the artificial intelligence 13th Portuguese conference on Progress in artificial intelligence, EPIA'07*. – Berlin: Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2007. – С. 691-702.
6. Ландэ Д. В. Компактифицированный горизонтальный граф видимости для сети слов / Д. В. Ландэ, А. А. Снарский // Труды Международной научной конференции «Интеллектуальный анализ информации ИАИ-2013. Знания и рассуждения» – КПИ, Киев: 2013. – С.158-164.
7. Ряба А. О. Різновиди методу пошуку ключових слів у цифрових текстах за дисперсійним оцінюванням / А. О. Ряба, О. В. Мазурець // Збірник наукових праць за матеріалами XI всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2019» – Хмельницький, 2019, Т.1. – С.169-172.

УДК 519.816

Березнюк А. Л., Кучерук О. Я.

*Хмельницький національний університет*

## **ІЄРАРХІЧНА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ СПІВРОБІТНИКІВ КОМПАНІЇ**

*Ефективність роботи фірми безпосередньо залежить від ефективності роботи її персоналу. Удосконалення оцінки ефективності роботи співробітників є складною і актуальною задачею. В якості математичної моделі оцінки співробітників було обрано математичну модель методу аналізу ієрархій. Даний метод дозволяє отримати комплексний показник, який відображає якість працівника та дозволяє моделювати різні ситуації прийняття рішень.*

*The efficiency of the firm directly depends on the efficiency of its staff. Improving the assessment of employee performance is a complex and urgent task. The mathematical model of the method of hierarchy analysis was chosen as a mathematical model of employee evaluation. This method allows you to get a comprehensive indicator that reflects the quality of the employee and allows you to model different decision-making situations.*

У сучасному світі дедалі важливішим фактором розвитку є якість людського капіталу та використання цього капіталу на ринку праці. Керівник будь-якої компанії прагне до ефективної і конкурентоспроможної діяльності на ринку. Компетентність людей, їх знання, досвід, навички, відповідальність, комунікабельність і вміння працювати в складі команди, вміння генерувати нові ідеї і втілювати їх в життя стають стратегічним ресурсом, що дозволяє компаніям отримати конкурентну перевагу. В сучасних ринкових умовах рівень і стан кадрового потенціалу безпосередньо впливає на досягнення основних цілей компанії. Тому проблеми оцінки та атестації персоналу є особливо актуальними.

Проблеми пошуку ефективних методів оцінки персоналу розглядалися в роботах вітчизняних та зарубіжних науковців, серед яких, зокрема, І. Ансофф, М. Альберт, П. Друкер, М. Мескон, Л. Балабанова, О. Грішнова, В. Данюк, О. Крушельницька, А. Колот, А. Кибанов та ін.

Метою дослідження є побудова моделі оцінювання співробітників компанії з урахуванням ієрархічної структури критеріїв та переваг.

Оцінка працівників є важливим елементом ефективного управління діяльністю компанії та результативності роботи працівника. Це комплексний інструмент, що використовується в процесі управління людськими ресурсами. Така оцінка охоплює кількісні та якісні аспекти організаційного функціонування окремих людей і відповідає на питання, наскільки працівник вписується у встановлені

стандарти та цінності, прийняті в компанії. Отже, основною метою оцінки є оцінка ставлення працівників, особистих характеристик, поведінки та рівня виконуваних завдань, важливих з точки зору цілей та місії компанії. Передумовою успіху системи оцінювання є ретельно розроблена процедура, яка повністю враховує специфіку діяльності даної компанії. Вибір методів оцінки та атестації персоналу для кожної конкретної компанії є унікальним завданням, вирішити яку може тільки керівництво самої компанії.

Підходів до оцінки персоналу існує багато, їх можна об'єднати в три групи [1]:

- якісні (або описові) методи: матричний метод, метод системи довільних характеристик, оцінка виконання завдань, метод "360 градусів", групова дискусія;
- кількісні методи: методи бальної оцінки, ранговий метод, метод вільної бальної оцінки;
- комбіновані методи: метод суми оцінок; система групування.

Незважаючи на різноманітність запропонованих науковцями та практиками методичних підходів, поки не існує єдиної методичної системи оцінки, що забезпечувала б вирішення всіх виникаючих проблем оцінки персоналу компанії.

На сьогоднішній день в практичній діяльності компаній активно відбувається перегляд традиційних підходів до оцінки персоналу. Все більше поширюється використання математичних методів і моделей. Методи теорії ігор, математичне і імітаційне моделювання, експертні методи, функціональне моделювання і інші дозволяють підвищувати ефективність звичних методів оцінки персоналу [2].

В якості математичної моделі в нашому дослідженні було обрано математичну модель методу аналізу ієрархій. Даний метод дозволяє отримати комплексний показник, який відображає якість працівника. Важливою перевагою методу аналізу ієрархій є можливість на ранніх стадіях оцінювання виявляти неузгодженість суджень експертів, причинами якої може бути необґрунтоване визначення значень пріоритетів, як критеріїв, так і альтернатив (співробітників). Даний метод можна використати у відборі претендентів на ту чи іншу посаду; у розвитку співробітників (можна оцінити розвиток індивідуальних компетенцій і розвиток рівня загальної сукупності необхідних компетенцій співробітників); в оцінці діяльності співробітників і згодом також в оцінці розміру оплати їх праці [3].

Застосування методу аналізу ієрархій відбувається в декілька етапів [4]:

Етап 1 – декомпозиція проблеми та побудова моделі проблеми у вигляді ієрархії.

Етап 2 – формування матриць попарних порівнянь всіх елементів ієрархії.

Етап 3 – визначення за матрицями попарних порівнянь векторів локальних пріоритетів.

Етап 4 – визначення найкращої альтернативи.

Для кожного з  $k$  визначених критеріїв при аналізі  $n$  об'єктів, що попарно порівнюються, аналізують  $k$  матриць розміром  $n \times n$  та одержують пріоритети  $w_{ij}$ ,  $i = \overline{1, k}$ ,  $j = \overline{1, n}$  кожного  $j$ -го об'єкта з точки зору кожного  $i$ -го критерію. На заключному етапі оцінюють підсумкові пріоритети кожного з порівнюваних об'єктів у вигляді лінійної комбінації:

$$W_j = \sum_{i=1}^k q_i w_{ij}, \quad j = \overline{1, n} \quad (1)$$

Якщо хоча б один з критеріїв розбитий на  $m$  окремих підкритеріїв, тобто утворюється додатковий рівень ієрархії, то проводиться їх попарне порівняння (матриці  $m \times m$ ) та обчислюються їх ваги  $q_{is}$ ,  $s = \overline{1, m}$ . Далі значення  $q_{is}$  множать на вагу даного критерію  $q_i$ . При цьому у виразі підсумкового показника пріоритетності порівнюваних об'єктів (1), доданок, що відповідає цьому критерію, представляється вже сумою  $m$  членів.

Представлена процедура оцінки співробітників дозволяє моделювати різні ситуації прийняття рішень, які є відповіддю на трансформацію навколишнього середовища.

### Перелік посилань

1. Чавичалов І.І. Методи оцінки ефективності управлінського персоналу підприємства / І. І. Чавичалов // Інвестиції: практика та досвід. – 2018. – № 1. – С.41-44.
2. Івченко Л.О. Методи математичного програмування в процесі відбору лінійного персоналу підприємствами сфери гостинності / Л. О. Івченко, Н. В. Погуда // Економіка та держава. – 2017. – № 7. – С.59-62.
3. Сакал П. Оценка компетенций руководителей методом анализа иерархий / П. Сакал, Л. Юрик, М. Шуякова // Проблемы развития территории. – 2015. – Вып. 5 (79). С. 36-51.
4. Кучерук О.Я. Оптимізація структури та обсягів реалізації продукції сільськогосподарських підприємств методом аналізу ієрархій / О.Я. Кучерук, Т.М. Кисіль // Вісник Хмельницького національного університету. Серія: «Економічні науки». – 2019. – № 4. – С. 116–121.



УДК 004.6

Беляков Н. А., Кучерук О. Я.

*Хмельницький національний університет*

## **ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ OLAP ДЛЯ АНАЛІЗУ ДАНИХ СПОЖИВЧОГО ПОПИТУ**

*В останні роки дедалі більше усвідомлюється необхідність використання методів прогнозування у багатьох сферах бізнесу. Одним з способів вирішення такої задачі є використання сучасних математичних методів прогнозування. Для якісного прогнозування попиту необхідно аналізувати великі масиви даних. Застосування OLAP-технології підвищує ефективність оперативної аналітичної обробки даних*

*In recent years, there is a growing awareness of the need to use forecasting methods in many areas of business. One way to solve this problem is to use modern mathematical methods of forecasting. For high-quality demand forecasting, it is necessary to analyze large data sets. The use of OLAP-technology increases the efficiency of operational analytical data processing.*

У країнах з розвинутою економікою для вирішення різних задач управління все частіше використовуються математичні методи прогнозування. У джерелах, що розглядають цю тему, показано, що більше 50% найбільших підприємств і приблизно 18% середніх та малих підприємств при аналізі та прогнозуванні різних економічних та фінансових показників використовують саме такі підходи [1]. В економіко-математичній термінології прогнозування – це система наукових досліджень якісного та кількісного характеру, створена для виявлення тенденцій розвитку господарства або його частин (галузі, регіони, підприємства та ін.) та пошук оптимального шляху досягнення цілей цього розвитку. Таке поняття відображає конкретні аспекти прогнозування – наявність якісних та кількісних висновків, на основі яких здійснюється прогноз [2].

Високу актуальність та широке поширення інструменти прогнозування набувають у роздрібній торгівлі продовольчими товарами. В умовах швидкоплинності бізнес-процесів замовлення, розміщення, зберігання та продаж товарів, що швидко псуються, край важливо забезпечити баланс між задоволеністю клієнта та залишками товару, який буде утилізовано по закінченню терміну придатності. Тому аналіз попиту на продукцію має першорядне значення і є нині однією з важливих задач бізнес-аналітики. Стохастичність попиту накладає значні обмеження на роботу підприємств роздрібної торгівлі. Зі збільшенням кількості товарних позицій, збільшенням торгових площ та масштабів торгівлі забезпечити якісне прогнозування попиту за допомогою прямих калькуляцій неможливо на

практиці. Отже, важливим є удосконалення існуючих технологій прогнозування споживчого попиту [2].

Однак, наскільки ця задача є актуальною, настільки непросто до сих пір іде пошук її більш перспективних рішень, втілення яких залежить від багатьох факторів і достатньо глибокого знання фахівців деталей предметної області [3]. Зокрема, для якісного прогнозування попиту на підприємствах нині необхідно аналізувати величезні масиви даних, на що витрачається багато часу, що в свою чергу, гальмує процес прийняття рішень. Тому виникає необхідність у використанні технологій комплексного багатовимірної аналізу даних. Такою технологією є OLAP (Online Analytical Processing).

Питання формування й прогнозування споживчого попиту на товари та послуги розглянуто в роботах таких науковців як: Дж.Армстронг, Л. Брейман, С. Брю, Г. Джеймс, Ф. Котлера, У. Маккінлі, А. Мюллер, Д. Уїттон, О. Бозуленко, Б. Грабовецький, Л.Ліпич, А. Нікульченко, В. Пучкова, Л. Строць, Е. Федусенко та ін.

Використання технології OLAP для підтримки прийняття рішень висвітлювали в своїх роботах Д. Акушко, А. Коробко та Т. Пенюкова, І. Каширін, Ю. Кондрашов, Є. Ярошенко та ін.

Мета статті здійснення аналізу даних споживчого попиту з використанням OLAP технології.

Першим кроком до побудови прогнозу моделі споживчого попиту є збір даних та попередній їх аналіз. На сьогоднішній день найбільш зручною моделлю представлення інформації для аналізу є багатовимірною моделлю даних. Саме засоби OLAP є зручним інструментом швидкого аналізу великих обсягів даних і наочного відображення результатів у вигляді малюнків, графіків, діаграм і таблиць.

OLAP – технологія оперативної аналітичної обробки даних, яка використовує методи і засоби для збору, зберігання і аналізу багатовимірних даних в цілях підтримки процесів прийняття рішень [4]. Актуальність застосування OLAP систем полягає в тому, що вони дозволяють працювати з даними в термінах предметної області без знання архітектури зберігання інформації [5]. OLAP забезпечує користувача природною, інтуїтивно зрозумілою моделлю даних, організовуючи їх у вигляді багатовимірних кубів, дозволяє прогнозувати майбутнє та виявляти залежності на основі історичних даних, які неможливо помітити безпосередньо з необроблених даних. OLAP дозволяє витягувати, візуалізувати інформацію та отримувати дані в різних зрізах.

Дослідження проводилось у співпраці з компанією «Мамин хліб». Здійснювався аналіз та прогнозування попиту на продукцію за товарними групами по трьом регіонам Хмельницької області. База даних містить дані щоденної виручки за пів року по п'яти товарним групам. Багатовимірний куб даних по продажам можна розглядати як систему координат, осями якої є виміри, в нашому випадку дата, регіон, товарна група (рис. 1).

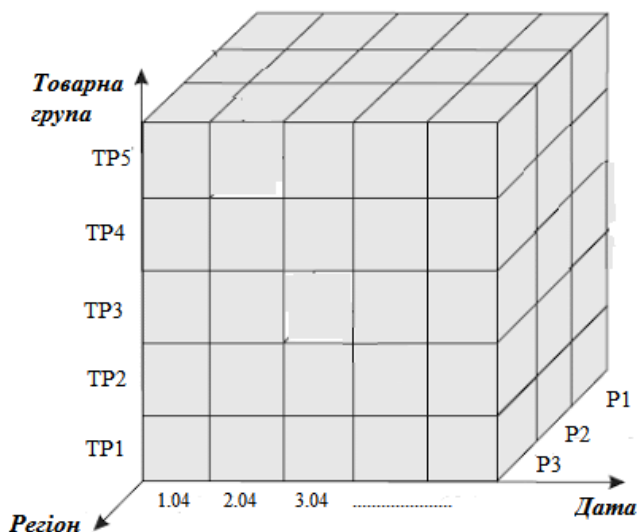


Рисунок 1 – OLAP-куб

Завдяки детальному структуруванню інформації OLAP-куб дозволяє оперативно здійснювати аналіз даних і формувати звіти в різних розрізах і з довільною глибиною деталізації. На рис.2 та рис.3 представлено розрізи OLAP-куба за вимірами «дата» та «товарна група» відповідно.

|                 |                     |           |           |           |            |
|-----------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Таблиця X Куб X |                     | Region    |           |           |            |
| Region          |                     | P1        | P2        | P3        | Итого:     |
| 05.04.20        | булочні вироби      | 1 157,00  | 1 024,00  | 2 270,00  | 4 451,00   |
|                 | кондитерські вироби | 6 825,00  | 5 309,00  | 6 825,00  | 18 959,00  |
|                 | листокові вироби    | 14 303,00 | 14 643,00 | 5 108,00  | 34 054,00  |
|                 | напівфабрикати      | 6 924,00  | 5 842,00  | 8 871,00  | 21 637,00  |
|                 | хлібні вироби       | 17 163,00 | 17 163,00 | 37 187,00 | 71 513,00  |
|                 | Итого:              | 46 372,00 | 43 981,00 | 60 261,00 | 150 614,00 |
| Итого:          |                     | 46 372,00 | 43 981,00 | 60 261,00 | 150 614,00 |

Рисунок 2 – Розріз OLAP-куба за виміром «дата»

Виконавши відповідний розріз, одержуємо статистичну інформацію для подальшого прогнозування.

| Таблиця X Куб X |                     | Region   |          |          |           |
|-----------------|---------------------|----------|----------|----------|-----------|
| + Дата          | Товарна група       | P1       | P2       | P3       | Итого:    |
| 01.04.20        | кондитерські вироби | 7 173,00 | 6 397,00 | 5 816,00 | 19 386,00 |
| 02.04.20        | кондитерські вироби | 6 417,00 | 4 861,00 | 8 166,00 | 19 444,00 |
| 03.04.20        | кондитерські вироби | 4 671,00 | 6 539,00 | 7 473,00 | 18 683,00 |
| 04.04.20        | кондитерські вироби | 6 151,00 | 7 112,00 | 5 959,00 | 19 222,00 |
| 05.04.20        | кондитерські вироби | 6 825,00 | 5 309,00 | 6 825,00 | 18 959,00 |
| 06.04.20        | кондитерські вироби | 5 138,00 | 7 992,00 | 5 899,00 | 19 029,00 |
| 07.04.20        | кондитерські вироби | 5 082,00 | 7 623,00 | 6 841,00 | 19 546,00 |
| 08.04.20        | кондитерські вироби | 6 476,00 | 7 555,00 | 3 958,00 | 17 989,00 |
| 09.04.20        | кондитерські вироби | 4 126,00 | 6 459,00 | 7 356,00 | 17 941,00 |
| 10.04.20        | кондитерські вироби | 7 166,00 | 6 778,00 | 5 423,00 | 19 367,00 |

Рисунок 3 – Фрагмент розрізу OLAP-куба за виміром «товарна група»

Під час управління компанією виникають труднощі, які завжди супроводжуються невизначеністю, пов'язаною з прийнятими рішеннями. Одним з інструментів мінімізації невизначеності є оперативний аналіз інформації та прогнозування. Застосування OLAP-технології підвищує ефективність оперативної аналітичної обробки даних, а використання методів сучасної економетрики, статистики та машинного навчання дозволяє здійснювати ефективні прогнози, зокрема споживчого попиту.

### Перелік посилань

1. Соколов Е. В. Экономико-математическая модель и инструментарий прогнозирования и оптимизации расходов торгового предприятия по видам рекламы / Е. В. Соколов, Р. Н. Измайлов // Прикладная информатика. – 2011. – № 5 (35). – С. 5-15.
2. Пивкин К. С. Моделирование покупательского спроса на предприятиях розничной торговли на основе методов машинного обучения: дис. ... канд. тех. наук : 08.00.13 / К. С. Пивкин. – Ижевск, 2018. – 145 с.
3. Замятин А.В. Интеллектуальный анализ данных : учеб. пособие. – Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2016. – 120 с.
4. Анализ данных и процессов: учеб. пособие / А. А. Барсегян, М. С. Куприянов, И. И. Холод, М. Д. Тесс, С. И. Елизаров. — 3-е изд., перераб. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2009. — 512 с.
5. Keith Laker «OLAP Workshop 1: Basic OLAP Concepts» [Електронний ресурс] – URL: [http://oracleolap.blogspot.com/2007/12/olap\\_workshop\\_1\\_basic\\_olap\\_concepts.html](http://oracleolap.blogspot.com/2007/12/olap_workshop_1_basic_olap_concepts.html)

УДК 004.4

Білоус Г. А., Мазурець О. В.

*Хмельницький національний університет*

## **ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ АДАПТИВНОГО ТЕСТУВАННЯ РІВНЯ ЗНАНЬ**

*Розглянуто кроки розробленої інформаційної технології адаптивного тестування знань з використанням тестових завдань сформованих на основі ключових термінів інформаційного навчального матеріалу. Тип адаптивного тестування та поточний елемент семантичної структури обумовлюють формування множини тестових завдань з якої за критеріями обирається тестове завдання для перевірки поточного ключового терміну. Далі залежно від оцінки відповіді на поточне тестове завдання обирається наступне та при завершенні тестування обраховується загальний результат.*

*There are considered the steps of the developed information technology of adaptive testing of knowledge with the use of test tasks formed based on key terms of information educational material. The type of adaptive testing and the current element of the semantic structure specifies the formation of the test tasks set, from which according to the criteria a test task is selected to check the current key term. Then, depending on the estimation of the answer to the current test task, the following is selected, and at the end of testing the total result is calculated.*

Розвиток сучасного суспільства і системи освіти пред'являють все більш високі вимоги до якості підготовки студентів. Особливу роль в підвищенні якості освіти відіграє його комп'ютеризація, яка розуміється не як просте передавання навчальної інформації в цифровому вигляді, а як створення спроектованого з психолого-педагогічної та методичної точок зору інформаційно-освітнього навчального середовища [1]. Використання інформаційних технологій у навчанні забезпечує персоналізований процес навчання та надає можливості для ефективного самоконтролю та контролю з діагностикою помилок і зворотним зв'язком. Одним із основних інструментів вимірювання рівня знань у системі освіти залишається тестування, за допомогою якого можна не тільки виявити якість навчання, але і ефективно управляти навчальним процесом [2].

Комп'ютерне тестування може проводитися в різних формах, що розрізняються за технологією об'єднання завдань в тест. Однією з перспективних форм тестування є адаптивне. Адаптивне тестування [3] полягає в тому, що запропоновані студенту поточні завдання залежать від результатів його відповідей на попередні завдання, що дозволяє значно знизити трудомісткість і час тестування, що на практиці буває дуже важливо. Існує декілька підходів до формування

тестових завдань для адаптивного тестування та власне його проведення [4, 5, 6].

У тестології існує проблема рівномірного покриття тестовим навчальним матеріалом семантики контенту інформаційного навчального матеріалу (ІНМ). Повнота покриття тестами ключових положень навчального матеріалу може визначатися через аналіз використання у тестових завданнях ключових термінів із навчальних матеріалів. Рівномірність покриття тестами структури ІНМ визначається через аналіз прив'язки тестових завдань до ієрархії структурних елементів навчального матеріалу. Така прив'язка може бути забезпечена аналізом контенту тестових завдань на предмет наявності у них ключових термінів із навчальних матеріалів, за умови прив'язки ключових термінів до ієрархії структурних елементів навчального матеріалу, що є також важливим аспектом при формуванні наборів тестових завдань [7].

В рамках розробленої інформаційної технології запропоновано використання тестових завдань для адаптивного тестування, сформованих на основі ключових термінів, вжитих у ІНМ. Також, базуючись на важливості певного ключового терміну в межах заголовку ІНМ, здійснюється адаптивне тестування рівня знань.

Кроки інформаційної технології адаптивного тестування рівня знань зображено на рис. 1. *Вхідними даними* методу адаптивного тестування є поточний елемент семантичної структури  $m'_H$  та тип адаптивного тестування  $t$ . Тип адаптивного тестування обумовлює семантичну важливість початкового ключового терміну (найбільш важливий, найменш важливий, середньої важливості), що була визначена методом дисперсійного оцінювання [8].

На *Кроці 1* формується множина тестових завдань  $M''_{T3}$  для перевірки поточного ключового терміну  $K^*[n]$ . Для цього на *Кроці 1.1* визначається кількість  $k^{max}$  ключових термінів відповідних актуальному елементу семантичної структури  $m'_H$ . Далі на *Кроці 1.2* утворюється множина тестових завдань  $M'_{T3}$  відповідних актуальному елементу семантичної структури  $m'_H$  з загальної множини тестових завдань  $M_{T3}$  ( $M_{T3} \Rightarrow M'_{T3}$ ) та на *Кроці 1.3* визначається поточний ключовий термін  $K^*[n]$  для перевірки згідно типу адаптивного тестування  $t$ , де  $n \in [1..k^{max}]$ . Завершальним є *Крок 1.4* на якому формується множина тестових завдань  $M''_{T3}$  ( $M'_{T3} \Rightarrow M''_{T3}$ ,  $M''_{T3}: m''_{T3,k_z}$ , де  $k_z \in [k^1..k^*]$ ).

На *Кроці 2* інформаційної технології відбувається вибір тестового завдання  $m^*_{T3}$  для перевірки поточного ключового терміну  $K^*$ . Множина тестових завдань  $M''_{T3}$  ранжується на *Кроці 2.1* за множиною тестових завдань  $m_{T3} \in M''_{T3}$ , які вже було використано, що формує множину  $M'''_{T3}$  ( $M''_{T3} \Rightarrow M'''_{T3}$ ). Тестові завдання із множини  $M'''_{T3}$  в свою чергу на *Кроці 2.2* сортуються за збігом  $m_{T3} \in M'''_{T3}$  із множиною використаних речень  $M_{p_{\text{реч}}}$  таким чином утворюючи множину  $M''''_{T3}$  ( $M'''_{T3} \Rightarrow M''''_{T3}$ ).

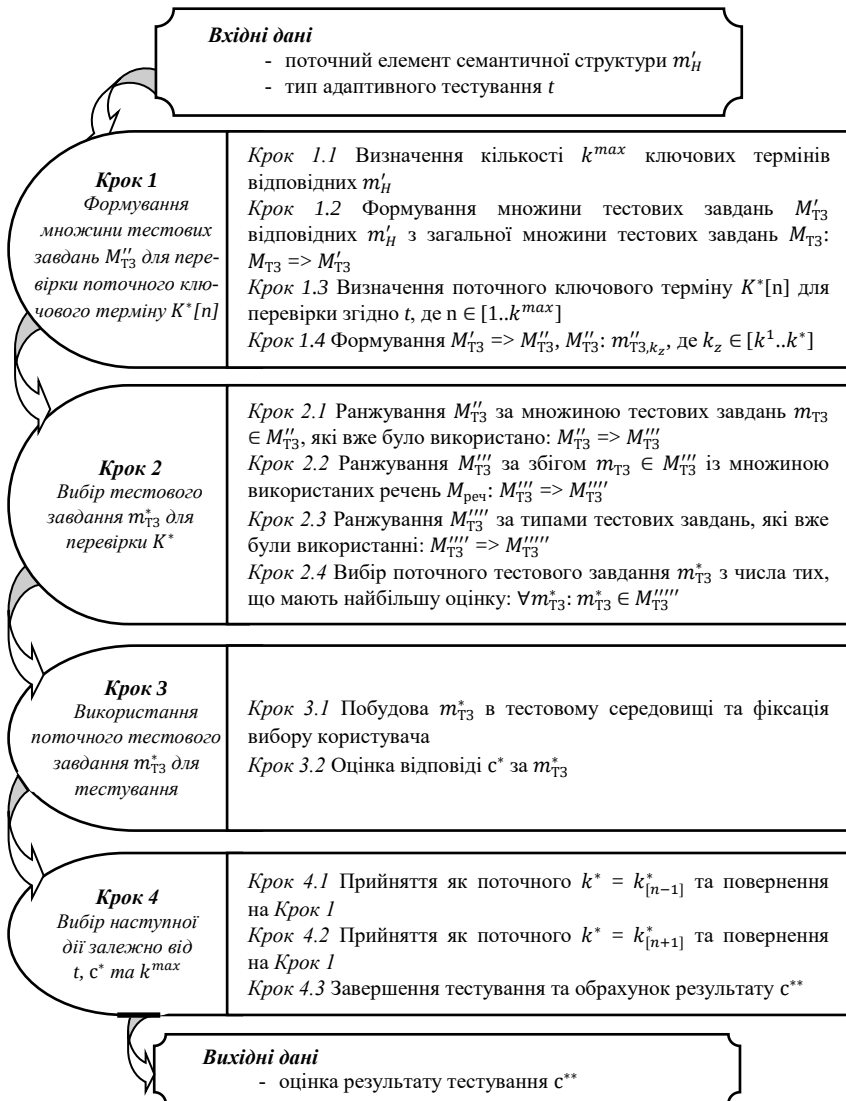


Рисунок 1 – Кроки інформаційної технології адаптивного тестування рівня знань

Далі на Кроці 2.3 множина тестових завдань  $M'''''_{T3}$  ранжується за типами тестових завдань, які вже були використанні, що зумовлює формування множини

$M_{ТЗ}^{''''}$  ( $M_{ТЗ}^{''''} \Rightarrow M_{ТЗ}^{''''}$ ). На Кроці 2.4 відбувається вибір поточного тестового завдання  $m_{ТЗ}^*$  з числа тих, що мають найбільшу оцінку  $\forall m_{ТЗ}: m_{ТЗ}^* \in M_{ТЗ}^{''''}$ .

Використання поточного тестового завдання  $m_{ТЗ}^*$  для тестування здійснюється на Кроці 3. При цьому відбувається формування  $m_{ТЗ}^*$  в тестовому середовищі, фіксується вибір (відповідь) користувача на Кроці 3.1 та відбувається оцінка відповіді  $c^*$  за поточне тестове завдання  $m_{ТЗ}^*$  на Кроці 3.2.

На Кроці 4 обирається подальша дія залежно від типу адаптивного тестування  $t$ , оцінки відповіді  $c^*$  та загальної кількості ключових термінів  $k^{max}$ : поточний ключовий термін приймається як  $k^* = k_{[n-1]}^*$  на Кроці 4.1 чи  $k^* = k_{[n+1]}^*$  на Кроці 4.2 та відбувається повернення на Крок 1. Або на Кроці 4.3 тестування завершується та обраховується результат  $c^{**}$ .

Вихідними даними методу адаптивного тестування є оцінка результату тестування  $c^{**}$ , що вираховується залежно від відповідей опитуваного впродовж тестування.

Для дослідження ефективності використання тестових завдань за ІТ адаптивного тестування рівня знань було використано призначену для проведення адаптивного тестування тестову програмну систему (рис. 2). Використовуючи ідентичну множину тестових завдань, було запропоновано піддослідним (студентам за власним бажанням) пройти тестування з використанням базового алгоритму проходження тесту середовища Moodle та з використанням адаптивного алгоритму проходження тесту. Достатня кількість тестових завдань за традиційного алгоритму визначається шляхом їх випадкового додавання до тесту до вичерпання вказаного граничного часу. Достатня кількість тестових завдань за адаптивного алгоритму визначається шляхом одержання кінцевого результату по рівню знань за кожним із заголовків ІНМ.

Дослідження ефекту від використання множин тестових завдань для адаптивного тестування виконано шляхом оцінки різниці часу на проходження тесту та кількості тестових завдань, використаних для тестування, за наведеними двома алгоритмами, як для кожної категорії результату (за національною шкалою), так і в середньому.

Ефект від використання адаптивного тестування за різницею в часі тестування обраховується за формулою:

$$\Delta T_i = \frac{TC_i - TA_i}{TC_i} \cdot 100, \quad \overline{\Delta T_i} = \frac{\sum_{j=1}^n \Delta T_{i,j}}{n}, \quad (1)$$

де  $TC_i$  – час, затрачений на тестування за традиційного алгоритму  $i$ -м досліджуваним;  $TA_i$  – час, затрачений на тестування за адаптивного алгоритму  $i$ -м досліджуваним;  $\overline{\Delta T_i}$  – середнє значення для вибірки з  $n$  проходжень тесту двома алгоритмами.





Рисунок 2 – Процес тестування в інформаційній системі розробленій за ІТ адаптивного тестування рівня знань

Ефект від використання адаптивного тестування за різницею в кількості одержаних на тестуванні тестових завдань обраховується так:

$$\Delta N_i = \frac{NC_i - NA_i}{NC_i} \cdot 100, \quad \overline{\Delta N_i} = \frac{\sum_{j=1}^n \Delta N_{i,j}}{n}, \quad (2)$$

де  $NC_i$  – кількість завдань, одержана на тестування за традиційного алгоритму  $i$ -м досліджуваним;  $NA_i$  – кількість завдань, одержана на тестування за адаптивного алгоритму  $i$ -м досліджуваним;  $\overline{\Delta N_i}$  – середнє значення для вибірки з  $n$  проходжень тесту двома алгоритмами.

Використана вибірка тесових завдань містить 154 тестових завдання, з яких логічного типу – 41, одиничного вибору – 44, множинного вибору – 33, із введенням тексту – 36 завдань. Використовуючи один і той самий набір тестових завдань, студенти проходили тестування з використанням базового алгоритму середовища Moodle та з використанням адаптивного алгоритму.

Середній час проходження тестів для 55 студентів за категоріями згідно одержаної за національною шкалою оцінки з використанням базового алгоритму середовища Moodle склав: для оцінки «незадовільно»  $\overline{TC_2} = 25,48$  хв., для оцінки «задовільно»  $\overline{TC_3} = 27,33$  хв., для оцінки «добре»  $\overline{TC_4} = 29,02$  хв., для оцінки «відмінно»  $\overline{TC_5} = 28,36$  хв., середній для всіх категорій  $\overline{TC_5} = 27,62$  хв.. Середній час проходження за аналогічних умов з використанням адаптивного алгоритму

проходження тесту склали: для оцінки «незадовільно»  $\overline{TA_2} = 13,27$  хв., для оцінки «задовільно»  $\overline{TA_3} = 15,58$  хв., для оцінки «добре»  $\overline{TA_4} = 24,17$  хв., для оцінки «відмінно»  $\overline{TA_5} = 27,54$  хв., середній для всіх категорій  $\overline{TA_5} = 21,95$  хв.. Візуальне подання результатів проходження тестів за середнім часом зображено на рис. 3.

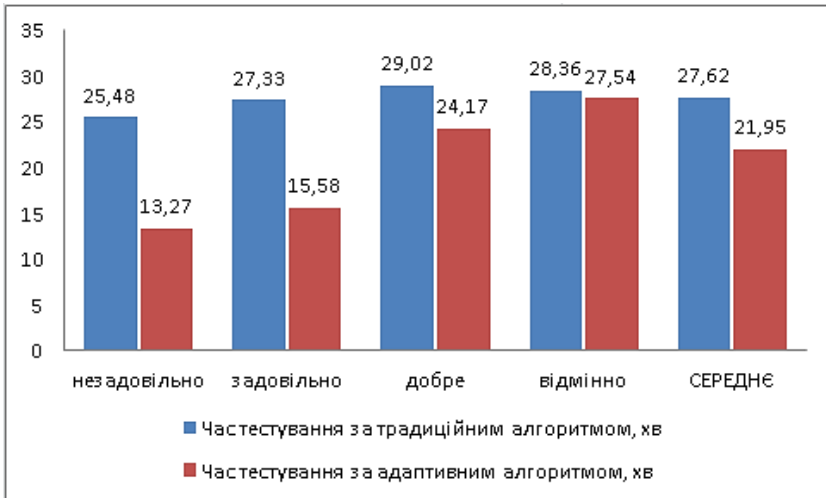


Рисунок 3 – Середній час проходження тестів, хв.

Одержані результати тестування дозволили за (1) визначити ефект від використання адаптивного тестування за різницею в часі тестування: для оцінки «незадовільно»  $\overline{\Delta T_2} = 47,92$  %, для оцінки «задовільно»  $\overline{\Delta T_3} = 42,99$  %, для оцінки «добре»  $\overline{\Delta T_4} = 16,71$  %, для оцінки «відмінно»  $\overline{\Delta T_5} = 2,89$  %, середнє значення за всіма категоріями  $\overline{\Delta Ts} = 20,53$  %.

Середня кількість одержаних тестових завдань за використання базового алгоритму середовища Moodle склали: для оцінки «незадовільно»  $\overline{NC_2} = 15,31$  од., для оцінки «задовільно»  $\overline{NC_3} = 14,83$  од., для оцінки «добре»  $\overline{NC_4} = 15,11$  од., для оцінки «відмінно»  $\overline{NC_5} = 15,07$  од., середній для всіх категорій  $\overline{NC_5} = 15,13$  од.. Середня кількість одержаних тестових завдань за використання адаптивного алгоритму проходження тесту склали: для оцінки «незадовільно»  $\overline{NA_2} = 6,49$  од.,

для оцінки «задовільно»  $\overline{NA_3} = 8,67$  од., для оцінки «добре»  $\overline{NA_4} = 12,25$  од., для оцінки «відмінно»  $\overline{NA_5} = 16,12$  од., середній для всіх категорій  $\overline{NA_5} = 11,83$  од. (рис. 4).

Одержані результати тестування дозволили за (2) визначити ефект від використання адаптивного тестування за кількістю одержаних тестових завдань: для оцінки «незадовільно»  $\overline{\Delta N_2} = 57,61$  %, для оцінки «задовільно»  $\overline{\Delta N_3} = 41,54$  %, для оцінки «добре»  $\overline{\Delta N_4} = 18,93$  %, для оцінки «відмінно»  $\overline{\Delta N_5} = -6,97$  %, середнє значення за всіма категоріями  $\overline{\Delta NS} = 17,28$  %.

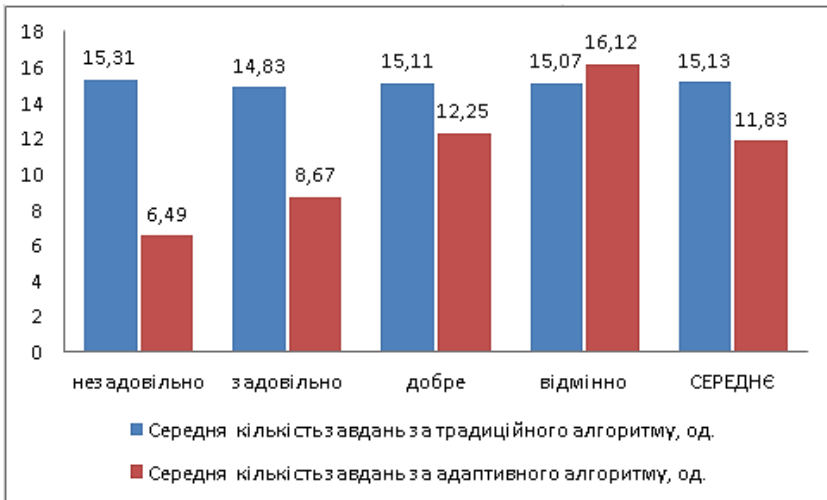


Рисунок 4 – Середня кількість одержаних тестових завдань, од.

Результати дослідження підтвердили можливість використання створених за розробленою інформаційною технологією множин тестових завдань не тільки для проведення тестування за традиційним алгоритмом тестування, а й для адаптивного тестування.

В середньому для визначення рівня знань за адаптивного тестування знадобилося використання на  $\overline{\Delta NS} = 17,28$  % меншої кількості завдань. При цьому чим вищим виявився рівень знань піддослідного, тим більша кількість завдань знадобилася для визначення рівня знань за адаптивного тестування, від  $\overline{NA_2} = 6,49$  од. для оцінки «незадовільно» до  $\overline{NA_5} = 16,12$  од. для оцінки «відмінно». Причому,

якщо для оцінки «незадовільно» ця кількість була суттєво меншою за показник традиційного алгоритму ( $\overline{\Delta N_2} = 57,61 \%$ ), то для оцінки «відмінно» кількість одержаних тестових завдань виявилась навіть дещо більшою ( $\overline{\Delta N_5} = -6,97 \%$ ), що було пов'язано з необхідністю максимального заглиблення перевірки в кожен елемент структури ІНМ.

Загалом, за  $\overline{TA_5} < \overline{TC_5}$ , алгоритм адаптивного тестування в середовищі Moodle забезпечив більш швидке на  $\overline{\Delta Ts} = 20,53 \%$  проходження тесту за базовий алгоритм проходження тесту середовища Moodle. Чим вищим виявився рівень знань студента, тим більша кількість завдань знадобилася для визначення рівня знань за адаптивного тестування, й відповідно тим більше часу було витрачено на їх вирішення – якщо для оцінки «незадовільно»  $\overline{\Delta T_2} = 47,92 \%$ , то для оцінки «відмінно»  $\overline{\Delta T_5} = 2,89 \%$ . В той час як за традиційного алгоритму ці показники відрізняються несуттєво.

Хоча  $\overline{\Delta N_5} < 0$ , одержано  $\overline{\Delta T_5} > 0$ . Це можна пояснити тим, що за адаптивного тестування тестові завдання подавались в логічно послідовному порядку, що дало можливість студентам більш зосереджено їх опрацьовувати і зменшило час на «переключення» між різними рубриками.

Загалом, алгоритм адаптивного тестування в середовищі Moodle забезпечив більш швидке на  $\overline{\Delta Ts} = 20,53 \%$  проходження тесту, при цьому для визначення рівня знань знадобилося використання на  $\overline{\Delta Ns} = 17,28 \%$  меншої кількості завдань.

На об'єктивність результатів суттєво впливає коректність сформованих тестових завдань. Адже для створення коректного тестового набору, тестові завдання формуються так, щоб вони рівномірно покривали ІНМ. При коректно сформованому наборі тестових запитань, запропонований підхід дозволяє більш точно визначити рівномірність рівня отриманих знань та виявити прогалини в розумінні вивченого матеріалу.

Отже, на сучасному етапі тести є ефективним методом контролю рівня одержаних знань. В процесі тестування слід виконувати перевірку розуміння студентом складових семантичної структури навчального матеріалу у вигляді системи заголовків та відповідних множин ключових термінів.

Адаптивне тестування є актуальним та ефективним видом комп'ютерного тестування, що забезпечує належну об'єктивність процесу контролю рівня знань. А запропоновані кроки інформаційної системи адаптивного тестування рівня знань дозволяють здійснити контроль розуміння ключових

термінів в межах інформаційного навчального матеріалу залежно від їх семантичної важливості.

### **Перелік посилань**

1. Комп'ютерне тестування як одна з форм діагностики та контролю якості знань студентів – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://naurok.com.ua/stattya-komp-yuterne-testuvannya-yak-odna-z-form-diaagnostiki-ta-kontrolyu-yakosti-znan-studentiv-28883.html>
2. Концептуальні основи оцінювання якості шкільної освіти – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.ippobuk.cv.ua/images/Шепенюк\\_7.pdf](http://www.ippobuk.cv.ua/images/Шепенюк_7.pdf)
3. Сергієнко В.П. Комп'ютерні технології в тестуванні: навч. посіб. / В. П. Сергієнко, М. П. Малежик, Т. В. Сіткарь. – Луцьк: «Волиньполіграф», 2012. – 290 с.
4. Нехаев И. Н. Постановка задачи эффективного адаптивного тестирования уровня знаний / И. Н. Нехаев // Вестник Московского городского педагогического университета, серия «Информатика и информатизация образования». – 2008. – № 15. – С. 124–127.
5. Иванова О. Н. Адаптивное тестування на практиці діагностики вмінь та знань / О. Н. Иванова, О. Н. Кононов [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ht.bitnet.ru/press/articles/?view=art129>.
6. Гайтан О. М. Елементи технології реалізації автоматизованого адаптивного контролю знань студентів в комп'ютерних системах навчання / О. М. Гайтан // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2014. – № 4. – С. 97-105.
7. Barmak O. Information technology for creation of semantic structure of educational materials / O. Barmak, O. Mazurets, I. Krak, A. Kulias, A. Smolarz, L. Azarova, K. Gromaszek, S. Smailova // Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments. – 2019. – Vol. 11176. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1117/12.2537064>
8. Мазурець О. В. Метод формального опису елементів моделей автоматизованого формування тестових завдань / О. В. Мазурець, О. В. Ковальчук, В. О. Слободзян, Г. А. Білоус // Збірник наукових праць за матеріалами Всеукраїнської науково-практичної конференції «Інтелектуальний потенціал – 2018». Хмельницький, 2018, Ч.1. – С.51-56.

УДК 621.396.963

Бортнік В. В., Ларіонов І. В., Форкун Ю. В.

*Хмельницький національний університет*

## **АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ РЕГУЛЮВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ІОНІВ ВОДНЮ**

*Розглядаються питання регулювання величини кислотності електроліту в гальванічних ваннах автоматизованих автооператорних гальванічних лініях. Процедура відбору зразків розчинів електролітів та визначення рН проводиться працівниками хімічної лабораторії з ціллю подальшої корекції кислотного електроліту. В роботі пропонується автоматизація процесу регулювання концентрації іонів водню. Підвищення точності регулювання кислотності забезпечує зниження витрати корегуючих розчинів, підвищення продуктивності автоматизованих автооператорних гальванічних ліній і підвищення якості виробів.*

*The issues of regulating the acidity of the electrolyte in galvanic baths of automated auto-galvanic lines are considered. The procedure of sampling electrolyte solutions and determining the pH is performed by employees of the chemical laboratory for the purpose of further correction of the acid electrolyte. The paper proposes automation of the process of regulating the concentration of hydrogen ions. Improving the accuracy of acidity control reduces the consumption of corrective solutions, increases the productivity of automated auto-galvanic lines and improves product quality.*

Для підвищення якості гальванічного покриття, з більшості електролітів, важливо підтримувати оптимальне значення рН розчинів. Процедuru відбору зразків розчинів електролітів та визначення концентрації іонів гідрогену (яка змінюється в часі) проводять працівники хімічної лабораторії за певною методикою з використанням різних пристроїв [1].

В роботі пропонується автоматичний пристрій регулювання рН розчинів електролітів з підвищеною надійністю і точністю.

Пристрій автоматичного процесу регулювання концентрації іонів водню показаний на блок-схемі (рис. 1), на рис. 2 приведена структурна схема блока управління пристрою.

Пристрій регулювання концентрації іонів водню містить ванну ВЕ з електролітом, блок БУ управління, датчик ДК кислотності з поміщеними в нього чутливими елементами, всмоктувальну трубу ТЕ електроліту, всмоктувальну трубу ТР промивного розчину, ванну ВПР з промивним розчином, розподільник РП потоку, сифон СЗ зливу електроліту, ежектор Е1, всмоктувальну трубу ВТЕ1 ежектора, нагнітаючу трубу НТ1, всмоктувальну трубу ВТД, електромагнітний клапан ЕК1, блок БПР подачі коригуючого розчину, магістраль МРЕ рециркуляції електроліту, насос НР рециркуляції.

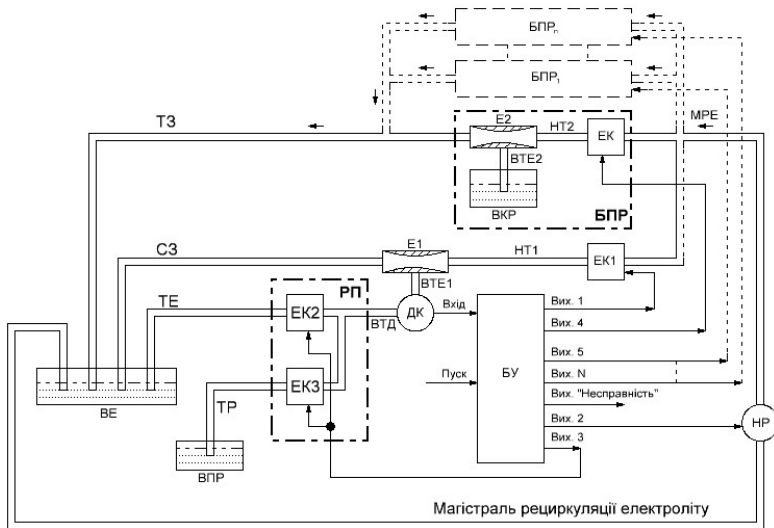


Рисунок 1 – Блок схема пристрою регулювання концентрації іонів водню

Блок БПР подачі коригуючого розчину містить ванну ВКР з коригувальним розчином, ежектор Е2, електромагнітний клапан ЕК, всмоктувальну трубу ВТЕ2, нагнітаючу трубу НТ2 ежектора Е2, трубу ТЗ зливу коригуючого розчину.

Розподільник РП потоку містить два електромагнітних клапана ЕК2 і ЕК3. Клапан ЕК2 в знеструмленому стані закритий, а клапан ЕК3 відкритий, тобто ванна ВЕ з електролітом відключена, а ванна ВПР з промивним розчином підключена до датчика ДК кислотності. При подачі напруги на обмотки клапанів ЕК2 і ЕК3 ванна ВПР з промивним розчином відключається, а ванна ВЕ з електролітом підключається до датчика ДК кислотності. Залежно від складу робочого електроліту в ванні ВЕ, технологічного процесу, закону регулювання кислотності електроліту пристрій може містити один, два або більше блоків подачі коригувальних розчинів (наприклад, блоки БПР<sub>1</sub>,...,БПР<sub>n</sub>).

При двопозиційному регулюванні (більше, менше) і одному коригуючому розчині пристрій містить один блок подачі коригуючого розчину (БПР).

При трьохпозиційному регулюванні (менше, норма, більше) і двох коригуючих розчинів пристрій містить два блоки подачі коригуючого розчину (БПР і БПР<sub>1</sub>).

Можливе корегування електроліту подачею декількох коригувальних розчинів включенням блоків БПР, БПР<sub>1</sub>,...,БПР<sub>n</sub>.

Один з можливих варіантів виконання блоку БУ управління приведений на рис. 2.

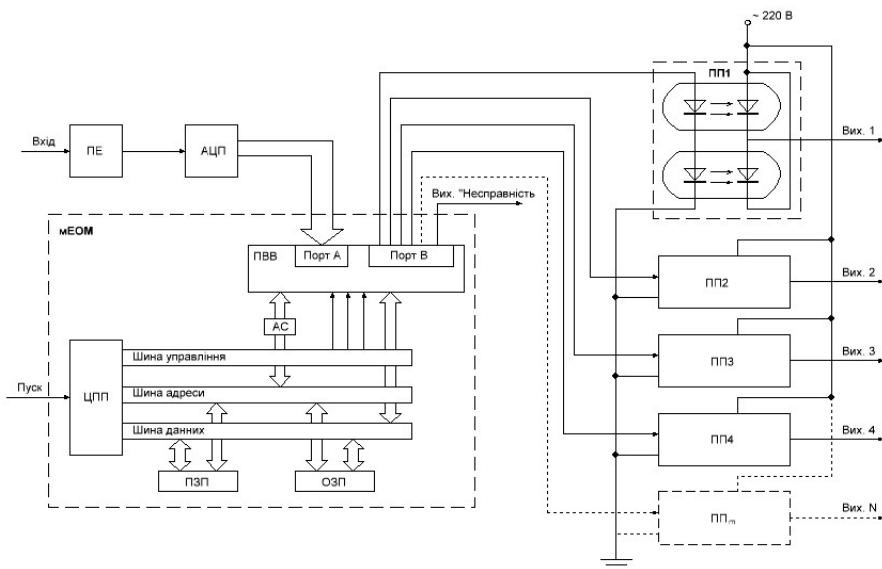


Рисунок 2 – Структурна схема блока управління пристрою регулювання концентрації іонів водню

Блок БУ управління містить перетворювач ПЕ чутливих елементів активності іонів водню, аналого-цифровий перетворювач АЦП, мікро електронно обчислювальну машину (мікро ЕОМ) мЕОМ і в залежності від числа блоків БПР, БПР<sub>1</sub>, ..., БПР<sub>n</sub> подачі коригувальних розчинів, підсилювачі ПП1, ..., ПП4, ..., ПП<sub>m</sub>. Мікро ЕОМ мЕОМ складається з пристрою ПБВ введення-виведення, постійного запам'ятовуючого ПЗП, оперативного запам'ятовуючого пристрою ОЗП, адресного селектора АС, центрального процесорного пристрою ЦПП, з'єданого шиною управління з пристроєм ПБВ введення-виведення, шиною адреси з постійним запам'ятовуючим пристроєм ПЗП, оперативним запам'ятовуючим пристроєм ОЗП і через адресний селектор АС з пристроєм ПБВ введення-виведення, а шиною даних - з ПЗП, ОЗП і з пристроєм ПБВ введення-виведення.

Перед початком роботи пристрою ванну ВІР заповнюють промивним розчином. В якості промивного розчину в залежності від необхідної точності регулювання може бути використана водопровідна вода, дистильована вода, електроліт зі стабільним значенням рН і т.д. Додаткова вимога до промивних розчинів - не агресивні по відношенню до чутливих електродів.

Датчик ДК кислотності заповнюють промивним розчином з ванни ВПР (через відкритий клапан ЕКЗ).

Розглянемо роботу пристрою при двопозиційний регулювання кислотності і одному коректує розчині.



Ванну ВКР заповнюють коригуючим розчином. У ПЗП записують алгоритм роботи пристрою і постійні величини;  $pH_p$  - задане значення кислотності промивного розчину;  $pH_{max}$ ,  $pH_{min}$  - відповідно верхнє і нижнє значення меж регулювання кислотності електроліту в ванні ВЕ;  $\Delta pH_{max}$  - допустиме задане значення похибки вимірювання кислотності промивного розчину;  $T_1$  - час, необхідний для зміни промивної рідини в датчику ДК кислотності електролітом, що відраховується від моменту включення клапана ЕК1 до моменту встановлення стабільного значення вимірювання рН електроліту;  $T_2$  - час, необхідний для зміни електроліту в датчику ДК кислотності промивним розчином, що відраховується від моменту включення розподільника потоку РП до моменту встановлення стабільного значення вимірювання рН промивного розчину.

Тимчасові інтервали  $T_1$  і  $T_2$  визначаються експериментально при налаштуванні пристрою.

За командою "Пуск" блок БУ управління формує команду вимірювання кислотності. Виміряне перетворювачем ПЕ значення кислотності промивного розчину рН надходить на вхід аналого-цифрового перетворювача АЦП і з його виходу у вигляді двійкового коду через порт А пристрої ПВВ введення-виведення і шини даних - в процесор ЦПП. Процесор ЦПП обчислює значення  $\Delta pH$ , рівне  $\Delta pH_p = pH_p - pH$ .

Якщо /  $\Delta pH$  /  $\geq \Delta pH_{max}$ , блок БУ управління формує сигнал "Несправність".

Якщо /  $\Delta pH$  /  $\leq \Delta pH_{max}$ , то значення рН з урахуванням знака заноситься в комірку ОЗП, а блок БУ управління формує команди включення насоса НР ( "Вих.1"), клапана ЕК1 ( "Вих.2") і перемикає розподільника РП ( "Вих. 3"). Електроліт, що нагнітається насосом НР, через включений клапан ЕК1 і трубу НТ1 надходить в ежектор Е1, де створюється розрідження, а електроліт з ванни ВЕ по трубі ТЕ через розподільник РП (відкритий клапан ЕК2), по трубі ВТД поступає в датчик ДК кислотності і далі через всмоктувальну трубу ВТЕ1 в ежектор Е1, де захоплюється потоком робочого електроліту, і через сифон СЗ, ванну ВЕ і насос НР замикається потік робочого електроліту. У датчику ДК кислотності відбувається заміна промивної рідини електролітом.

Після закінчення часу  $T_1$  коли промивної розчин в датчику ДК кислотності повністю заміниться електролітом, код виміряного значення кислотності електроліту рН через порт А пристрої ПВВ введення-виведення надходить в процесор ЦПП, який обчислює значення  $pH_{вим} = pH \pm \Delta pH$ , де  $\Delta pH_{вим}$  - виміряне з урахуванням поправки  $\pm \Delta pH$  значення концентрації електроліту, і порівнює його з  $pH_{min}$ .

Якщо  $pH_{вим} < pH_{min}$ , то блок БУ управління формує команду "Вих.4" включення клапана ЕК блоку БПР подачі коригуючого розчину.

Робочий електроліт через відкритий клапан ЕК і через трубу НТ2 надходить в ежектор Е2, де створюється розрідження. Коригувальний розчин з ванни ВКР через всмоктувальну трубу ВТЕ2, ежектор Е2 і трубу НТ2 зливу надходить в ванну ВЕ з електролітом. Величина рН електроліту підвищується.

При досягненні  $pH_{\text{вим}} \geq pH_{\text{min}}$  блок БУ управління знімає команди включення "Вих.3" і "Вих. 4", тобто розподільвач РП потоку і клапан ЕК блоку БПР подачі коригуючого розчину відключаються. Подача коригуючого розчину з ванни ВКР припиняється, а в датчик ДК кислотності з ванни ВПР з промивним розчином через трубу ТР, клапан ЕКЗ і трубу ВТД надходить промивний розчин, який далі через всмоктувальну трубу ВТЕ1, ежектор Е1 і сифон СЗ зливається в ванну ВЕ з електролітом.

Після закінчення часу  $T_2$ , коли електроліт в датчику ДК кислотності повністю заміниться на промивний розчин, цикл вимірювання і регулювання повторюється з моменту вимірювання рН промивного розчину і обчислення  $\Delta pH = pH_r - pH$ .

При трьохпозиційному регулюванні кислотності електроліту, при  $pH_{\text{вим}} < pH_{\text{min}}$ , включається блок подачі коригуючого розчину, що підвищує рН електроліту, наприклад блок БПР.

При  $pH_{\text{вим}} \geq pH_{\text{max}}$  включається інший блок подачі коригуючого розчину, наприклад блок БПР<sub>1</sub>, що знижує рН електроліту. Необхідний алгоритм функціонування пристрою записується в ПЗП мікро ЕОМ мЕОМ.

При необхідності коригування електроліту двома або кількома коректуючими розчинами блоки БПР<sub>1</sub>, ..., БПР<sub>n</sub> подачі коригувальних розчинів включаються по черзі або разом залежно від заданого алгоритму коригування по виходах 5, ..., N блоку БУ управління.

Використання насоса НР і потоку робочого електроліту для створення розрідження в ежекторах Е1 і Е2 дозволяє застосовувати пропонований пристрій в виробничих приміщеннях, що не мають магістралі стиснутого повітря. Крім того, насос НР забезпечує більш інтенсивне перемішування електроліту в ванні ВЕ, тобто однорідність електроліту по всьому об'єму ванни, за рахунок чого забезпечується зменшення постійної часу регулювання.

Таким чином застосування автоматизованої системи регулювання концентрації іонів водню за рахунок введення корегування результату виміру підвищується точність регулювання кислотності, а за рахунок того, що чутливий елемент датчика більшу частину часу, в тому числі і не робочий час, знаходиться в промивному розчині, підвищується надійність пристрою. Підвищення точності регулювання кислотності забезпечує зниження витрат корегуючих розчинів; підвищення продуктивності обладнання та якості виробів.

### Перелік посилань

1. К.А. Плясова, В.С. Коваленко, В.І. Ткач, Л.В. Петренко, Лабораторний практикум з фізичної хімії та електрохімії, Міністерство освіти і науки України, Дніпропетровський національний університет, м. Дніпропетровськ, 2001.
2. Авторское свидетельство СССР №1462271, 01.11.1988.
3. Авторское свидетельство СССР №1485213, 08.02.1989.

УДК 004.4

Буров А. Ю.

Хмельницький національний університет

## ОРГАНІЗАЦІЯ ЗБУТУ ЗА СИСТЕМОЮ МОБІЛЬНИХ ПРОДАЖІВ

*Досліджено значення логістики в організації збуту, а саме особливості функціонування системи мобільних продажів. Досліджено віддалені та альтернативні моделі продажів, такі як вен-селлінг та пре-селлінг та дано оцінку перевагам та недолікам, пов'язаним з ними. Особливу увагу зосереджено на актуальності використання автоматизованих систем управління мобільною торгівлею. Проаналізовано особливості впровадження та поєднання моделей і автоматизованої системи, а також адаптації в умовах епідемії COVID.*

*The article examines the importance of logistics in the organization of sales, namely, the features of the functioning of the mobile sales system. Remote and alternative sales models, such as Ven-selling and pre-selling, are investigated and the advantages and disadvantages associated with them are evaluated. Special attention is paid to the relevance of using automated mobile trading management systems. The features of implementation and combination of models and an automated system, as well as adaptation in the context of the COVID epidemic, are analyzed.*

**Постановка проблеми.** Розвиток та поглиблення економічних зв'язків спричинив ускладнення торгової системи на різних рівнях. Це призвело до необхідності модифікації логістики та методів ведення торгівлі шляхом зміни, диференціації та доповнення класичних методів. Мобільна торгівля як явище з'явилась порівняно недавно і постійно видозмінювалась відповідно до потреб та умов галузі. Необхідність дослідження цієї моделі торгівлі і зумовила актуальність написання цієї статті.

**Мета** роботи полягає у дослідженні організації збуту за системою мобільних продажів та автоматизованої системи управління мобільною торгівлею, особливостей їх функціонування та впровадження.

**Виклад основного матеріалу.** Сьогодні в умовах запеклої конкуренції велике значення в успішній діяльності підприємства набуває управління просуванням виробів на ринок, що є однією з функцій маркетингу. Це потрібно для того, щоб створити систему управління просуванням виробів підприємства на ринок.

Ця проблема ставить завдання з просування виробів фірми на ринок, тобто завдання логістичні. Для їх успішного вирішення підприємству необхідно досягти деякого мінімального обсягу продажів. У іншому випадку всі зусилля з організації служби доставки товару до споживача виявляються малорентабельними.

До особливостей масової торгівлі слід в першу чергу віднести широкий асортимент продукції, що випускається, велику кількість покупців і мінливість у потребах. Успіх підприємства на ринку великою мірою забезпечує доступність товару для покупця, яка досягається різними формами торгівлі. Останнім часом в промисловості широко використовуються методи дрібнооптової торгівлі із залученням торгових агентів (ТА), кожен з яких пов'язаний з групою клієнтів, що постійно оновлюється. В організації роботи з торговими агентами є особливості, які можна назвати як перевагами, так і недоліками: значні обсяги клієнтської бази; велика швидкість ротації клієнтів; висока нестабільність характеристик бізнесу клієнтів - починаючи з обсягів і структури продажів і закінчуючи присутністю на ринку; невеликі масштаби ринку більшості торгових посередників; територіальна віддаленість їх один від одного і від центрального складу виробника або оптовика; обмеженість агентів в асортименті (що, з іншого боку, дає можливість економити на складських приміщеннях); відсутність гарантійних запасів, тощо [1; 4; 7].

Робота з товарними агентами передбачає формування невеликих за обсягом цільових замовлень. Це передбачає створення на складах фірм-оптовиків великих запасів товарів, необхідних для безперебійного постачання ТА нових партій товару. Вони формуються залежно від характеру замовлень покупців, а тому часто дрібні партії товарів можуть об'єднуватись у великі, або навпаки – великі обсяги можуть ділитись на декілька замовлень. Виконання замовлення здійснюється на основі товарного чеку, який друкується у кількох примірниках. Як правило, один з них призначається для формування замовлення на складі, другий для покупця і третій має бути підписаний покупцем в якості підтвердження отримання товару та повернений на підприємство. Така система формування замовлення полегшує контроль видачі, перевезення та отримання товару сторонами. Часто підприємства застосовують контрольно-ревізійні перевірки для звірення даних в товарних чеках.

Наявність сильної конкуренції вимагає використання ефективних засобів, наприклад, мобільних продажів. Мобільні продажі - термін, що позначає доставку товару виробником в торгівлю або покупцеві за рахунок широких можливостей вибудовування логістики руху товару і грошей, документообігу будь-якого рівня складності. Це дозволяє реалізовувати ефективні бізнес-процеси і організувати торгівлю з урахуванням всіх нюансів логістики і здійснити якісний стрибок в організації бізнесу [3; 6].

Одна з найбільш популярних форм подібної організації роботи - van selling (вен-селлінг), дрібнооптова торгівля «з коліс», за якої вибір товару і оформлення угоди здійснюється прямо в офісі клієнта. Вен-селлінг переслідує чотири такі цілі, як: реклама, доставка, розширення асортименту, маркетинг.

Вен-селлінг створює певні переваги для постачальників і продавців, перш за все вони пов'язані з оптимізацією процесу продажу та використання складського приміщення через закупівлю товару без залишків, спрощенням процесу доставки та продажу для покупця та полегшення контролю наявності товару, оперативністю доставки, тощо.

Особливо відчутний вигравш від застосування вен-селлінга для компаній, що виробляють або продають дрібні споживчі товари повсякденного попиту. Найчастіше це продукти харчування, миючі засоби, недорога парфумерія і т. п. Такий товар швидко розходиться, і поповнювати його запаси в роздрібній торговельній мережі треба дуже оперативно. При цьому асортимент продукції може бути будь-яким - і дуже широким, і порівняно невеликим [1].

Практична реалізація вен-селлінга виглядає наступним чином. З ранку «вен» завантажується товаром і потім разом з торговим представником відправляється за маршрутом точками роздрібною торгівлі. У кожній точці проводяться переговори, відразу ж оформляються всі документи і відбувається відвантаження товару.

Ефективним також є впровадження системи pre-selling (пре-селлінгу). Це організація попереднього збору замовлень для реалізації товару підприємствами. Мобільна торгівля за цим принципом передбачає використання електронного пристрою (комунікатора), який має повну інформацію про наявність товару на складах [3; 8; 9].

Таким чином торгові агенти можуть виконувати завдання як моделі пре-селлінгу, так і вен-селлінгу. Перший – пре-селлінг – зводиться до формування портфеля замовлень в процесі спілкування з актуальними та потенційними клієнтами. Цей режим передбачає максимальну свободу в ухваленні рішення. В першу чергу мова йде про цінову політику. Мобільний модуль може раціонально зв'язати три найважливіші компоненти процесу формування замовлень – прайслисти, торгові операції та клієнтів. Таким чином, ціна може бути обрана виходячи з умов угоди, на які погодиться той чи інший конкретний клієнт. Інформація про клієнтів та історія відносин з ними зберігається в стаціонарній частині комплексу. Агенту немає необхідності самостійно аналізувати їх, варіанти рішень можуть бути завантажені в його кишеньковий комп'ютер до початку роботи. Крім того, завчасно може бути сформована політика компанії щодо нових, незнайомих клієнтів, для них можуть бути визначені дозволені операції і допустимі варіанти цін. Інформація про актуальних клієнтів, після завершення певного періоду «скидається» в стаціонарну частину комплексу.

Вен-селлінг зводиться до дрібнооптового продажу в різних точках роздрібною торгівлі. У більшості випадків це простіші завдання, які можуть бути зведені до функції доставки зроблених замовлень. Тут, як правило, велике значення має якість формування маршрутів і висока надійність блоку друку. Природно, обидва види робіт можуть бути суміщені в різних варіантах.

Ще однією цікавою особливістю комплексу є можливість роботи в режимі on-line із залученням засобів мобільного зв'язку. Це особливо актуально в двох випадках. По-перше, при організації запитів на товар може виникнути необхідність негайно отримати інформацію про наявність товару на складі та можливість зарезервувати деяку його частину. По-друге, іноді виникає необхідність фіксування

переміщення агента протягом дня для того, щоб відкоригувати його маршрут і направити на новий найближчий до нього об'єкт.

Широкі можливості вибудовування логістики руху товару і документів, документообігу будь-якого рівня складності, дозволяє реалізувати бізнес-процеси, які неможливо впровадити без автоматизованої системи, або застосовувати методи податкової оптимізації, що допомагають економити до 80% податків, при цьому не порушуючи меж чинного законодавства. Реалізувати такий підхід вручну, без автоматизованої до рівня кожного робочого місця системи, практично нереально. Фактично відбувається якісний стрибок в організації бізнесу, який в принципі не можна зробити без автоматизації [3].

Автоматизована система управління мобільною торгівлею - програмний комплекс, що дозволяє ефективно вирішувати завдання автоматизації торгових представників з використанням компактних комп'ютерів. Система дозволяє істотно підвищити ефективність продажів, помітно знизити витрати на підтримку структури торгових агентів, принципово посилити контроль над їх діяльністю, підвищити точність і швидкість виконання замовлень, значно прискорити виведення на ринок нової продукції і кардинально зменшити терміни навчання нових торгових представників. При цьому система забезпечує оперативне отримання інформації для прийняття необхідних управлінських рішень, доступ керівництва до будь-якого рівня інформації про продажі, дозволяє досить просто реалізовувати побудову складних, територіально розподілених систем для підтримки мобільних продажів. Система автоматизації мобільної торгівлі дозволяє підняти на принципово новий рівень інформаційну підтримку системи дистрибуції товарів і прийняття управлінських рішень, поліпшити імідж компанії і підвищити лояльність клієнтів.

Цього досягають шляхом: зменшення часу на прийняття рішень торговим агентом в точці продажів, яке забезпечується оперативним доступом до інформації на маршруті; автоматичного виконання основних розрахункових операцій; зменшення помилок при створенні документів за рахунок автоматизації контролю обмежень для конкретної торгової точки; оптимізації маршрутів ТА і посилення контролю над діяльністю торгових агентів; прискорення введення інформації в облікову систему підприємства про створені торговим агентом документи та його роботу; можливості не відвідувати офіс, а використовувати віддалену синхронізацію; підвищення точності і швидкості виконання; скорочення операторів з введення інформації від торгових агентів; оптимізації залишків продукції на складі за рахунок своєчасного надходження замовлень і оперативного відвантаження товару; підвищення якості обслуговування клієнтів.

У базі даних компанії зберігається інформація, необхідна для роботи ТА і для обміну з корпоративною обліковою системою (товари ,склади, ціни, знижки, замовники, торгові агенти), дані по маршрутах і управління правами торгових агентів, плани та цілі, сценарії роботи мобільних працівників, об'єкти обліку та багато іншого.

Система управління командою торгових агентів, яка дозволяє керівництву компанії та менеджерам підрозділу ТА оперативно отримувати актуальну інформацію про роботу працівників, формувати маршрути, дистанційно керувати роботою мобільних працівників і ефективно контролювати їх діяльність [2; 3; 5].

Для впровадження моделі мобільної торгівлі підприємство слід вирішити п'ять наступних завдань:

1. Розвиток регіонального продажу. Йдеться про розширення географії продажів. Підприємство-розповсюджувач розбиває свою територію на ділянки. За кожною з таких ділянок закріплюється «вен», на якому працюють водій і торговий агент. Спочатку команда «вена» діє наосліп, але з часом з'являються постійні партнери, напрацьовуються оптимальні маршрути.
2. Розробка маршруту та періодичність візитів. Маршрут не повинен бути ні занадто коротким, ні занадто довгим. У першому випадку «вен» простоює, у другому - багато часу витрачається на дорогу. Ключовим моментом є дотримання періодичності візитів до постійних партнерів: до наступного приїзду «Вена» у реалізатора не повинно бути як надлишків, так і дефіциту тих чи інших видів продукції. Крім того, при низькій циклічності торгівлі агенти компаній, що конкурують, можуть перехопити клієнта.
3. Встановлення розміру партії. Важливо також точно визначити співвідношення місткості автомобіля і розмірів партії товару з урахуванням тривалості маршруту, числа торгових партнерів і звичайних обсягів їх замовлень.
4. Створення менеджменту. При впровадженні вен-селлінгу необхідна дуже чітка організація роботи команд ТА: поділ території на ділянки, організація пошуку та відсіву клієнтів, відпрацювання маршрутів руху машин, організація обліку та контролю товарів і документації та багато іншого, що вимагає управлінської кваліфікації.
5. Створення комунікатора. Клієнтська частина системи мобільної торгівлі базується на сучасних смартфонах і комунікаторах, в яких функціонал персонального комп'ютера і стільникового телефону об'єднаний в одному корпусі [3].

Особливо актуальним є використання мобільних продажів та автоматизації системи управління мобільною торгівлею в період пандемії COVID через можливість зменшити кількість контактів між людьми, перевести працівників на віддалену роботу чи роботу «в полі» (торговим агентом або водієм), скоротити кількість працівників, тощо. Крім того особливо зростає цінність цього методу через можливість скоротити витрати на податки, що компенсує негативний вплив епідемії на рівень продажів.

Підбиваючи підсумки варто зазначити, що організація збуту за системою мобільних продажів дозволяє спростити значну частину процесів, що стосуються оптової чи роздрібною торгівлі. Ряд переваг для покупців та продавців, які надає система дозволяє оптимізувати роботу підприємств на різних рівнях. Вен-селлінг, окрім того, дає можливість підприємствам економити місце на складських

приміщеннях або ефективніше використовувати наявне, а покупцям нівелювати дефіцит певних товарів одразу на місці. Пре-селлінг дозволяє здійснювати точкові продажі задовольняючи короткострокові потреби клієнтів в перспективі, уникаючи або доповнюючи довгострокові угоди.

Автоматизована система управління мобільною торгівлею надає можливість спростити та автоматизувати значну частину процесів та уникнути ряду помилок, які спричиняє людський фактор. Особливо ефективно ця система працює в мобільній торгівлі створюючи додатковий зв'язок між різними рівнями працівників підприємства, полегшуючи доступ до інформації та її використання. Додаткової актуальності модель набула після початку епідемії COVID та загострення необхідності оптимізації роботи торгових підприємств, створення можливості здійснення безконтактного адміністрування та економії коштів.

### **Перелік посилань**

1. Володько В. Ф. (2020). Инновационные модели маркетинговой деятельности предприятия. Наука и техника, (2), 130-138. <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-modeli-marketingovoy-deyatelnosti-predpriyatiya>.
2. Куцик П. О. (2015). Діяльність торговельних підприємств у конкурентному середовищі: контрольно-аналітичне забезпечення системи управління. Чернівці. Технодрук. 370 с.
3. Лавриненко Д.В.(2008). Методы увеличения продаж товаров массового спроса за счет использования современных мобильных систем. Научные труды Вольного экономического общества России, 98 , 131-137. <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-uvelicheniya-prodazh-tovarov-massovogo-sprosa-za-schet-ispolzovaniya-sovremennyh-mobilnyh-sistem>.
4. Мазаракі А. А. (2016). Внутрішня торгівля України. Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2016. – 864 с. <https://knute.edu.ua/file/MjExMzA=/508cf1120fbd640bbc5337b81b163898.pdf>.
5. Цветов Ю. М. (2013). Особливості автоматизованого обліку товарообігу в сучасних умовах. Інші сфери економіки. С.307-311.
6. Шереметинська О. В. (2016). Стимулювання збуту: заходи та засоби, які допомагають при формуванні маркетингової діяльності підприємства при здійсненні ЗЕД. Нац. унів. харч. тех.
7. Левченко М. С. (2016). Формування омніканальної збутової політики підприємства. Київ. 42 с. [http://marketing.kpi.ua/files/studentam/AR\\_mag\\_2016/AR\\_Levchenko.pdf](http://marketing.kpi.ua/files/studentam/AR_mag_2016/AR_Levchenko.pdf)
8. Muthiani J. (2009). The impact of van selling on product distribution. School of business. 57 p. [http://erepository.uonbi.ac.ke/bitstream/handle/11295/13263/Muthiani\\_The%20impact%20of%20van%20selling%20on%20product%20distribution.pdf?sequence=3](http://erepository.uonbi.ac.ke/bitstream/handle/11295/13263/Muthiani_The%20impact%20of%20van%20selling%20on%20product%20distribution.pdf?sequence=3).
9. Oler D. (2008). Rumors and Pre-Announcement Trading: Why Sell Target Stocks Before Acquisition Announcements? 39 p. [https://www.researchgate.net/publication/228260198\\_Rumors\\_and\\_Pre-Announcement\\_Trading\\_Why\\_Sell\\_Target\\_Stocks\\_Before\\_Acquisition\\_Announcements](https://www.researchgate.net/publication/228260198_Rumors_and_Pre-Announcement_Trading_Why_Sell_Target_Stocks_Before_Acquisition_Announcements).



УДК 004.4

Вакал С. М., Потебенко А. Ю.

Сумський державний університет

## ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЯКОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ В E-LEARNING

*Розглянуто процес електронного навчання, який виявив необхідність впровадження інтелектуального агента для управління даним процесом. Агент дозволяє враховувати декілька параметрів: мотивацію, рівень підготовки та особливості студентів. Запропонована інформаційна технологія, заснована на моделі прогнозування вхідних даних за допомогою штучних нейронних мереж, для оптимізації та реалізації їх перенесення в модель інтелектуального агента.*

*The e-learning process, which identified the need to introduce an intellectual agent to manage the process, is considered. The agent allows to consider several parameters: motivation, level of preparation and characteristics of students. Information technology based on the model of prediction of input data by artificial neural networks is proposed for optimization and realization of their transfer into the model of intellectual agent.*

E-learning є перспективною технологією навчання в інформаційному суспільстві. Головна проблема навчальних систем – нездатність адаптації до індивідуальних особливостей кожної людини, що навчається. Впровадження інтелектуальних технологій управління діалоговим процесом в e-learning стримується через відсутність моделей взаємодії людей з машинами.

Метою роботи є розробка інформаційної технології прогнозування якості діяльності в електронному навчальному середовищі.

Існує низка факторів, що впливають на процес отримання знань. Студенти мають:

- різний рівень підготовки;
- різний рівень мотивації;
- різні індивідуальні особливості;
- різний час при виявленні теми;
- різні можливості вивчати складні модулі.

Таким чином, існує велика кількість параметрів, від яких залежить як саме необхідно побудувати систему діалогової взаємодії.

У зв'язку з низьким рівнем інтерактивності та відсутності механізмів адаптації навчального середовища до особливостей людини, проводяться роботи по створенню інтелектуального агента управління процесом навчання, що дозволить враховувати мотивацію, рівень підготовки та інші особливості кожного студента.

Вирішення задачі оптимізації якості людино-машинної взаємодії в навчальному середовищі дозволить підвищити ефективність засвоєння матеріалу курсу та мотивацію студентів і викладачів.

Інтелектуальний агент (рисунок 1) може функціонувати в умовах наявності єдиного інформаційного простору вищих навчальних закладів [1].

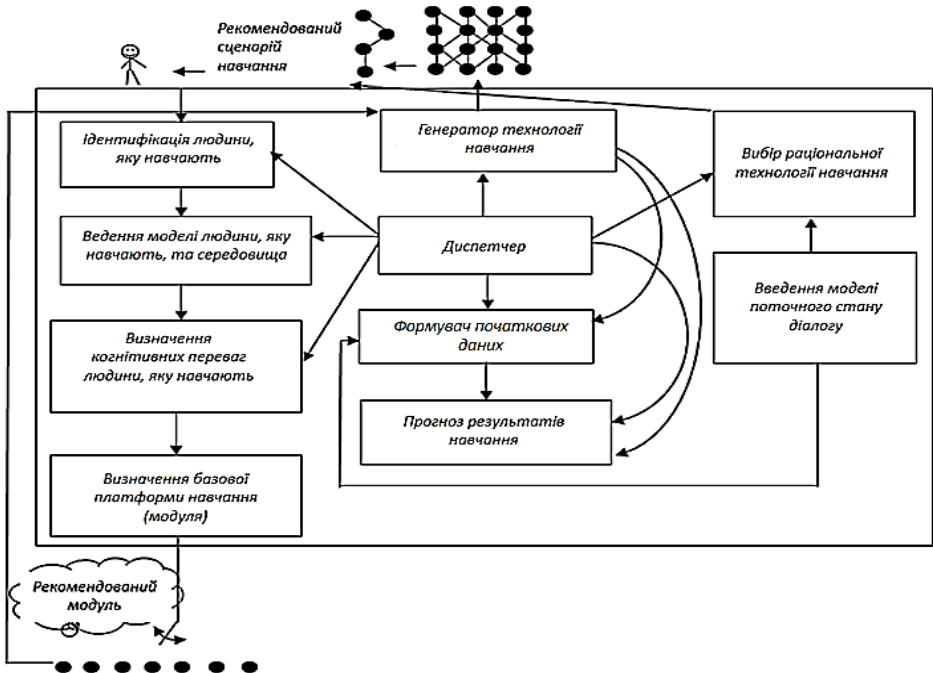


Рисунок 1 – Загальна структура інтелектуального агента

Рішення задачі прогнозування передбачає отримання ймовірісно-часових показників якості діяльності студента в електронній системі навчання при різних параметрах учня і середовища (рівні мотивації, втоми, когнітивного комфорту) [2]. Основною метою є визначення ймовірності безпомилкового виконання і математичного сподівання часу виконання блоку навчання (модуля). Отримані дані надходять до програмного інтелектуального агента для розрахунку оптимальної траєкторії навчання.

Для прогнозування даних обрано метод штучних нейронних мереж (ШНМ).

Для створення нейронної мережі використовується пакет прикладних програм для числового аналізу – Matlab R2012b. Дана система включає велику кількість тулбоксів, серед яких використано Nntool – графічний інтерфейс для

роботи з нейронними мережами. Він дозволяє обирати структуру ШНМ з широкого списку і надає велику кількість алгоритмів для навчання для кожного типу мережі.

Для формування навчальної вибірки використовуються статистичні дані, які були отримані в результаті спостереження за великою кількістю студентів з різними рівнями підготовки. Дані збережені в Excel-файлі, тому для перенесення їх в Matlab використовувалась надбудова Excel Link – дозволяє обмінюватися даними між Matlab і Microsoft Excel, забезпечуючи безпрецедентні можливості для аналізу, обробки і представлення даних.

Інформаційна мережа вміщує три однотипні нейронні мережі. Перша вміщує п'ять параметрів (мотивацію, вхідний контроль, рівень складності, функціональний стан та когнітивний контроль) та два приховані шари (рисунок 2). Результат її діяльності виводить ймовірність безпомилкового виконання модулю.

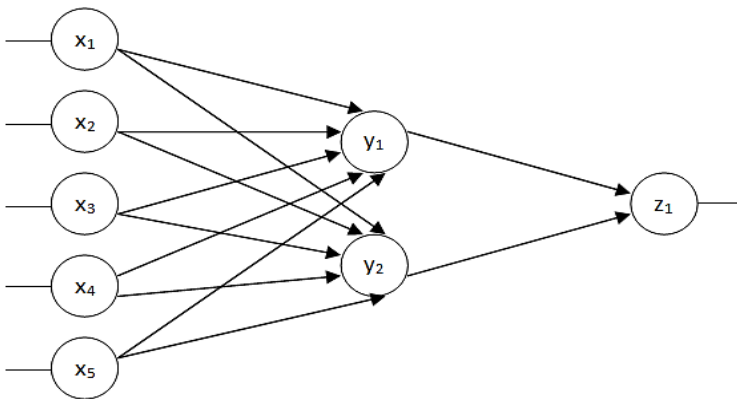


Рисунок 2 – Схема першої нейронної мережі:

$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$  – входи,  $y_1, y_2$  – приховані шари,  $z_1$  – вихід

Друга нейронна мережа вміщує шість параметрів (п'ять з них однакові з попередньою ШНМ та шостий – результат, що отримано після виконання симуляції першої нейронної мережі) та шість прихованих шарів. Результатом симуляції цієї ШНМ є математичне сподівання часу виконання модулю.

Третя нейронна мережа однакова вхідними параметрами з першою, але в результаті симуляції надає результат наявності відмови від діяльності.

Спрогнозувати якість діяльності кожного студента окремо можна обрав прізвище з наявних в базі даних, в результаті чого поля з параметрами автоматично заповняться інформацією (рисунок 3).

Для перевірки працездатності модулю вибору раціональної технології навчання проводилися серії комп'ютерних експериментів, які демонстрували адаптацію мережі до студента в залежності від прогнозованих даних.

Результат

Выберите студента для расчета

Ivanov\_result

Вероятность безошибочности

|                           |      |
|---------------------------|------|
| Низкий уровень сложности  | 1    |
| Средний уровень сложности | 0.82 |
| Высокий уровень сложности | 0.82 |

Математическое ожидание времени

|                           |         |
|---------------------------|---------|
| Низкий уровень сложности  | 22.6738 |
| Средний уровень сложности | 23.3320 |
| Высокий уровень сложности | 20.8630 |

Наличие отказа от деятельности

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Низкий уровень сложности  | 0 |
| Средний уровень сложности | 0 |
| Высокий уровень сложности | 0 |

Рисунок 3 – Прогнозована якість діяльності в e-learning

Отже, запропонована інформаційна технологія прогнозування якості діяльності в електронному навчальному середовищі – e-learning. На відміну від існуючих апаратних моделей дана модель є невибагливою до технічного забезпечення, орієнтована на штучні нейронні мережі, які адаптовані під кожного користувача (студента навчального закладу).

### Перелік посилань

1. Лавров, Е.А., Клименко, А.В. Компьютеризация управления вузом [Текст]/ Е.А.Лавров, А.В.Клименко – Сумы: “Довкілля”, 2005. – 307с.
2. Соколов, Д.Ю. Сравнительный анализ метода применения искусственной нейронной сети в целях решения задачи инженерно-штурманского расчета полета летательного аппарата [Текст] / Д.Ю. Соколов // Вооружение и экономика. – 2012. - №1 (17). С. 50–57.
3. Абашин В.Г. Адаптивная математическая модель мультибио-метрической подсистемы определения работоспособности человека-оператора АРМ на основе нечетких множеств. Информационные системы и технологии 2011. - №5(67).С. 90-96.
4. Шевчук П. Г. Програмно-технологічні умови використання мови C# для навчання програмування в загальноосвітніх навчальних закладах / П. Г. Шевчук // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: збірник наукових праць. М-во освіти і науки України, НПУ ім. М. П. Драгоманова; Відп. ред. М. І. Жалдак. – Київ, 2011. – Вип. 17 – С. 80 – 83.

УДК 004.4

Варгата В. Ю.

*Хмельницький національний університет*

## **ЗАСТОСУВАННЯ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ФАКТОРІВ РИЗИКУ ІНФЕКЦІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ COVID-19**

*Розглянуто метод кластерного аналізу та його застосування у сфері дослідження епідеміологічної ситуації. Було досліджено динаміку поширення вірусу COVID-19 на території України, зібрано та проаналізовані актуальні дані, розглянуто епідеміологічний стан України та окремих регіонів. Зібрані дані було досліджені та проаналізовані.*

*The method of cluster analysis and its application in the field of epidemiological research is considered. The dynamics of the spread of the COVID-19 virus on the territory of Ukraine was studied, current data were collected and analyzed, and the epidemiological situation in Ukraine and individual regions was considered. The collected data were researched and analyzed.*

2020 рік надовго відіб'ється в пам'яті людства роком пандемії нового вірусу. 31 грудня 2019 року Всесвітня організація охорони здоров'я була проінформована про виявлення випадків пневмонії, викликаній невідомим збудником. Системи охорони здоров'я можуть виявитися не готовими до надзвичайно великої кількості тяжкохворих пацієнтів. Найбільш важливою відповіддю по відношенню до інфекції не є лікувальні заходи, а зниження швидкості її поширення, щоб розтягнути її в часі і знизити, таким чином, навантаження на системи охорони здоров'я.[1]

Для того, щоб ефективно знизити швидкість поширення вірусної хвороби, та звести небезпеку пандемії до мінімуму, важливим етапом є правильне дослідження та аналіз динаміки поширення захворюваності в Україні, та окремих регіонах. Згідно результатів аналізу та дослідження, стає можливим впровадження ефективних карантинних умов, у кожному регіоні окремо, що в результаті, теоретично, приведе до зниження поширення захворюваності. Ефективним методом аналізу – є метод, так званого «Кластерного аналізу». Таким чином, актуальність розробки даної роботи набуває чинності, оскільки, на даний час, дуже важливо правильно спланувати методи впровадження карантинних обмежень.

Кластерний аналіз (англ. Cluster analysis) - багатовимірна статистична процедура, що виконує збір даних, що містять інформацію про вибірку об'єктів, і потім впорядковує об'єкти в порівняно однорідні групи. Завдання кластеризації відноситься до статистичної обробки, а також до широкого класу задач навчання без учителя [2].

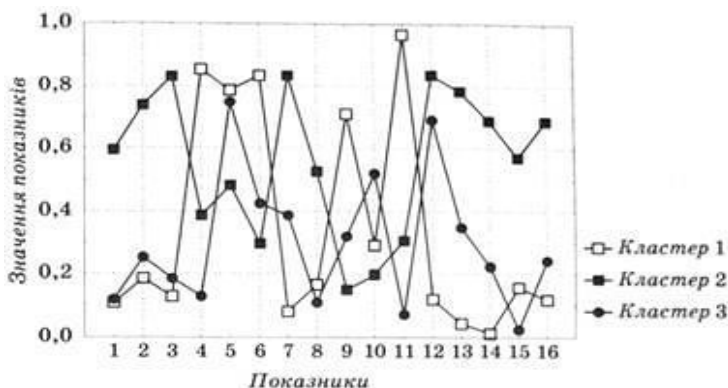


Рисунок 1 – Графік результатів кластерного аналізу

Аналізу були піддані показники, що характеризують захворюваність і поширеність захворювання, а також смертність від них у регіонах України.

Для оцінки співвідношення між поширеністю захворювань і смертністю від них у щорічних епідеміологічних показниках був використаний вибірковий метод виділення регіонів, що характеризують субпопуляції з малою, середньою і високою поширеністю захворювання. Співвідношення розповсюдженості хвороб і смертності від них оцінювалось у методичному варіанті, який передбачав оцінку регіонів «за поширеністю хвороби» в поточному році без урахування значень цього показника в попередні роки. Епідеміологічні показники протягом 6 місяців свідчать про значну мінливість, якій не притаманна тенденція до зростання чи спаду. Показники, особливо захворюваність, коливаються. Різниця між найбільшими і найменшими показниками поширеності хвороби і захворюваності в різних роках становить відповідно 26,4 і 34,5 %. Щорічна захворюваність складає майже 9/10 (точніше, 87,7 %) від усієї поширеності хвороби.

Смертність відносно значна – в середньому 4,00 на 100 тис. населення відповідного віку – це означає, що переважна більшість захворювань (96 %) завершується одужанням. Небезпеку захворювань, їх агресивність для популяції визначає показник летальності, який в середньому становить 0,618, а життєва перспектива популяції, обтяженої захворюванням, характеризується коефіцієнтом виживання, який в різні роки коливається в межах від 138,9 до 198,7 умовних одиниць.

Привертають увагу характерні взаємозв'язки між епідеміологічними показниками. Коефіцієнт кореляції між захворюваністю і поширеністю хвороби становить 0,93. Між поширеністю хвороби і смертністю взаємозв'язок відсутній ( $r=0,07$ ), а між захворюваністю і смертністю дуже слабкий і негативний ( $r=-0,18$ ).

Згідно з отриманих даних, було побудовано графік загальної кількості захворюваності станом на 27.09.2020 р.

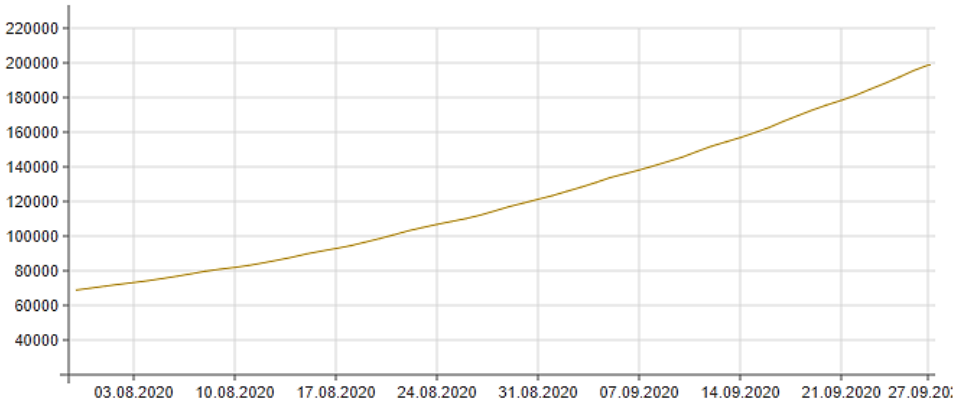


Рисунок 2 – Графік динаміки захворюваності

Таким чином, було зібрано та проаналізовано актуальні дані статистики захворюваності. Наступним етапом в розробці даного проекту буде нормалізація отриманих даних, та створення моделі динаміки згідно результатів «Кластерного аналізу».

### Перелік посилань

1. Коронавірус в Україні Офіційний інформаційний портал Кабінету Міністрів України— Режим доступу: <https://covid19.gov.ua/>
2. Гамбаров Г.М. Статистичне моделювання та прогнозування / Г.М.Гамбаров, Н.М. Журавель, Ю.Г. Королев. – М.: С., 1990. – 140 с.

УДК 004.4

Гапєєв І. А., Петровський С. С.

*Хмельницький національний університет*

## **ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ СТВОРЕННЯ ІНТЕРНЕТ РЕСУРСІВ ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ**

*Розглянуто прикладні аспекти розробки інформаційної технології для класифікації та пошуку і організації навчально-виховного процесу школи за допомогою інтернет ресурсів. Запропонована інформаційна технологія забезпечує точну і оптимальну організацію процесу функціонування загальноосвітніх навчальних закладів.*

*Applied aspects of information technology development for classification and search and organization of the educational process of the school with the help of Internet resources are considered. The proposed information technology provides accurate and optimal organization of the process of functioning of secondary schools.*

Сучасний етап розвитку України має пріоритетом рівноправне входження у світовий простір відповідно до сучасних правових, матеріально-технічних, культурологічних умов. Це ставить перед суспільством задачі використання нових інформаційних технологій. Інформатизація діяльності та життя людини вже давно стала не просто данню сучасних віянь, а насущною необхідністю. Обробка масивів інформації, що весь час збільшуються, стала можлива лише з використанням сучасних інформаційних і комп'ютерних технологій. Зріс не лише об'єм інформації – підвищилися вимоги до швидкості її обробки, але це вимагає від людні більше часу на її опрацювання і як наслідок зростає навантаження та зменшується вільний час.

Проектування та розробка програмного продукту для управління WEB-ресурсом діяльності загальноосвітніх навчальних закладів. Спираючись на аналіз існуючих програмних засобів та сайтів можемо зробити висновок про те, що наявні розробки є досить складним та переобтяженими додатковими функціоналом, мають складний інтерфейс користувача та інші недоліки.

Спираючись на результати аналізу та дослідження наявних WEB-ресурсів можемо констатувати, що існуючі сайти не відповідають сучасним вимогам до цих засобів [1].

Для розв'язку проблеми нами буде розроблено WEB-ресурс діяльності загальноосвітніх навчальних закладів.

Метою роботи є розробка інформаційної технології для організацію оптимального процесу функціонування загальноосвітніх навчальних закладів з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій.



Для розробки проекту було обрано систему керування базами даних (СКБД) Microsoft Access як клієнтську частину, як серверну частину обрано Microsoft SQL Server та декларативну мову програмування для взаємодії користувача з базами даних SQL [2,3,4].

Для управління WEB-ресурсу діяльності розважального закладу був спроектований адміністративний модуль, за допомогою якого виконується публікація, та редагування інформації на ресурсі. Модуль зображений на рисунку 1.

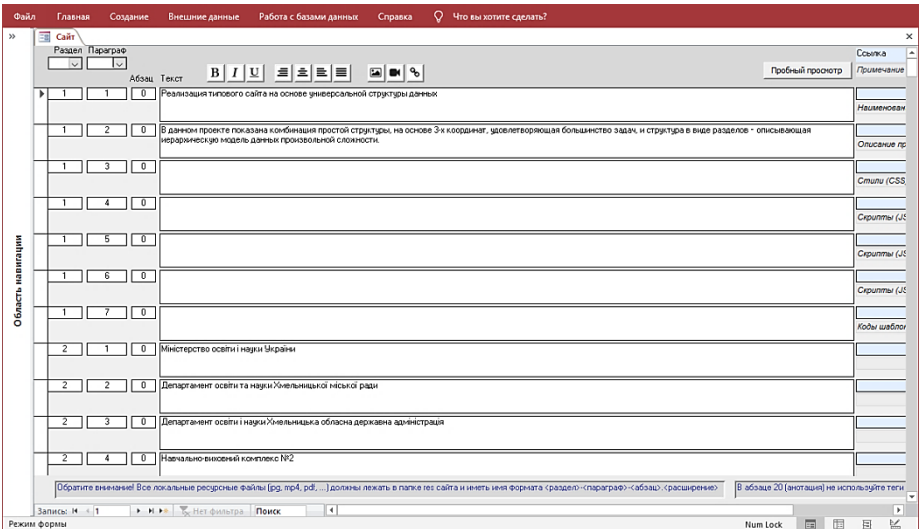


Рисунок 1 – Адміністративний модуль WEB-ресурсу

**Висновки:** Отже, запропонована інформаційна технологія забезпечує організацію оптимального процесу функціонування закладів громадського харчування з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій.

### Перелік посилань

1. Корнєєв В.В., Гарєєв А.Ф., Васюгін С.В., Райх В.В. Бази даних. Інтелектуальна обробка інформації // Нолідж. – 2016. – С. 97–127.
2. Крейг С. Маллінс Адміністрування баз даних: Повний довідковий посібник з методів і процедур // Database Administration. The Complete Guide to Practices and Procedures // КУДІЦ-Образ. – 2013. – С. 79–115.
3. Поль Дюбуа MySQL // Вільямс. – 2006. – С. 45–70. 4. Кэри Милсап Джефф Холт Oracle. Оптимізація продуктивності // Символ-Плюс. – 2016 – С. 129–143.
4. Джордж Бакарці, Білл Вонг DB2 для UNIX, Linux, Windows й OS/2 // DB2 Universal Database v7.1 for UNIX, Linux, Windows and OS/2 // Лопі. – 2014. – С. 113–125.

УДК 004.4

Гладишук Д. В.

*Хмельницький національний університет*

## **ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У ГАЛУЗІ МЕДИЦИНИ Й ФАРМАЦІЇ**

*Розглядається застосування комп'ютерного й математичного моделювання у галузі медицини й фармації. У наведеному матеріалі висвітлюються сучасні досягнення вчених у комп'ютерному дослідженні центральної нервової системи, серцево-судинної й імунної систем, а також таких органів людини, як серце й нирки. Наприкінці кожного наведеного прикладу пояснюється його значимість для теперішніх і планованих наукових досліджень.*

*This article discusses the application of computer and mathematical modeling in medicine and pharmacy. This material highlights the current achievements of scientists in the computer study of the central nervous system, cardiovascular and immune systems, as well as human organs such as the heart and kidneys. At the end of each example, its significance for current and planned research is explained.*

Моделювання в наукових дослідженнях почали застосовувати ще в далекій давнині й поступово воно стало використовуватися в нових галузях наукових знань: технічному конструюванні, будівництві, архітектурі, астрономії, фізиці, хімії, біології, медицині. Більших успіхів і визнання практично у всіх галузях сучасної науки метод моделювання досяг у XX столітті із розвитком комп'ютерних технологій.

Метод моделювання знайшов своє застосування й у медицині, а також у науках, які тісно пов'язані з нею. Метод моделювання в медицині – це засіб, який дозволяє встановлювати усе більш глибокі й складні взаємозв'язки між теорією й практикою. Останнім часом стало очевидним, що цілий ряд досліджень у медицині стає неможливо виконати експериментальним шляхом, у той час як метод моделювання є найбільш підходящим для цих цілей. Застосування методу моделювання в медицині є незамінним у випадках, коли:

- втручання в біологічні системи має такий характер, коли неможливо встановити причини змін, які з'явилися (наприклад, внаслідок втручання або з інших причин);
- використовується експериментальна техніка низького рівня;
- експерименти, пов'язані з експериментуванням на людині, можуть бути відхилені з морально-етичних міркувань.

Моделювання в галузі медицини знайшло широкого застосування не тільки через можливість заміщення експерименту, а тому що має велике самостійне значення, яке виражене у ряді переваг:

- віртуальна модель дозволяє виділити й детально вивчити певний процес і/або систему біологічного об'єкта;
- на одному комплексі даних можлива розробка цілого ряду різних моделей, різна інтерпретація досліджуваного явища, вибір найбільш плідної з них для теоретичного тлумачення;
- у процесі побудови моделі можна зробити різні доповнення до досліджуваної гіпотези й спростити її;
- можливість багаторазового повторення моделювання необхідну кількість разів;
- можливість змодельовати такі параметри експерименту, які не можна створити в лабораторних умовах;
- можливість дослідження швидкоплинних процесів;
- безпека віртуального дослідження, що виключає нанесення шкоди людині й навколишньому середовищу;
- значна економія, вигода в порівнянні з експериментами *in vivo* та *in vitro*;
- активне впровадження в медицину методів математичного моделювання й створення автоматизованих, у тому числі й комп'ютерних, систем дозволило суттєво розширити можливості діагностики й терапії захворювань.

При математичному моделюванні виділяють два незалежні кола завдань, у яких використовують моделі:

- теоретичний, який спрямований на розшифрування систем, принципів їх функціонування, оцінку ролі і потенційних можливостей конкретних регуляторних механізмів;
- практичний, який застосовується для одержання конкретних рекомендацій конкретному хворому або групі однорідних хворих; визначення оптимальної добової дози препарату для конкретного хворого при різних режимах харчування й фізичних навантаженнях.

В галузі медицини й фармації комп'ютерне моделювання вже стало невід'ємною частиною проведених ученими досліджень.

Одним з напрямків комп'ютерного моделювання, використовуваного для вивчення біологічних систем, є імітаційне математичне моделювання. При такому підході до процесу моделювання вченими відтворюється з високою точністю реальна поведінка різних біооб'єктів і систем. Уважається, що термін імітаційне моделювання зберігається лише за тими моделями, у яких тим або іншим способом розігруються (імітуються) випадкові впливи різного роду. Такий підхід дослідження дозволяє імітувати поведінку досліджуваної системи в часі й просторі.

За допомогою методу математичного моделювання вчені проводять вивчення функціонування в нормальних і патологічних станах різних відділів людського організму, наприклад, центральної нервової системи, імунної й серцево-судинної систем (ССС), а також досліджують роботу окремих органів людини.

Так в 2005 році стартував проєкт Blue Brain в Інституті мозку й свідомості політехнічного університету Лозанни. Метою даного проєкту є створення достовірної віртуальної моделі головного мозку ссавців, шляхом моделювання біологічно реалістичних нервових клітин. Наприкінці 2015 року в рамках проєкту Blue Brain була відтворена докладна реконструкція невеликої ділянки моторної кори пацюка. Ця модель включає близько 31000 нейронів, які утворюють між собою вісім мільйонів зв'язків. За обсягом ця модельована система охоплює 0,29 ділянки мозку гризуна й одержала назву - колонка. У ході роботи вчені записали активність 14000 нейронів у зрізах мозку обраного об'єкта дослідження з подальшим створенням 8 мільйонів зв'язків між кожними типами модельованих нервових кліток у колонці. Ця наукова діяльність триває понад 10 років кропіткою роботи дослідників. Кора головного мозку миші була обрана у зв'язку з більшою її вивченістю й можливістю записувати активність нейронів на зрізах нервових волокон шляхом електромагнітного збудження. Надалі залежно від відповідей нервових клітин на збудження їх кваліфікували на 55 класів збудливих і гальмових нейронів, до того ж ці клітини відрізнялися за формою. У підсумку стало можливим почати моделювання штучних нейронів, які за формою й електромагнітним властивостям максимально були наближені до сьогоденішніх. Змодельовані нейрони вчені постаралися найбільше природно для живого об'єкта розташувати в просторі. Потім, використовуючи спеціально написані пошукові алгоритми, були відтворені міжнейрональні зв'язки, що складаються із 37 мільйонів синапсів. У ході реконструкції відділу кори головного мозку гризуна для кращої візуалізації однотипні нейрони були пофарбовані в різні кольори. Створення даної моделі кори пацюка обумовлене розвитком методів комп'ютерного моделювання й правильністю обраної вченими тактики відтворення нейронів. Подальший розвиток даної моделі може розкрити нові принципи й закономірності роботи мозку. Проєкт Blue Brain - це перший крок до моделювання головного мозку людини.

Захворювання серцево-судинної системи є однією з головних причин смертності серед людей. За статистикою у світі більш 50% від загальної кількості летальних випадків припадає на захворювання ССС. У випадку неефективності медикаментозного лікування може бути ухвалене рішення про проведення реконструктивних операцій. Для пророкування оптимального типу оперативного втручання можна вдаватися до гемодинамічного моделювання. Гемодинамічне моделювання займається пророкуванням поведінки тиску крові в різних областях кровоносних судин, а також розглядає вплив різноманітних факторів на стан модельованої ділянки кровоносної системи. Використання математичних моделей дозволяє дослідникам одержати числові параметри в будь-якій точці судинного русла в певний момент часу, а потім за допомогою отриманих даних спрогнозувати зміну кровотоку в ході реконструктивної операції. Наприклад, здійснюється моделювання впливу геометрії анастомозу на кровоток у внутрішній сонній артерії, комп'ютерне моделювання гемодинаміки в скривлених судинах, чисельне моделювання кровотоку в загальній сонній артерії з s-подібною звитістю.

Результати досліджень моделювання руху крові допомагають лікарям визначитися з методами артеріального або венозного шунтування стенозованих артерій серця. Таким чином гемодинамічне моделювання займає важливе місце у виборі оптимального ходу лікування захворювань ССС.

Для вивчення захворювань серцево-судинної системи існує математичне моделювання скорочувальної роботи серцевого м'яза. При цьому можливе віртуальне вивчення роботи кардіоміоцитів як у нормальному, так і в патологічному стані. Основоположником біомеханіки роботи серця був Марсахін В.С., який разом із британськими вченими розробив математичну модель регуляції роботи серця. Марсахін В.С. проводив різнонаправлені наукові дослідження функціонування здорового й хворого міокарда. Зокрема, під його керівництвом в Інституті імунології й фізіології УрО РАН була створена найпростіша модель механічно неоднорідного міокарда, так званий м'язовий дуплет. Така модель складається із двох паралельно або послідовно механічно з'єднаних м'язових елементів. З 2009 року Марсахін В.С. керував проектом по розробці тривимірної комп'ютерної моделі серця людини, цей проект одержав назву «віртуальне серце». Ця програма спрямована на вивчення процесів поширення електричної хвилі в серці. Програма такого роду повинна враховувати безліч механізмів і факторів роботи серцевого м'яза, наприклад, вплив активності кальцієвого насоса саркоплазматичного ретикулума і м'язової в'язкості.

В 2016 році дослідники з Йоркського університету вперше створили тривимірну модель серцевої тканини, яка здатна пульсувати подібно справжньому серцю. Учені змогли включити в цю віртуальну модель три види тканин. Це скорочувальні клітки серцевого м'яза, судинні клітини й клітини сполучної тканини. Раніше в створюваних комп'ютерних моделях роботи серцевої тканини не вдавалося погодити ритм руху різнотипних клітин, але в цьому випадку вченим цю проблему вдалося розв'язати. Наприклад, дану тривимірну модель можна використовувати для пророкування токсичного впливу досліджуваних лікарських препаратів на серце або ж вивчати проблеми, що виникають при трансплантації серцевих тканин. Використовуючи математичне моделювання скорочувальної активності кардіоміоцитів, можна краще зрозуміти, як працює серцевий м'яз. До того ж стало можливим простежити динаміку зміни роботи кардіоміоцитів згідно віковими змінами організму людини, досліджувати механізми виникнення різних аритмій серця, інфаркту й інших феноменів скорочувальної активності міокарда. У результаті такого комп'ютерного моделювання роботи серцевого м'яза відкривається можливість для медичних працівників вивчати різні підходи щодо діагностики, складання прогнозу плинку кардіологічного захворювання й добору раціональної терапії хвороб серця.

В 2017 році у Бінгемтонському університеті вчені розробили модель штучної багатшарової нирки. У такому віртуальному органі дотримана природня циркуляція рідини. Уперше вченими в математичну модель такого роду була включена система гломерулярної фільтрації, що є важливим досягненням у

комп'ютерній моделі нирки. Клітини комп'ютерної нирки максимально природно для живого людського організму скоординовані в єдину взаємодіючу динамічну систему. За допомогою цієї моделі нирки стало можливим простежити за взаємодією лікарських речовин із клітинами й тканинами сечоутворюючого органу, зокрема, - за впливом лікарського засобу на процес гломерулярної фільтрації, і тим самим передбачити можливий небажаний побічний ефект досліджуваного медикаментозного препарату. Також перед ученими відкриваються перспективи віртуального вивчення плинну різних патологічних станів нирки людини.

Сьогодні ученими ведуться дослідження з математичного моделювання імунної системи. Імунна система – це сукупність органів, тканин і клітин, головним завданням яких є знищення чужорідних агентів, що потрапили в організм. Дана система пригнічує розвиток різних інфекційних захворювань після їхнього вступу в організм. У випадку, якщо відбувається порушення роботи імунної системи, зростає ймовірність розвитку інфекційного процесу, а також виникають аутоімунні захворювання. Вивчення механізмів роботи захисної системи є важливим напрямком у медицині. Штучна імунна система стала з'являтися в середині 1980-х рр. Одним з перших учених, що зацікавилися вивченням такої моделі, був Фармер. В 1986 році в даній області досліджень з'явилася робота Фармера, Пакарда й Перелсона, яка заклала теоретичні основи створення штучних імунних систем. Надалі вчені вдосконалили віртуальні імунні алгоритми, а також зростала точність запропонованих комп'ютерних моделей. Наприклад, в 2016 році була висунута модель штучної імунної системи, у якій розглядається робота В-лімфоцитів, також у ній здійснюється керування чисельністю популяцій імунних клітин. Алгоритм роботи цієї моделі заснований на використанні властивостей і принципів функціонування природних імунних систем. Зараз проводяться роботи з моделювання імунної системи за допомогою нейронних мереж. У такій математичній моделі використовуються штучні нейронні зв'язки, які в процесі навчання визначають вагові коефіцієнти досліджуваної моделі. Існують наукові праці, де розглядаються параметри імунної системи в часткових патологічних станах організму людини, наприклад, у хворих гострим ендометритом. У такий спосіб штучні імунні системи відкривають широкі перспективи в медицині. З їхньою допомогою представляється можливим вивчати деталі роботи імунної системи, прогнозувати імунну відповідь на певні патогенні речовини, розглядати динаміку аутоімунних процесів, вивчати окремо й у комплексі поведінку різних імунних ланок організму.

Сьогодні створення нових ліків є дуже складною й ризикованою галуззю для інвестицій. Процес створення й виведення нового лікарського препарату на ринок займає більш 10 років, а сумарна кількість вкладень може скласти від 800 млн до 2 млрд. дол. Крім того значна частка подібних проектів зупиняється на різних фазах клінічних випробувань або не проходить критерії, які пред'являються для нових препаратів FDA відповідними організаціями по контролю якості лікарських препаратів.

Одним з найбільш перспективних наукових методів, здатних допомогти в розв'язанні завдань поглибленого пошуку більш пророчих біомаркерів, клінічних показників і оптимальної дози, більш продуманого дизайну клінічних випробувань, використання нових технологій для аналізу їх результатів, а також інтеграції максимальної кількості інформації при прийнятті ключових рішень, є математичне моделювання (рисунок 1).

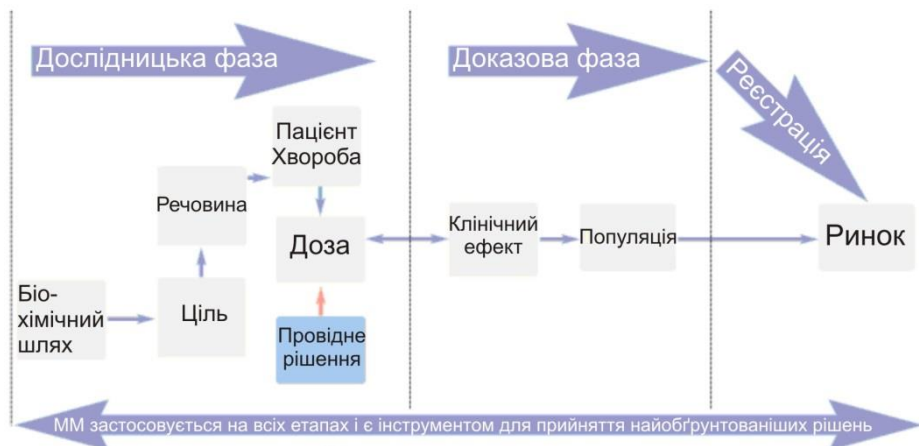


Рисунок 1 – Застосування математичного моделювання у фармакології

У галузі фармакології й аналізу клінічних даних математичні моделі стали розроблятися й застосовуватися на практиці на початку 1970-х рр. Утворювалася нова наукова дисципліна фармакометрика, яка стала використовуватися фармацевтичними компаніями для статистичного аналізу фармакокінетичних даних. У середині 1980-х рр. було розроблене й удосконалене відповідне програмне забезпечення, наприклад, пакети NONMEM і Matlab, які давали можливість розробляти більш складні математичні моделі, що дозволило суттєво розширити спектр їх застосування. На сьогоднішній день існують методики, які дозволяють використовувати математичні моделі на будь-яких стадіях розробки лікарських препаратів. Наприклад, біологічне моделювання на основі будь-яких даних про фізіологію, біохімію й регуляцію процесів, які протікають в організмі, дозволяє оцінити кількісну характеристику взаємодії препарату з цілью й швидкість його поширення в організмі. При розробці лікарських препаратів також використовується статистичне моделювання. Такі моделі використовують насамперед для доказу статистичної обґрунтованості висновків, які були отримані в ході клінічних випробувань. Крім того, за допомогою статистичних моделей можлива оцінка й дослідження популяційних розподілів різних показників, одержання пророкувань того, який ефект вони будуть виявляти на поведінку

біомаркерів і необхідних клінічних показників. Використання методів математичного моделювання стало невід'ємною частиною розгляду заявок на реєстрацію нових лікарських препаратів і внесення доповнень в інструкції.

З наведених прикладів видно, що комп'ютерне й математичне моделювання одержало широке поширення в медичних дослідженнях. Можливо, у майбутньому комп'ютерні моделі різних органів і систем органів стануть альтернативним варіантом у доклінічних дослідженнях, що в результаті здешевить і прискорить процес проведення медичних експериментів.

### Перелік посилань

1. Пермяков А.В. Возможности применения имитационного моделирования в медицине // Международная научно-техническая конференция «Перспективные информационные технологии». Самара, 26-28 апреля 2016 г. Самара: Изд-во Самарский научный центр РАН. 2016. С. 583-585.
2. Есенбекова А. Э., Джумахметова Л. К., Дусталиева С. М. Имитационное моделирование как главный инструмент конструирования сложных процессов и систем [Текст] // Технические науки в России и за рубежом: материалы VII Междунар. науч. конф. (г. Москва, ноябрь 2017 г.). - М.: Буки-Веди, 2017. - С. 165-167. - URL <https://moluch.ru/conf/tech/archive/286/13161/>.
3. Мирхамидова С.М., Ботирова Н.Б., Камбарова С.А. Особенности распространенности сердечно-сосудистых заболеваний // Молодой ученый. 2016. № 21. С. 73-76. Режим доступа: [<https://moluch.ru/archive/125/34513/> 25.02.2018].
4. Свиридова Н.В., Власенко В.Д. Моделирование гемодинамических процессов сердечно-сосудистой системы на основе данных периферической артериальной пульсации // Матем. биология и биоинформ. 2014. V. 9. P. 195–205.
5. Ротков С.И., Попов Е.В., Мухин А.С., Яриков А.В. Моделирование влияния геометрии анастомоза на кровоток во внутренней сонной артерии // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 2. Режим доступа: [<http://science-education.ru/ru/article/view?id=24221> 25.02.2018].
6. Зенин О.К., Оверко В.С., Бескровная М.В., Брюханов В.М., Руденко М.Г. Компьютерное моделирование гемодинамики в искривленных сосудах // Таврический медико-биологический вестник. 2013. Т. 16. С. 55-57.
7. Гатаулин Я.А., Юхнев А.Д., Попов М.А., Курапеев Д.И. Численное моделирование кровотока в общей сонной артерии с S-образной извитостью // Биотехносфера. 2013. Т. 5. С. 27–33.
8. Свиридова Н.В. Моделирование параметров кровотока в сосудах сердца, подвергшихся реконструктивным операциям // Ученые заметки ТОГУ. 2012, Т. 3. С. 66 – 76.
9. Мархасин В.С., Кацнельсон Л.Б., Никитина Л.В., Проценко Ю.Л., Руткевич С.М., Соловьева О.Э., Ясников Г.П. Биомеханика неоднородного миокарда — УрО РАН, Екатеринбург, 1999. — 254 с.
10. Мархасин В.С., Викулова Н.А., Гурьев В.Ю., Кацнельсон Л.Б., Коновалов П.В., Соловьева О.Э., Сульман Т.Б. Математическое моделирование в физиологии и патофизиологии сердца // Вестник уральской медицинской академической науки. 2004. Т. 3. С. 31—37.



УДК 004.9: 004.05

Говорущенко Т. О., Лебіга М. М.

*Хмельницький національний університет*

## **НЕЙРОМЕРЕЖНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

*Актуальність проблем підвищення якості програмного забезпечення (ПЗ) обумовлює необхідність розроблення інтелектуальної інформаційної технології оцінювання якості ПЗ. Автори запропонували концепцію оцінювання якості програмного забезпечення на основі штучних нейронних мереж, в якій враховуються взаємовпливи характеристик та підхарактеристик при визначенні якості ПЗ.*

*The actuality of the problems of improving the quality of software necessitates the development of intelligent information technology for assessing the quality of software. The authors proposed the concept of software quality assessment based on artificial neural networks, which takes into account the interaction of characteristics and subcharacteristics in determining the quality of software.*

Сьогодні існують проблеми у галузі забезпечення якості програмного забезпечення (ПЗ) – великі проекти і досі виконуються з відставанням від графіка або з перевищенням кошторису витрат, розроблене ПЗ часто не має необхідних функціональних можливостей, продуктивність його є низькою, а якість не влаштовує споживачів [1-3]. Оцінювання якості ПЗ за стандартом ISO 25010:2011 [4] здійснюється наступним чином: на основі атрибутів якості, зазначених в ISO 25023:2016 [5], оцінюються підхарактеристики та характеристики якості, які, в свою чергу, надають комплексну оцінку якості ПЗ.

Важкоформалізованими задачами оцінювання якості ПЗ є визначення ваг та взаємовпливу підхарактеристик в межах кожної характеристики якості ПЗ, а також характеристик в межах оцінки якості ПЗ. Одним із засобів, який дозволяє узагальнити інформацію та виявити залежності між входними і результуючими даними, є штучні нейронні мережі (ШНМ).

Метою роботи є розробка нейромережного підходу до оцінювання якості ПЗ на основі стандарту ISO 25010:2011.

Нейромережний підхід до оцінювання якості ПЗ на основі стандарту ISO 25010:2011 полягає у розробленні вісьми ШНМ, які опрацьовуватимуть множини підхарактеристик якості, здійснюватимуть їх апроксимацію та надаватимуть прогнозовані кількісні оцінки характеристик якості ПЗ, а також у розробленні ШНМ, яка опрацьовуватиме множину оцінок характеристик якості ПЗ, здійснюватиме їх апроксимацію та надаватиме прогнозовану кількісну оцінку,

власне, якості ПЗ. Концепцію моделювання якості ПЗ на основі ШНМ представлено на рисунку 1.

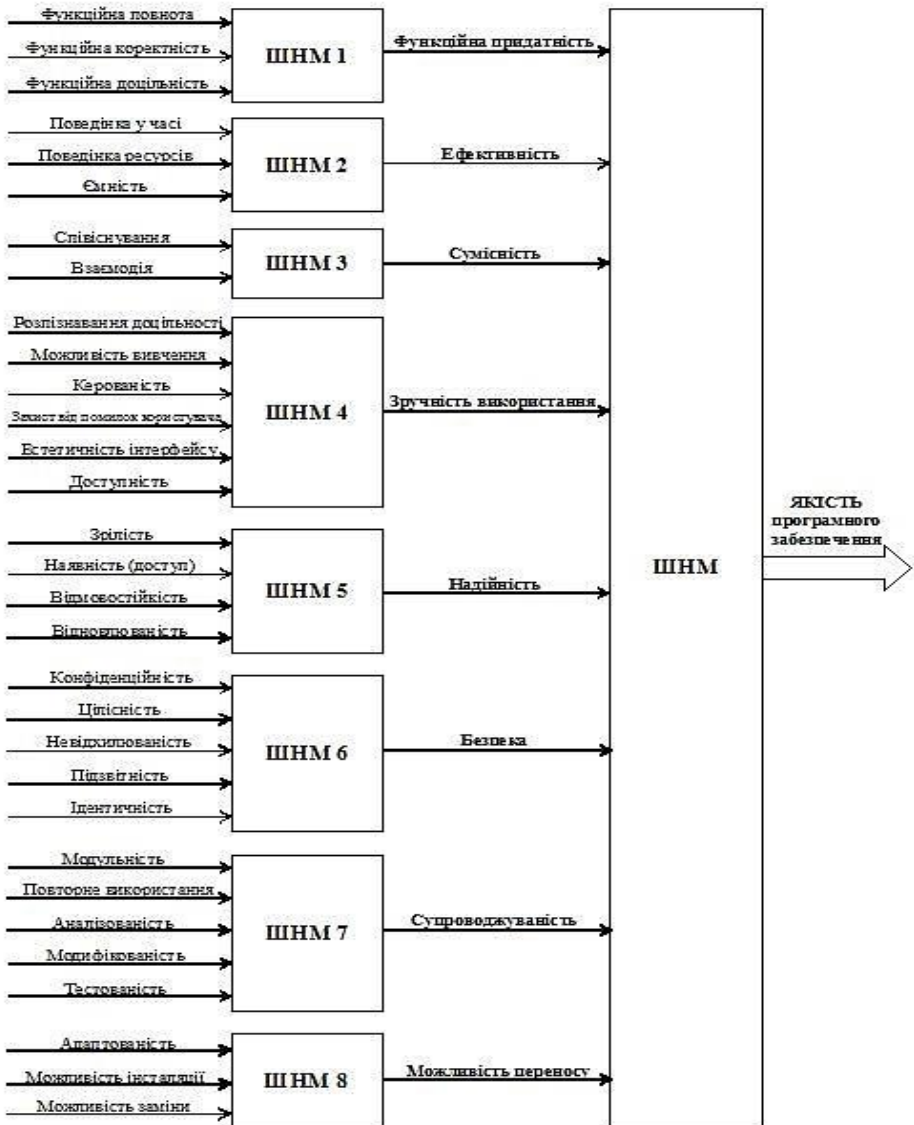


Рисунок 1 – Нейромережна концепція оцінювання якості ПЗ

Актуальність проблем підвищення якості ПЗ обумовлює необхідність розроблення інтелектуальної інформаційної технології оцінювання якості ПЗ. Автори запропонували концепцію оцінювання якості ПЗ на основі ШНМ, в якій враховуються взаємовпливи характеристик та підхарактеристик при визначенні якості ПЗ.

Враховуючи запропоновану концепцію, перспективними завданнями для подальших досліджень є: 1) вибір архітектур ШНМ, які коректно опрацьовуватимуть множини підхарактеристик та характеристик якості, здійснюватимуть апроксимацію підхарактеристик та характеристик якості, надаватимуть кількісну оцінку якості ПЗ; 2) побудова нейромережних моделі та методу оцінювання якості ПЗ; 3) реалізація та навчання нейромережної складової запропонованого методу.

### **Перелік посилань**

1. Говорущенко Т.О. Теоретичні та прикладні засади інформаційної технології оцінювання достатності інформації щодо якості у специфікаціях вимог до програмного забезпечення: дис. ... доктора техн. наук: 05.13.06. – Львів, 2018. – 441 с.
2. Мищенко В. О. CASE-оценка критических программных систем: в 3 т. Т. 1. Качество: монография / Мищенко В. О., Поморова О. В., Говорущенко Т. А. ; под ред. В. С. Харченка. – Харьков: Нац. аэрокосмический университет «ХАИ», 2012. – 201 с.
3. Макконнелл С. Совершенный код. Мастер-класс / С. Макконнелл. – Москва: Изд. «Русская редакция», 2013. – 896 с.
4. ISO/IEC 25010:2011. Systems and software engineering. Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE). System and software quality models. [Introduced 01.03.2011]. – Geneva (Switzerland), 2011. – 34 p. (International standard).
5. ISO 25023:2016. Systems and software engineering. Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE). Measurement of system and software product quality. [Introduced 31.03.2016]. – Geneva (Switzerland), 2016. – 45 p. (International standard).

УДК 004.4

Гордійчук Б. Г., Манзюк Е. А., Скрипник Т. К.

*Хмельницький національний університет*

## **ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ В ДАНИХ**

*Розроблений і реалізований метод виявлення аномалій та викидів в даних фінансової сфери. Розроблювальна система пропонує системний підхід визначення та аналізу даних та встановлення аномалій в даних. Такі системи можуть допомогти у встановлення нетипових даних та визначення даних, які можуть носити важливий характер. Цей напрямок в дослідженнях важливий з точки зору пошуку нетипових даних особливо з точки зору машинного навчання.*

*A method for detecting anomalies and emissions in financial data has been developed and implemented. The development system offers a systematic approach to identifying and analyzing data and identifying anomalies in data. Such systems can help identify atypical data and identify data that may be important. This direction in research is important from the point of view of search of atypical data especially from the point of view of machine learning.*

У процесі виробництва на всіх стадіях і циклах ділової активності працівники підприємства (навмисно або не навмисно) можуть прибігати до викривлень і фальсифікацій. У результаті таких дій підприємства можуть мати більші матеріальні й моральні втрати, тому однієї з основних задач аудита є явища помилок і фактів шахрайства, а також здійснення необхідних заходів щодо попередження можливих втрат підприємства. Для ефективної роботи з явища й усуненню помилок і зловживань в 1982 р. був розроблений і затверджений міжнародний норматив аудита "Обман і помилка" Комітету з аудиторської практики і інструкція "Відповідальність аудиторів у зв'язку зі зловживання, іншими аномаліями й помилками". З 1 січня 1999 р. в Україні придбав силу національний норматив аудита № 7 "Про помилки й шахрайстві". Метою цього нормативу є "зобов'язання тлумачення й використання термінів "шахрайство" і "помилка" з позицій підготовки аудиторського висновку, значення ризику аудита й впливу шахрайства й помилок на вірогідність фінансової звітності клієнта".

Отже, як аналітик даних, можете впровадити явища аномалії за допомогою машинного навчання. А які методи і переваги явища аномалії з використанням технологій глибокого навчання.

Викид ідентифікується як будь-який об'єкт даних або точка, яка значно відхиляється від решти точок даних. У сумі даних аутсорсинг зазвичай відкидається як виняток або просто шум. Тим не менш, те ж саме не може бути зроблено при виявленні аномалії, отже, акцент на аналізі викид.

Типи аномалій. Аномалії можна класифікувати за трьома категорія:

Точку аномалії. Якщо один об'єкт можна спостерігати проти інших об'єктів як аномалія, це точка аномалії. Це найпростіша категорія аномалії і багато досліджень включають їх. Беручи до уваги приклад, представлений на рисунку 2.1  $O_1$   $O_2$  є точкою аномалії.

Контекстні аномалії. Якщо об'єкт є аномальним у значеному контексті. Тільки в цьому випадку це контекстна аномалія (також відома як умовна аномалія). На рисунку 2.2 можна побачити періодичний контекст. У цьому випадку точка  $O_1$  аномалія, тому що вона відрізняється від періодичного контексту.

Колективні аномалії. Якщо деякі зв'язані об'єкти можна спостерігати проти інших об'єктів як аномалія.  $O_1$  об'єкт не може бути аномальним в цьому випадку, тільки колекція об'єктів.

Розглянуті проблеми, що никають при побудові моделей у прогностному аналізі даних з урахуванням наявності у них аномальних викидів. Обґрунтований вибір методу явища аномалій і його застосування в алгоритмі побудови прогностної моделі дерева розв'язків. Описані етапи роботи цього алгоритму, методика пошуку аномалій у даних. Наведений опис параметрів настроювання пошуку і їх принципове вплив на результат роботи методики. Представлені результати сполучення методики пошуку аномалій з алгоритмом побудови моделі дерева розв'язків, виражені в підвищенні точності прогностної моделі за рахунок підвищення стійкості до викидів у даних.

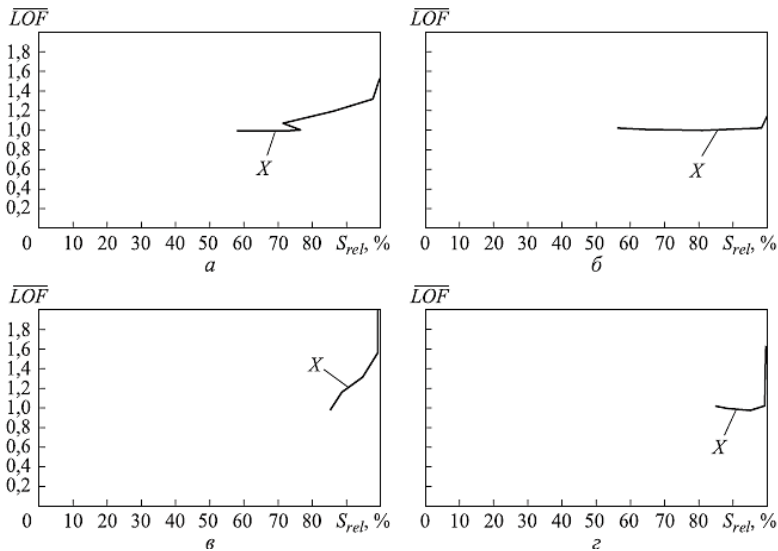


Рисунок 1 – Залежність показника локальної аномальності об'єктів ядра  $LOF$  ( $S_{rel}$ ) при  $k = 5$  (а), 10 (б), 2 (в) і 4 (г)

Одна з найбільш відомих і ефективних моделей у прогнозному аналізі — дерево розв'язків. Ця модель відноситься до виду алгоритмів навчання із учителем, тобто для побудови моделі використовують деяку вибірку інформаційних об'єктів, називану навчальною вибіркою. Дереву розв'язків організовані у вигляді ієрархічної структури, що складається з вузлів прийняття розв'язків по оцінці певних змінних для прогнозування результуючого значення.

У результаті застосування методики явища аномалій вдалось сполучити ефективний метод пошуку викидів у даних LOF з алгоритмом побудови моделі дерева розв'язків. Це забезпечило останньому високу стійкість до викривлень у даних одночасно зі значним збільшенням продуктивності системи при побудові моделі.

### **Перелік посилань**

1. Song, X., Wu, M. & Jermaine, C., 2007. Conditional Anomaly Detection. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 26 March, 19(5), pp. 631–645.
2. Kawano, H., Nishio, S., Han, J. & Hasegawa, T., 1994. How does knowledge discovery cooperate with active database techniques in controlling dynamic environment.. Athens, Greece, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
3. Hawkins, J., Ahmad, S. & Lavin, A., 2016. Biological and Machine Intelligence.
4. Goldstein, M. & Uchida, S., 2016. A Comparative Evaluation of Unsupervised Anomaly Detection Algorithms for Multivariate Data. PLoS ONE, 11(4), p. 31.

УДК 004.4

Городний М. С., Тітова В. Ю.

Хмельницький національний університет

## РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРИ ДОДАТКУ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЙ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК» ТА «ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ»

*На основі аналізу наукових джерел можемо зазначити, що система "розумний будинок" напряму пов'язана з технологіями інтернет речей і великі дані. Також була розглянута одна з популярних сервіс-орієнтованих архітектур, а саме мікросервісна.*

*Based on the analysis of scientific sources, we can say that the "smart home" system is directly related to the technology of the Internet of Things and big data. One of the popular service-oriented architectures, namely microservice, was also considered.*

«Розумний будинок» являє собою автоматизовану систему управління різними компонентами домашньої інфраструктури. За допомогою спеціального обладнання, система може розпізнавати типові ситуації і реагувати на них, підключаючи ті чи інші компоненти. При цьому, «розумний дім» повністю контролює роботу кожного приладу і не допускає нерационального їх використання. Таким чином, за рахунок «синергетичного ефекту», розумний будинок дозволяє забезпечити оптимальний режим використання всієї сукупності приладів в будинку. А це дозволяє створити максимально комфортні умови проживання людей при максимально економному споживанні ресурсів.[1]

Підключення повсякденних речей, вбудованих в електроніку, програмне забезпечення та датчики, до Інтернету, що дозволяє збирати та обмінюватися даними без взаємодії людини, називається Інтернетом речей (IoT).

Термін "Речі" в Інтернеті речей відноситься до всього і всього у повсякденному житті, до якого можна отримати доступ або підключитися через Інтернет.

ІоТ – це вдосконалена система автоматизації та аналітики, яка займається штучним інтелектом, датчиками, мережею, електронними повідомленнями, обміном повідомленнями тощо, щоб забезпечити цілісні системи для продукту чи послуг.

Робота ІоТ по-різному залежить від різних екосистем ІоТ (архітектури). Однак ключова концепція роботи там схожа. Весь робочий процес ІоТ починається з самих пристроїв, таких як смартфони, цифрові годинники, електронні прилади, які надійно спілкуються з платформою ІоТ. Платформи збирають та аналізують дані з

усіх безлічі пристроїв і платформ і передають найцінніші дані разом із програмами на пристрої. [2]

Хоча кожна система IoT відрізняється, основа для кожної архітектури Інтернету речей, а також загального потоку процесів обробки даних приблизно однакова. Перш за все, він складається з речей, які є об'єктами, підключеними до Інтернету, які за допомогою вбудованих датчиків і виконавчих механізмів здатні відчувати навколишнє середовище та збирати інформацію, яка потім передається шлюзам IoT. Наступний етап складається із систем збору даних IoT та шлюзів, які збирають величезну масу необроблених даних, перетворюють їх у цифрові потоки, фільтрують та попередньо обробляють, щоб вони були готові до аналізу. Третій шар представлений крайовими пристроями, відповідальними за подальшу обробку та посилений аналіз даних. На цьому рівні також можуть вступити технології візуалізації та машинного навчання. Після цього, дані передаються в центри обробки даних, які можуть бути або хмарними, або локально встановленими. Саме тут дані зберігаються, управляються та аналізуються для поглибленого аналізу.

Охорона здоров'я є однією з основних галузей, яка була лідером і попередником у впровадженні технологій Інтернету речей. Причиною цього є те, що системи IoT допомагають використовувати високоякісну допомогу для пацієнтів і поєднують її з довгостроковою, але масовою економією.

В рамках охорони здоров'я ключові програми IoT включають, але не обмежуються цим, підвищення безпеки та безпеки пацієнтів та персоналу, зменшення непотрібних витрат на охорону здоров'я та надання відповідної підтримки в потрібний час, використовуючи інтелектуальні медичні та аварійні системи, що забезпечують IoT. .

Зважаючи на величезні проблеми з населенням, що попереду, однією з найбільших проблем у галузі охорони здоров'я є догляд за літніми людьми та моніторинг таких захворювань, як діабет та хвороби серця. Таким чином, профілактика відіграє ключову роль у забезпеченні кращого здоров'я пацієнтів похилого віку. Тому не дивно, що Інтернет речей набуває популярності, особливо в моніторингу стану здоров'я, де надійність, безпека та точний контроль у режимі реального часу є обов'язковими.

Приклад автоматичної системи моніторингу для пацієнтів літнього віку вимагає збору даних та аналізу в режимі реального часу, підключення до мережі для доступу до послуг інфраструктури та програми для підтримки користувальницького інтерфейсу та відображення. Отже, її архітектура повинна включати датчики тіла для збору даних про пацієнта, шлюзи для фільтрації та пересилання даних, мікроконтролери або мікропроцесори для аналізу та бездротової передачі даних у хмару, а також інструмент зв'язку для передачі даних у віддалене місце, як-от екстрене постачальника послуг або охорони здоров'я для моніторингу та відстеження.[3]



Вже багато років ми будуємо системи та вдосконалюємось. За ці роки з'явилося кілька технологій, архітектурних зразків та найкращих практик. Мікросервіси - одна з тих архітектурних моделей, яка з'явилася у світі доменного дизайну, постійної доставки, автоматизації платформ та інфраструктури, масштабованих систем, програмування поліглотів та наполегливості.

Що таке архітектура мікросервісів у двох словах? Роберт К. Мартін ввів принцип єдиної відповідальності в якому йдеться про те, щоб зібрати разом ті речі, які змінюються з тієї самої причини, і розділити ті речі, які змінюються з різних причин.

Архітектура мікропослуг застосовує той самий підхід і поширює його на нещільно пов'язані служби, які можна розробляти, застосовувати та підтримувати самостійно. Кожна з цих служб відповідає за дискретні завдання і може спілкуватися з іншими службами за допомогою простих API для вирішення більшої складної бізнес-проблеми.[4]

### **Перелік посилань**

1. <https://kievnobud.com.ua/ua/2017/08/sistema-rozumnij-budinok-shho-ce-i-yak-pracyuye/>
2. <https://www.javatpoint.com/iot-internet-of-things>
3. <https://www.avsystem.com/blog/what-is-iot-architecture/>
4. <https://medium.com/hashmapinc/the-what-why-and-how-of-a-microservices-architecture-4179579423a9>

УДК 004.4

Гребінчук А. Д., Поліщук В. Ю., Форкун І. В.

*Хмельницький національний університет*

## **МОДЕЛЬ БАГАТОРІВНЕВОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ БУДІВЕЛЬНИМ ВИРОБНИЦТВОМ**

*Розглянуто прикладні аспекти підвищення продуктивності систем автоматизації кіберфізичного виробництва шляхом запропонованої моделі багаторівневої автоматизованої системи керування будівельним виробництвом, яка враховує математичну модель системи керування рухом транспортного засобу у формі мережі Петрі. Запропонована модель багаторівневої автоматизованої системи керування будівельним виробництвом дозволяє отримувати оптимальні структури за критерієм надійності, що стоїть за завданням концепції Індустрії 4.0.*

*The applied aspects of increasing the productivity of the automation system of cyberphysical production with the help of the proposed models of the multilevel automated control system of construction production, which takes into account the mathematical model of the vehicle traffic control system in the Petri network. The proposed model of a multilevel automated control system for construction production allows to obtain optimal structures to ensure the reliability of the criteria that determine the objectives of the concept of Industry 4.0.*

Сучасний стан розвитку автоматизації виробництва визначається концепцією Індустрії 4.0. Багаторівневі автоматизовані системи керування будівельними підприємствами в епоху спільного виробництва, які побудовані на основі засобів людино-машинного інтерфейсу та глобальної інформаційної інфраструктури Internet, є основою технології кіберфізичного виробництва, яка забезпечує концепцію Індустрії 4.0.

Для розвитку багаторівневих автоматизованих систем керування будівельними підприємствами все більш постає актуальне питання про створення мережі інтелектуальних пристроїв та датчиків для збору і передачі інформації, яка сформована на нижніх рівнях підсистем.

На сучасному будівельному підприємстві програмне забезпечення комп'ютерно-інтегрованого виробництва, розподіляє операції при обробленні інформації, де значною проблемою у такому випадку, стає організація взаємодії між підсистемами багаторівневої автоматизованої системи керування [1, 2].

У роботі [1, 2] показано, що для підвищення надійності багаторівневих автоматизованих систем керування будівельними підприємствами, традиційні заходи, які орієнтовані на вдосконалення апаратних засобів, є недостатньо ефективними.

Надійність систем автоматизації складних об'єктів керування на будівельному підприємстві, полягає у наступному: одиничні відмови в локальних засобах автоматизації не повинні порушувати роботу цілої ієрархічної системи автоматизації; розроблені прикладне програмне забезпечення та алгоритми керування системи автоматизації повинні мати модульну структуру, яка реалізована за стандартами відкритих систем; у системах автоматизації має бути багаторівнева ієрархічна взаємодія рівнів підсистем; можливість автономного структурного відновлення порушених функцій. Тому, враховуючі ці факти, підвищення продуктивності не завжди можливо шляхом зміни апаратної частини реалізації алгоритму, оскільки це призводить до додаткових витрат на модернізацію апаратної структури. Характерною особливістю автоматизації технологічних ліній сучасного виробництва є послідовність виконання операцій, які становлять робочий процес, і ступінчастий характер переходів між ними.

Багаторежимний характер роботи інтегрованих автоматизованих систем керування виробництвом викликає необхідність побудови систем автоматичного регулювання, які реалізують адаптивні алгоритми, в залежності від режиму керування. Структура і параметри локального регулятора вибираються відповідно до вимог, які ставляться до багаторівневої автоматизованої системи керування будівельним підприємством в поточному режимі.

Для підвищення продуктивності багаторівневої автоматизованої системи керування будівельним підприємством пропонується використовувати структуру регулятора у роботі [1], яка складається з блоку макрообчислень за визначенням належності до множини і блоку точних обчислень цільової функції (рис. 1).

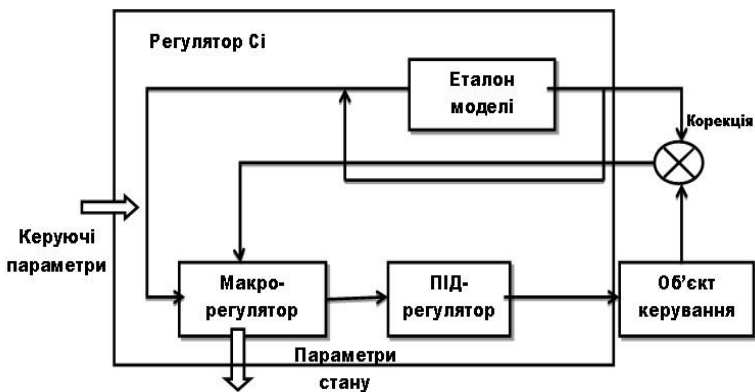


Рисунок 1 – Структура алгоритму обчислень багаторівневої автоматизованої системи керування будівельним підприємством

Таким чином, процес керування розбивається на потоки, розділені по точності і ступеням важливості, а для реалізації багатокomпонентної конфігурації

регуляторів пропонується схема, яка інтегрує різні інформаційні системи і комп'ютерні технології при надмірності регуляторів (рис. 2).



Рисунок 2 – Реалізація змінної структури Сі – локального модуля-регулятора

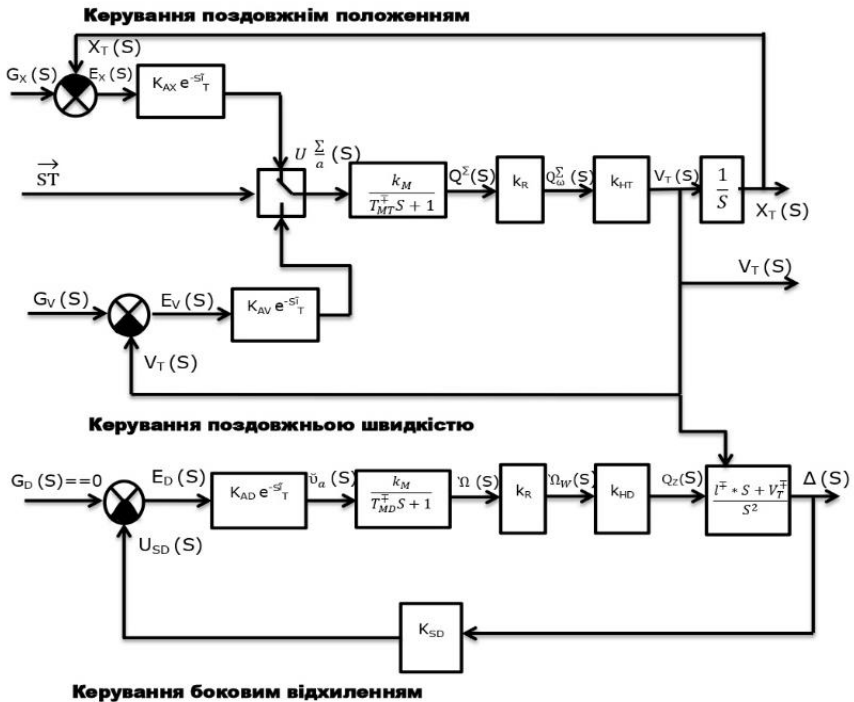


Рисунок 3 – Структурна схема математичної моделі системи керування рухом транспортного засобу багаторівневої автоматизованої системи керування будівельним підприємством

Для підвищення ефективності багаторівневої автоматизованої системи керування будівельним виробництвом у роботі пропонується використати модель в формі мережі Петрі паралельного функціонування групи транспортних засобів [3], які здійснюють переміщення вантажів із зони прийому в зону складування та із зони складування в зону відвантаження на складі будівельних оздоблювальних матеріалів [3]. В якості автоматично керованого транспортного засобу використовується мобільний робот, який рухається уздовж заданої оптичним способом траси. Керування роботом здійснюється поздовжнім і поперечним рухом та позиціонуванням.

З умов експлуатації, впливає, що у багаторівневій структурі автоматизованої системи керування будівельним виробництвом має бути врахована запропонована у роботі [3] математична модель, яка представляє собою структурну схему взаємопов'язаних систем керування бічним відхиленням від траси, поздовжній швидкості і поздовжнім становищем, що враховує інтервальні параметри транспортного засобу і запізнювання в каналах (рис. 3).

Запропонована модель багаторівневої автоматизованої системи керування будівельним виробництвом дозволяє отримувати оптимальні структури за критерієм надійності, що стоїть за завданням концепції Індустрії 4.0.

### **Перелік посилань**

1. Белоусов В.Е. Алгоритм для оперативного определения состояний объектов в многоуровневых технических системах / В.Е. Белоусов, С.А. Кончаков // Системы управления и информационные технологии. – 2015. – № 3.2 – С. 227-232.
2. Баркалов С.А. Алгоритм расчета временных параметров графа и прогнозирование срока завершения моделируемого процесса / С.А. Баркалов, Ван Жанг Нгуен, Тхань Жанг Нгуен // Системы управления и информационные технологии. – 2017. – № 3.1 – С. 116-119.
3. Рыбин И. А. Автоматизация перемещения грузов в транспортно-складской системе производства строительных отделочных материалов: дис. канд. техн. наук: 05.13.06 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами / И. А. Рыбин – Белгород, 2019. – 130 с.

УДК 330.46+004.023

Грипинська Н. В., Дяблов Б. В.

*Хмельницький національний університет*

## **АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ПЛАНУВАННЯ РЕКЛАМНОЇ КАМПАНІЇ ДЛЯ МАЛОГО ТА СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ**

*На сьогодні представлення та просування в соціальних мережах є одним з основних чинників комерційного успіху для суб'єктів малого та середнього бізнесу. Проте у зв'язку зі стрімким розвитком медіа ресурсів та значним інформаційним навантаженням на споживача процес рекламного планування у мережі інтернет потребує створення нових методів та підходів. Дана робота пропонує автоматизовану систему для організації процесу прийняття рішень під час планування рекламної кампанії підприємства. Користувачі представленої системи можуть знаходити платформодавців, організовувати ефективну рекламну стратегію та оптимально розподіляти рекламний бюджет між популярними соціальними мережами. Впровадження системи дає змогу приймати оптимальне рішення в процесі планування рекламної кампанії підприємства.*

*Nowadays, representation and promotion on social networks are among the leading commercial success factors for small and medium-sized businesses. However, due to the rapid development of media resources and a significant information load on the consumer, advertising planning on the Internet requires the creation of new methods and approaches. This work offers an automated system for organizing the decision-making process when planning an advertising campaign for the company. This system can find platformers, organize an effective advertising strategy, and optimally distribute the advertising budget between popular social networks. The implementation of the system allows making the optimal decision in planning the enterprise's advertising campaign.*

У ХХІ столітті інтернет-реклама є провідним рушієм світової економіки. Наразі основна ціль реклами – це комерційна пропаганда товарів та послуг для ознайомлення та зацікавлення споживачів, що в кінцевому результаті веде до розширення збуту [1]. Варто зазначити, що нині реклама з форми простого поширення інформації розвинулася в засіб активної взаємодії зі споживачем, стала найбільш ефективним інструментом маркетингового впливу на ринок [2]. Сучасну рекламну діяльність наразі не варто розглядати лише як процес розроблення та розміщення рекламно-інформаційних повідомлень. Натомість реклама стає результатом низки досліджень, стратегічних і тактичних планів, поточних управлінських рішень у всіх сферах маркетингової активності [3].

Попри значне збільшення маркетингових витрат в Україні впроваджені останнього десятиліття, ефективність просування підприємств онлайн залишається невисокою [3]. Загалом планування ефективної рекламної кампанії передбачає вибір

оптимальної програми розміщення рекламного матеріалу. Світові комерційні гіганти в рекламному бізнесі, наприклад, використовують новітні інформаційні технології та дороге програмне забезпечення. Проте в Україні далеко не кожне підприємство має змогу витрачати значні кошти на просування; натомість керівництво вимушене покладатися насамперед на досвід власних співробітників [4]. Тому дане дослідження має на меті розв'язати проблему медіапланування. У роботі запропоновано математичну модель для планування рекламної кампанії та створення на її основі системи підтримки прийняття рішень.

Формування та подальший розподіл рекламного бюджету є критичним етапом у процесі рекламної діяльності. Він необхідний для фінансового контролю, а його розроблення дає змогу порівняти витрати на рекламу з іншими витратами.

Оптимізаційну задачу проведення рекламної кампанії сформовано так:

$$I = \max_{C \in C} \{ (P_0 - P_{\min}) \cdot V - C \}, \quad (1)$$

$$E \geq E_C,$$

де  $I$  – прибуток від реалізації певного товару;  $P_0$  – ціна товару;  $P_{\min}$  – ціна товару, за якої прибуток дорівнює нулю (собівартість товару);  $V$  – обсяг реалізації товару за поточний період;  $C$  – витрати на рекламу за поточний період;  $E$  – рентабельність вкладень у рекламу;  $E_C$  – рентабельність альтернативних вкладень.

Залежність обсягу реалізованого товару від величини рекламного бюджету представлено як ступеневу функцію

$$V = V_{\max} \cdot \left( 1 - \left( 1 - \frac{V_0}{V_{\max}} \right)^{\frac{C}{C_0}} \right), \quad (2)$$

де  $V_0$  – обсяг реалізації товару за певний період часу;  $C_0$  – величина рекламного бюджету за цей же період (передбачається, що величини  $V_0$  й  $C_0$  відомі);  $V_{\max}$  – загальна ємність ринку;  $V$  – об'єм реалізації товару за умови рекламного бюджету  $C$ .

Задача ефективного розподілу рекламного бюджету в процесі медіапланування належить до задач динамічного програмування з оптимізацією цільової функції. У такому разі відбувається моделювання максимального охоплення аудиторії, яке враховує коефіцієнти зворотного зв'язку. Загалом задачу (1)–(2) можна віднести до класу проблем про складання рюкзака без повторень предмету [5]. Подібні завдання полягають у знаходженні піднабору ваги не більше  $W$  максимальної вартості за даним набором з  $n$  предметів із вартостями  $v_1, \dots, v_n$  та вагами  $w_1, \dots, w_n$ , а також загальній вазі  $V$ .

Піч час формування рекламної стратегії вибір сценарію просування обирається відповідно до відомих характеристик підприємства (фактів) та обраних цілей рекламної кампанії (відношень). У даному дослідженні пропонується

використання семантичної мережі представлення знань на основі асоціативних зв'язків [6]. Для побудови семантичної мережі створено словник предметної області, де описано всі поняття, які присутні в системі.

Словник містить такі характеристики, як назва об'єкта (події), визначення сутності, назва атрибута (властивості) об'єкта та допустимі значення атрибута. Також до словника увійшли такі поняття: підприємство, характеристики, сценарій, модель ринку, бюджет рекламної кампанії, етап життєвого циклу товару. Зі словника предметної області виділено основні сутності, рівні та підрівні сутностей, що в результаті зводиться до семантичної мережі експертної системи. Результатами роботи експертної системи на основі семантичної мережі є сценарій та модель рекламної кампанії, що задовольняє вимогам підприємства. Вибір соціальних мереж (каналів реклами) відбувається після ретельного аналізу всіх можливих варіантів і вибору найбільш ефективних із них, відповідно до маркетингових цілей та ресурсів підприємства.

На основі оптимізаційної задачі (1)–(2) та семантичної мережі експертної системи розроблено автоматизовану систему підтримки прийняття рішень. Програмний модуль системи реалізовано на стеку мови програмування Python. Основне призначення програмного модуля – автоматизація рутинних операцій та підтримка прийняття рішень під час ефективного планування рекламної кампанії на підприємстві.

Функціонування системи складається з кількох етапів, кожний із яких відповідає етапу планування рекламної кампанії підприємства. За кожний етап відповідальна відокремлена функція – метод базового класу. Алгоритм функціонування системи представлено на рисунку 1.

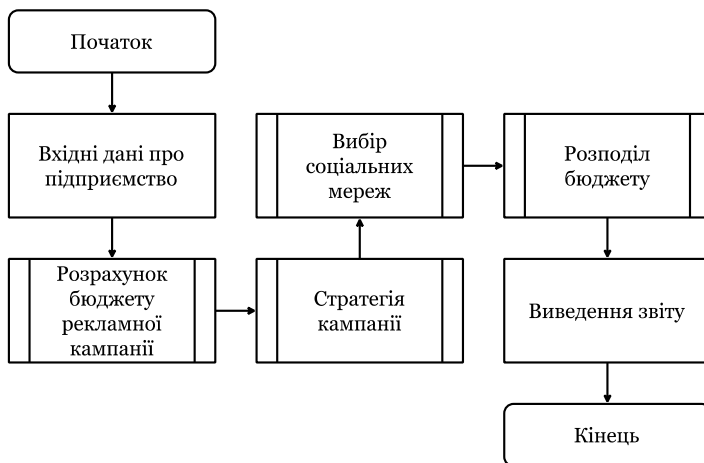


Рисунок 1 – Схема алгоритму автоматизованої системи



Запропонована система дає змогу виконувати такі операції:

- розраховувати бюджет рекламної кампанії;
- організовувати стратегії рекламної кампанії;
- обирати найбільш ефективні канали просування за даних умов;
- ефективно розподіляти рекламний бюджет поміж обраними каналами;
- формувати звіт із рекомендованими параметрами рекламного плану.

Вхідними даними для системи є значення основних економічних характеристик підприємства, а саме: минулі затрати на рекламу, ціна за одиницю товару, собівартість товару, максимально можливий розмір рекламного бюджету, етап життєвого циклу товару, довжина рекламного повідомлення, кількість показів реклами в день. На вхід система дістає текстові файли, у яких наведені коефіцієнти для знаходження оптимального типу реклами та інформація щодо назви й основних параметрів каналу реклами. Користувач може зберегти отримані результати у вигляді звіту в текстовий файл.

Отже, дана робота представляє розроблення автоматизованої системи підтримки прийняття рішень для ефективного планування рекламних кампаній. Проведене дослідження спрямоване на розв'язання таких завдань: застосовано підхід динамічного програмування для розв'язання задачі оптимального розподілу рекламного бюджету; запропоновано використовувати метод розроблення рекламної стратегії підприємства з допомогою семантичної мережі представлення знань асоціативними зв'язками; запропоновано застосовувати метод аналізу ієрархії для вибору найефективнішої соціальної мережі;. У подальших дослідженнях автори планують вдосконалити запропоновану систему для планування рекламних кампаній із використанням кількох засобів розміщення рекламного повідомлення.

### Перелік посилань

1. Куклінова Т. В. Сучасні тенденції та фактори інтернет-торгівлі в Україні / Т. В. Куклінова. // *Вісник соціально-економічних досліджень*. – 2018. – №1 (65). – С. 95–102.
2. Лойко В. В. Застосування інструментів інтернет-маркетингу як сучасного засобу рекламної діяльності підприємства / В. В. Лойко, Є. М. Лойко // *European scientific journal of Economic and Financial innovation*. – 2020. – №1 (5). – С. 45–55.
3. Красовська О. Ю. Методи досліджень ефективності маркетингових інструментів / О. Ю. Красовська. // *Економіка та держава*. – 2020. – №5. – С. 133–136. <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2020.5.133>
4. Розумей С. Б. Розроблення рекламної стратегії нового товару / С. Б. Розумей, І. В. Ніколаєнко, А. В. Долюк // *Економіка та управління АПК*. – 2020. – № 1. – С. 129–140. <https://doi.org/10.33245/2310-9262-2020-155-1-129-140>
5. Wei C. Optimal delivery with budget constraint in e-commerce advertising C. Wei, W. Zhang, S. Sun, F. Li, X. Meng, Y. Hu, K.-C. Lee, H. Wang // *Proceedings of the 2nd Workshop on Online Recommender Systems and User Modeling*. – PMLR, 2019. – Vol. 109. – P. 46–58.
6. Хох В. Д. Дослідження методів побудови експертних систем / В. Д. Хох, Є. В. Мелешко, М. С. Якименко // *Системи управління, навігації та зв'язку*. – 2016. – № 4(40). С. 48–52.

УДК 004.932.72'1

Грипинська Н. В., Коломієць О. В.

Хмельницький національний університет

## АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ВИЯВЛЕННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ НА ЗОБРАЖЕННЯХ

*В XXI столітті питання збереження екології є одним із найбільш пріоритетних для людства. Проблема накопичення відходів та їхня подальша утилізація стає все більш критичною. Тому нині актуальною постає задача розроблення автоматизованих технологій сортування різних типів відходів. У даній роботі представлено автоматизовану інформаційну систему для виявлення твердих побутових відходів на зображеннях. Система може виявляти об'єкти на зображеннях та класифікувати їх на три категорії: звалище, перероблення, папір. За класифікатор взято згорткову нейронну мережу Fast R-CNN. У роботі наведено схему автоматизованої системи та проведено експерименти щодо її ефективності. Загальна точність класифікації склала 69,1%.*

*In the XXI century, environmental protection is becoming one of the highest priorities for humanity. The problem of waste accumulation and their further utilization is becoming increasingly critical. Therefore, today the task of developing automated technologies for sorting different types of waste is urgent. This paper presents an automated information system for detecting solid waste in images. The system can classify images into three categories: landfill, recycling, paper. The convolutional neural network Fast R-CNN was used as a classifier. In this study, the scheme of the automated system and relevant experiments are presented. The proposed model achieved the final classification accuracy of 69.1%.*

Щорічно в Україні накопичується сотні тонн сміття. Кожний українець генерує майже 300 кг відходів щороку; спільний доробок усього населення країни складає в середньому 35 млн відходів [1] і ці показники постійно зростають. Водночас більш як 50 % цих відходів можуть бути перероблені, хоча нині в країні переробляється менш як 30 % усього сміття [2]. На жаль, ситуація із відходами в Україні гіршає з року в рік.

Системи штучного інтелекту можуть стати ефективним рішенням для автоматизованого сортування та машинної класифікації твердих побутових відходів, що дасть змогу значно зменшити кількість сміття в Україні. Наприклад, у роботі [3] пропонують використовувати оптимізовані глибокі нейронні мережі для класифікації вибраних класів об'єктів, що підлягають переробленню. На вхід такої системи поступає зображення з перемішаними типами відходів. Далі система локалізує ознаки об'єктів на зображенні та класифікує їх на кілька категорій. Отже, метою даної роботи є розроблення автоматизованої системи сортування та класифікації твердих побутових відходів на три категорії: ті відходи, що

відправляються на звалище, ті відходи, що готові до вторинного перероблення та папір.

На сьогодні згорткова нейронна мережа (ЗНМ) під назвою Fast R-CNN демонструє найкращі результати виявлення об'єктів на зображеннях. Регіональна мережа з пропозиціями (RPN) [4] в складі Fast R-CNN розділяє повнорозмірні згорткові функції, що дає змогу виділяти контури зображень без додаткових втрат ресурсів. RPN – це повністю згорткова нейронна мережа, яка виділяє контури об'єктів та передбачає оцінки об'єктивності в кожній позиції. Підмережа RPN навчена наскрізно, щоби генерувати високоякісні контури, які далі використовуються загальною мережею Fast R-CNN для виявлення ознак. Рисунок 1 зображає топологію нейронної мережі типу Fast R-CNN з регіональними пропозиціями.

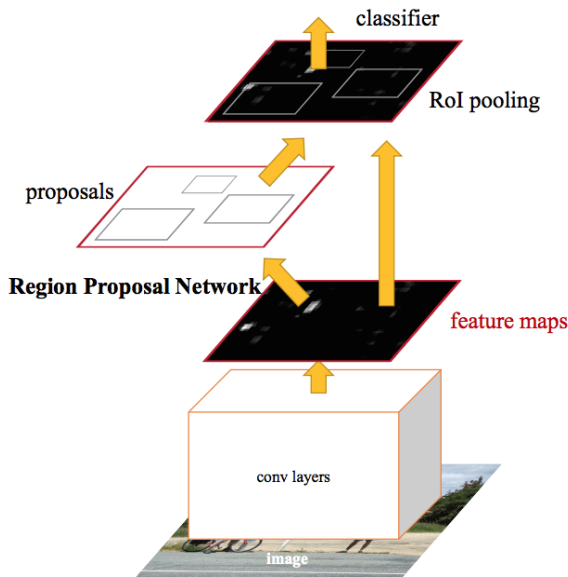


Рисунок 1 – Схема архітектури Fast R-CNN [4]

Нейронна мережа Fast R-CNN складена в такий спосіб, що не потребує великого набору зображень для ефективного навчання. У представлений роботі для навчання мережі використано готовий набір даних із зображеннями твердих побутових відходів [5]. Набір даних загалом містить 2500 зображень із відокремленими відходами різних типів, 2000 зображень у навчальному наборі та 500 у тестовому.

Використаний у роботі класифікатор отримує на вхід зображення розміром  $768 \times 1024$  із двома або більше об'єктами на звичайному фоні. Водночас на кожному зображенні стандартний фон видаляється, щоби виділити обмежувальне поле навколо кожного об'єкта. Далі на зображення накладається білий фон розміром  $768 \times 1024$ , що об'єднується з 2–6 об'єктами відходів у випадкових місцях. Ці об'єкти можуть перекриватися або перетинатися та мати різний розмір. Загалом модель класифікації налаштовано у такий спосіб, що вона виявляє регіональні пропозиції та класифікує об'єкти за трьома класами: звалище, вторинне перероблення та папір.

За базову архітектуру в роботі використано попередньо навчену модель Fast R-CNN зі зміненими останніми повнозв'язними шарами. Тобто були використані попередньо навчені функції нижчого рівня. Модель навчено на наборі даних із 2000 зображень; кожне зображення із рівномірним поданням кожного класу на різних прикладах. У роботі використано середню точність (*avg\_prec*) для оцінювання продуктивності роботи моделі. Формалізований запис *avg\_prec* має вигляд:

$$avg\_prec = \int_0^1 p(x) dx \quad (1)$$

Водночас крива точності та повноти визначається через обчислення IoU (перетину об'єднання) між передбачуваними та істинними значеннями класифікації. Також у роботі використано функцію втрат, відповідно до [3]:

$$L(p_i, t_i) = \frac{1}{N_{cls}} \sum_i L_{cls}(p_i, p_i^*) + \frac{\lambda}{N_{reg}} \sum_i p_i^* L_{reg}(t_i, t_i^*) \quad (2)$$

Функція втрат (2) є сумою двох нормованих втрат над регіонами зображення з індексами  $i$ , де  $p_i$  – ймовірність представлення регіоном об'єкта  $i$ ,  $p_i^* \in \{0, 1\}$  – істинна інформація про те, чи є регіон насправді об'єктом чи ні,  $t_i$  – координати запропонованої моделі обмежувальної рамки,  $t_i^*$  – істинні координати об'єкта.

У результаті проведених обчислювальних експериментів на наборі даних із використанням запропонованого розбиття даних, було досягнуто середню точність *avg\_prec* = 0.691. Розподіл точності класифікації з огляду на різні значення розмірів піднаборів даних зображено на рисунку 2.

Приклад класифікації із виділеними об'єктами відходів проілюстровано на рисунку 3.

Accuracy vs Batch Size

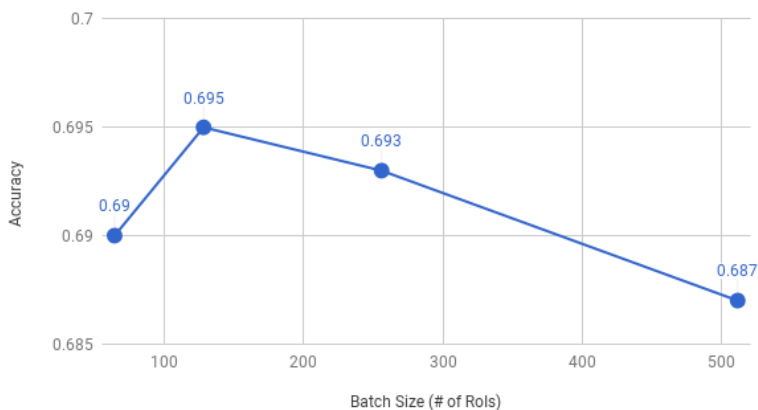


Рисунок 2 – Точність класифікації серед трьох класів для різних значень розмірів піднаборів даних

landfill detections with  $p(\text{landfill} | \text{box}) \geq 0.6$



Рисунок 3 – Приклад виведення моделі після попереднього оброблення набору даних

Фінальні результати класифікації для трьох категорій відходів представлено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Остаточна точність класифікації для кожної категорії

| Клас               | Точність класифікації |
|--------------------|-----------------------|
| Звалище            | 0.713                 |
| Вторинна переробка | 0.706                 |
| Папір              | 0.625                 |
| <i>avg _ prec</i>  | 0.691                 |

У результаті експериментів помітно, що модель досягла найгірших показників класифікації для категорії «папір». Такий результат міг бути отриманий у зв'язку з білим фоном оброблених зображень, що міг вплинути на виявлення білого паперу, і в такий спосіб погіршити результати класифікації. Подальші дослідження спрямовані на тестування запропонованої моделі на реальних зображеннях груп відходів.

### Перелік посилань

1. Сафранов Т. А. Сучасний стан та можливості поводження з великогабаритними муніципальними відходами в регіонах України / Т. А. Сафранов, Т. П. Шаніна, В. Ю. Приходько // Український гідрометеорологічний журнал. – 2020. – №25. – С. 115–126. <https://doi.org/10.31481/uhmj.25.2020.11>
2. Мельник О. С. Переробка та утилізація побутових відходів : європейські практики для України [Електронний ресурс] / О. С. Мельник // Український щорічник європейських інтеграційних студій. – К. : APREI, 2020. – Вип. IV. – С. 97–111.
3. Yang, Z. WasNet: A neural network-based garbage collection management system / Z. Yang, D. Li // IEEE Access. – 2020. – Vol. 8. – P. 103984–103993.
4. Ren S. Faster R-CNN: Towards real-time object detection with region proposal networks / S. Ren, K. He, R. B. Girshick, J. Sun // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 2015. – Vol. 39. – P. 1137–1149.
5. Thung G. Classification of trash for recyclability status / G. Thung, M. Yang // CS229 Project Report. – Stanford EDU, 2016. – 46 p.

УДК 004

Демчук Б. Р.

Хмельницький національний університет

## ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ПЕРЕБІГУ ВІРУСНОГО ЗАХВОРЮВАННЯ

*Розглянуто застосування диференціальних рівнянь для розв'язання завдань у галузі медицини. Математичні моделі полегшують прогнозування результатів експерименту, проведених у реальних системах, дають можливість вивчати явище в цілому, пророкуючи його розвиток, зміни, що відбуваються з ним протягом часу.*

*The application of differential equations for solving problems in the field of medicine is considered. Mathematical models make it easier to predict the results of experiments conducted in real systems, provide an opportunity to study the phenomenon as a whole, predicting its development, changes that occur with it over time.*

Активне впровадження в медицину методів математичного моделювання й створення автоматизованих, у тому числі й комп'ютерних, систем суттєво розширило можливості діагностики й терапії захворювань.

Роль математики в медицині – сприяння в здійсненні діагностичних процедур. У цей час методи лікування й діагностики захворювань суттєво розширилися. Значна частина медичних центрів застосовують методи математичного моделювання, що збільшує точність переважної більшості встановлених діагнозів. Знання основ математики застосовуються лікарями для характеристики процесів, що відбуваються в організмі людини. Основною проблемою прикладної математики є вибір первісної математичної моделі, і в жодній області знання це не відчувається, як у біології й медицині [1].

Спроби використовувати математичне моделювання в біомедичних напрямках почалися в 80-х рр. 19 ст. Ідея кореляційного аналізу, висунута англійським психологом і антропологом Гальтоном і вдосконалена англійським біологом і математиком Пірсоном, виникла як результат спроб обробки біомедичних даних [1].

Починаючи з 40-х рр. 20 ст. математичні методи спрямовуються у медицину й біологію через кібернетику й інформатику. Першим прикладом спрощеного опису живих систем у медицині й біології була модель чорної скриньки, коли всі висновки робилися тільки на основі вивчення реакцій об'єкта (виходів) на ті або інші зовнішні впливи (входи) без обліку внутрішньої структури об'єкта. Відповідний опис об'єкта в поняттях вхід - вихід виявився незадовільним, оскільки він не враховує зміни його вихідних реакцій на той самий вплив через

вплив внутрішніх змін в об'єкті. Тому метод чорної скриньки поступився місцем методам простору станів, у яких опис дається в поняттях вхід — стан — вихід.

Найбільш природнім описом динамічної системи в рамках теорії простору станів є компартментальне моделювання, де кожному компартменту відповідає одна змінна стану.

У той самий час співвідношення вхід - вихід як і раніше широко використовуються для опису істотних властивостей біологічних об'єктів. Вибір тих або інших математичних моделей при описі й дослідженні біологічних і медичних об'єктів залежить як від індивідуальних знань фахівця, так і від особливостей розв'язуваних завдань [2].

Під керівництвом І.М. Гельфанда був розвинений цілий підхід, що дозволяє формалізувати лікарські знання на основі гіпотези структурної організації даних про людину, і таким шляхом одержувати в клінічній медицині результати, порівнювані за своєю строгістю з результатами експериментальних наук, при повному дотриманні етичних законів медицини [3].

Розвиток математичних моделей і методів сприяє: розширенню області пізнання в медицині; появі нових високоефективних методів діагностики й лікування, які лежать в основі розробок систем життєзабезпечення; створенню медичної техніки.

В останні роки активне впровадження в медицину методів математичного моделювання й створення автоматизованих, у тому числі й комп'ютерних, систем суттєво розширило можливості діагностики й терапії захворювань.

При математичному моделюванні виділяють два незалежні кола завдань, у яких використовують моделі.

Перший носить теоретичний характер і спрямований на розшифрування структури систем, принципів її функціонування, оцінку ролі й потенційних можливостей конкретних регуляторних механізмів.

Інше коло завдань має практичну спрямованість. У медицині вони застосовуються, наприклад, з метою одержання конкретних рекомендацій для індивідуального хворого або групи однорідних хворих: визначення оптимальної добової дози препарату для даного хворого при різних режимах харчування й фізичного навантаження.

Теорія диференціальних рівнянь має безліч застосувань у різних науках, у тому числі й у медицині. При математичному описі різних фізичних, хімічних, біологічних процесів і явищ часто використовують рівняння, що містять не тільки досліджувані величини, але і їх похідні різних порядків від цих величин. Наприклад, за допомогою диференціальних рівнянь описуються процеси фізіологічної акустики (І.Ф. Боциев, Н.І. Боциева), гемодинаміки, гемодіалізу, створення штучної нирки й багато інших процесів в організмі людини [1].

Розглянемо застосування диференціальних рівнянь для розв'язання конкретного завдання, застосовуваного в медицині.



Розглянемо приклад розпаду ліків в організмі людини (фармакокінетична модель, яка описує кінетику зміни концентрації введеного в організм лікарського препарату).

Умова завдання: В організм хворого ввели ліки, яка частина ліків розпадеться через 8 годин, якщо через 4 години після введення 4 мг препарату його маса зменшилася у два рази?

Розв'язання: Для розв'язання цього завдання треба встановити залежність зміни кількості лікарської речовини в організмі від часу.

Позначимо:  $NN_0=8$  – кількість лікарського препарату (у мг) у початковий момент часу,  $NN_2=4$  – кількість лікарського препарату через дві години, де  $N$  – кількість препарату в будь-який момент часу. Швидкість зміни кількості препарату пропорційна кількості препарату в цей момент часу:

$$\frac{dN}{dt} = kN$$

Розв'язком цього диференціального рівняння, яке описує шукану залежність, є наступний вираз:

$$N = Ce^{kt}$$

Використовуючи початкові умови, визначимо  $C$ :

$$8 = Ce^{k \cdot 0}, \quad C = 8.$$

Значить  $N = 8e^{kt}$ . Відомо, що як тільки в організм увели препарат, через 4 години його маса зменшилася у два рази. Визначимо  $k$ . Для цього підставимо в останнє рівняння значення  $t = 4$ ,  $N = 4$ , одержимо:

$$4 = 8e^{k \cdot 4}, \\ 0,5 = e^{4k}$$

Прологарифмуємо обидві частини рівняння й одержимо:

$$\ln 0,5 = \ln e^{4k}, \\ \ln 0,5 = 4k \ln e$$

Отже,

$$k = \frac{\ln 0,5}{4}$$

Залежність кількості препарату в організмі від часу можна записати так:

$$N = 8e^{\frac{\ln 0,5}{4} t}$$

Тепер ми можемо визначити кількість речовини через 8 годин, для цього потрібно підставити в рівняння  $t = 8$ , і одержимо:

$$N = 8e^{\frac{\ln 0,5}{4} \times 8}, \\ N = 8e^{\ln(0,5) \times 2}$$

Оскільки  $\ln 0,5 = -0,693$ , то  $\ln(0,5) \times 2 = -1,386$ . Отже:

$$N = 8e^{-1,386} = 8 \times 0,25 = 2$$

Через 8 годин в організмі буде перебувати 2 мг препарату. За цей час розпалося  $8 - 2 = 6$  мг. У підсумку в нас вийшло, що за 8 годин розпалося 6 мг речовини [4].

Модель «хижак – жертва».

При моделюванні онкологічних захворювань пухлинні клітини розглядаються як жертви, а лімфоцити, які можуть їх придушити, як хижаки. Дані методи допомагають медикам визначити шлях оптимального лікування й створити нові засоби боротьби з ними.

Нехай  $x$  – кількість пухлинних клітин;  $y$  – кількість клітин лімфоцитів. Оскільки з часом кількість пухлинних клітин і лімфоцитів змінюється, то будемо вважати  $x$  і  $y$  неперервними функціями від часу  $t$ . Назвемо  $x$  і  $y$  – станом моделі. Знайдемо, як змінюється стан моделі. Розглянемо:  $dx/dt$  – швидкість зміни кількості пухлинних клітин. Якщо пухлинних клітин немає, то кількість лімфоцитів зменшується. Ця залежність буде вважатися лінійною:

$$\frac{dy}{dt} = -a_2 y$$

В екосистемі швидкість зміни кількості кожного виду також будемо вважати пропорційною його кількості, але тільки з коефіцієнтом, який залежить від кількості особин іншого виду. Таким чином, для пухлинних клітин цей коефіцієнт зменшується зі збільшенням кількості лімфоцитів, а для лімфоцитів зростає зі збільшенням кількості пухлинних клітин. Ця залежність також буде лінійною. Отже, одержимо систему диференціальних рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = a_1 x - b_1 xy, \\ \frac{dy}{dt} = -a_2 y + b_2 xy \end{cases}$$

Отримана система рівнянь називається моделлю Лотки-Вольтерри.  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $b_1$ ,  $b_2$  – числові коефіцієнти (параметри моделі). Характер зміни стану моделі ( $x$ ,  $y$ ) визначається значеннями параметрів. Розв'язуючи дану систему рівнянь, можна досліджувати закономірності зміни стану здоров'я [5].

Математична модель епідемії.

Застосування диференціальних рівнянь у медицині продемонструємо на прикладі найпростішої математичної моделі епідемії. У моделі описується поширення інфекційного захворювання в ізолюваній популяції. Особи популяції діляться на три класи. Інфікований клас чисельністю  $x(t)$  ( $t$  — час) складається з інфікованих (захворілих) особин, кожна із цих особин заразна (передбачається, що інкубаційний період захворювання надкороткий). Другий клас чисельністю  $y(t)$  становлять сприйнятливі особи, тобто особи, які можуть заразитися при контакті з інфікованими особинами. І, нарешті, третій клас складається з несприйнятливих особин (тих, що набули імунітету або загинули у результаті захворювання). Його чисельність позначається  $z(t)$ . Передбачається також, що

загальна чисельність популяції  $n$  стала ( тобто не враховуються народження, природні смерті й міграція).

Дві гіпотези, що лежать в основі моделі такі:

1) захворюваність у момент часу  $t$  дорівнює  $x(t) y(t)$  (ця гіпотеза ґрунтується на правдоподібному припущенні, що кількість занедужих пропорційна кількості зустрічей між хворими й сприйнятливими особинами, яка, у свою чергу, в першому наближенні пропорційна  $x(t) y(t)$ ); у такий спосіб чисельність класу  $x$  росте, а чисельність класу  $y$  убуває зі швидкістю  $axy(t) y(t)$  ( $a > 0$ );

2) чисельність, що стають несприйнятливими особами (тих, що набули імунітету або загинилих) росте зі швидкістю, пропорційною чисельності захворілих, тобто зі швидкістю  $bx(t)$  ( $b > 0$ ).

У результаті ми одержуємо систему рівнянь

$$\begin{cases} x' = axy - bx, \\ y' = -axy, \\ z' = bx. \end{cases}$$

У силу умов цієї задачі траєкторії системи  $x'$  і  $y'$  мають вигляд, зображений на рис. 1 [6].

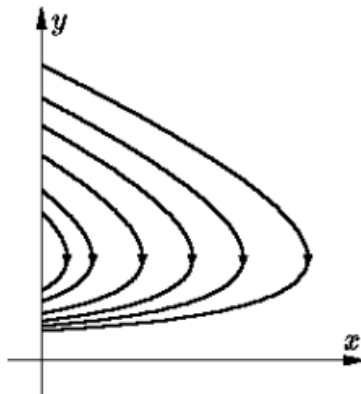


Рисунок 1 – Траєкторії системи  $x'$ ,  $y'$

При вивченні будь-якого явища класично створюється його математична модель. Вона описує основні закони, яким це явище підкоряється в математичній формі. На наших прикладах ці закони виражалися у вигляді диференціальних рівнянь. Математичні моделі полегшують прогнозування результатів експерименту, проведених у реальних системах, дають можливість вивчати явище в цілому, пророкуючи його розвиток, зміни, що відбуваються з ним протягом часу.

Корисним є не тільки математичні розрахунки, але й накопичений у сучасній математиці великий досвід структуризації знань.

Головним у математичному моделюванні є - цілісність, що виражається в тому, що їх елементи можуть поєднуватися в самостійно функціонуючі підсистеми залежно від цілей, які стоять перед ними як цілим. Необхідно активно сприймати початкову інформацію, організувати її в кожній конкретній ситуації в структури, що складаються із невеликої кількості одиниць, які визначаються цілісними властивостями розглядуваного об'єкта й цілями дослідника.

Математичний підхід не тільки полегшує точний кількісний опис певного завдання шляхом побудови тієї або іншої моделі, але й дає (або може дати) засіб до розв'язання цього завдання. Якщо ж завдання сформульоване незадовільно або прийнята модель недостатньо реалістична, то при будь-якій кількості абсолютно точних математичних викладень буде отриманий помилковий результат.

Основною проблемою прикладної математики є вибір первісної математичної моделі, і в жодній області знання це не відчувається так гостро, як у біології й медицині.

Ще один наслідок широти математичної теорії полягає в тому, що не тільки існує велика кількість способів розв'язання даного завдання, але й саме завдання може бути сформульована різними способами, з використанням різних понять, що найвищою мірою корисно.

### **Перелік посилань**

1. Боцьева Н.И., Боцьев И.Ф. Преподавание физико-математических дисциплин в медицинском вузе // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. 2012. №5 (69). С. 104-107.
2. Математические модели прогнозирования динамики заболеваемости ОРВИ и гриппом на территории Украины [Текст] / Д. И. Чумаченко, А. А. Соколов, Д. Г. Бондарева, А. Ю. Соколов // Применение лазеров в медицине и биологии : материалы XXIX Международной научно-практической конференции «». – Харьков, 2008. – С. 309–310.
3. Шевченко А.В. Грубі моделі розвитку в медицині / А.В. Шевченко, В.Л. Шевченко // Медична інформатика та інженерія. — 2010. — № 4. — С. 52–55.
4. Закон растворения лекарственных форм вещества из таблеток [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://poznayka.org/s8157t1.html>.
5. Рубецков, Д. И. Феномен математической модели Лотки-Вольтерры и сходных с ней / Д. И. Рубецков // Известия Вузов. Прикладная нелинейная динамика. – 2011. – № 2. – С. 69–87.
6. Гепко А.Л., Шевченко А.В. Математическая модель прогнозирования динамики эпидемий // Профілактична медицина. № 3 (15)/2011. С. 4-6.

УДК 004.8, 004.94, 69

Долгополов С. Ю., Цюцюра М. І.

*Київський національний університет будівництва та архітектури*

## **ІННОВАЦІЙНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ У КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНОМУ ПРИЛАДІ БУДІВЕЛЬНОГО СПРЯМУВАННЯ «BUILDER OF THE FUTURE»**

*Розглянуто шляхи та перспективи впровадження контрольно-вимірювального приладу, який, завдяки штучному інтелекту, а саме алгоритмам згорткової нейромережі, вивчає та аналізує навколишнє середовище, після чого надає цінні вказівки стосовно рівності, нахилу, наявності порожнин чи дефектів у різних типах поверхні. Інформація допоможе людині усунути недоліки або переконатися у їх відсутності, що значно підвищить якість та швидкість виконання будівельних робіт.*

*The ways and prospects of implementing a control measuring device that uses artificial intelligence, namely algorithms of a neural network, to investigate and analyze the environment, and then gives valuable instructions about the equality, tilt, presence of cavities or defects on various types of surface. The information received will help a person to eliminate shortcomings or make sure that they are not present, which will significantly improve the quality and speed of construction work.*

На сьогоднішній день технологія глибокого навчання використовується для вирішення різноманітних важливих задач: від діагностичних процесів у медицині до цифрових помічників у наших смартфонах. Дослідження в області штучного інтелекту просуваються достатньо швидко та ефективно, завдяки високому рівню зацікавленості та відповідному фінансуванню. Але, не зважаючи на високі темпи досліджень, практичне застосування знаходять лише деякі сфери, зокрема недостатньо впроваджені у сфері будівництва. Штучний інтелект ще не захопив центральну позицію у нашому житті, але, в той же час, став гарним його доповненням.

Таким чином, створення авторської розробки – контрольно-вимірювальної системи на базі глибокого навчання – допоможе замінити старі технології будівництва та, у комплексі з працею людей, підвищить якість виконання роботи за менші проміжки часу.

Дослідження штучного інтелекту знаходилося і залишається в центрі уваги науковців: зарубіжних – С. Manning, F. Chollet, A. Gulli, S. Pal, S. Russell, P. Norvig; вітчизняних – О. Івахненко, В. Панькін, Н. Костюкова, Ю. Долгоп'ятова, І. Скурихін. Вони займалися питаннями систематизації та впровадження штучного інтелекту, зокрема машинного та глибокого навчання в теорії та на практиці.

Метою роботи є розробка та дослідження моделі контрольно-вимірювального приладу з використанням технології глибокого навчання.

Алгоритми згорткових нейромереж (Convolutional Neural Network) сьогодні використовують для всіх задач (рис. 1), які пов'язані з розпізнаванням образів [2, с. 2].



Рисунок 1 – Принцип роботи згорткової нейромережі на прикладі папуги

Згорткові шари вивчають локальні шаблони (краї, текстура тощо), на які можна розбити зображення – взяті зі вхідних даних шаблони у невеликих двовимірних вікнах. Зазвичай вони мають невеликі розміри [3x3], [5x5], [8x8] тощо [1].

В роботі застосовується згортка до трьохвимірних тензорів, які називаються картами ознак, з двома просторовими осями (висота та ширина), а також з віссю глибини (або віссю каналів).

Прилад «Builder of the Future» може бути впровадженим на основі вхідних даних – зображень у форматі RGB (рис. 2) розмірність осі глибини дорівнює 3, тому що має три канали кольору: червоний (red), зелений (green) та синій (blue), або ж чорно-білих зображень, вісь глибини має розмірність 1 (відтінки сірого).

Так як згорткові нейромережі вивчають локальні ознаки [3, с. 20], інваріанті у відношенні переносу, вони володіють високою ефективністю у вирішенні задач розпізнавання. Контрольно-вимірювальний прилад буде отримувати інформацію у вигляді кольорових чи чорно-білих зображень, або послідовностей зображень (відео), завдяки вбудованому у пристрій об'єктиву та допоміжних датчиків (ультрафіолетового, інфрачервоного тощо). Також в подальшому можлива реалізація завдяки звуковим хвилям. Прилад має певний спектр завдань, які спираються на необхідність проаналізувати наявний стан об'єкту, зокрема рівність, симетричне розташування (рис. 3), та вивести зображення у відповідності генеральному плану, наявності порожнин чи інших дефектів при виконанні завдання. На основі цих даних прилад матиме змогу спрогнозувати термін експлуатації об'єкта та рівень його безпечного використання. В подальшому є

перспективи введення нового стандарту якості, який буде базуватися на розрахунках нашого приладу.

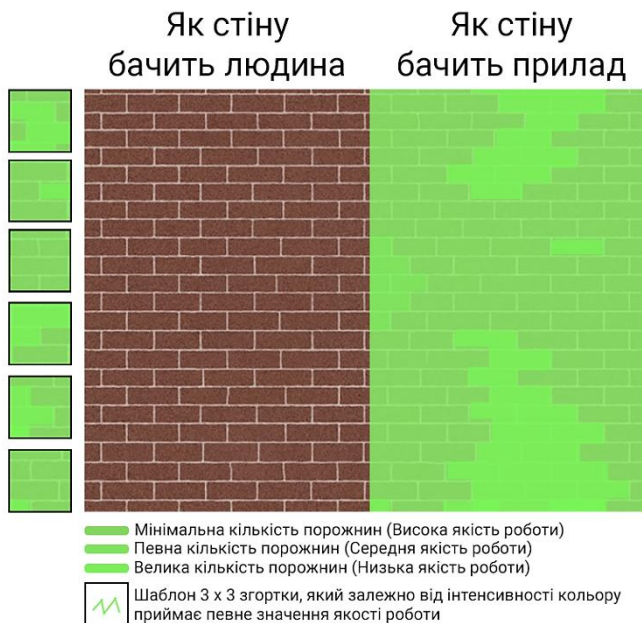


Рисунок 2 – Принцип роботи згорткової нейромережі у випадку кольорового зображення (RGB)



Рисунок 3 – Приклад результату аналізу рівності поверхні (підлоги) приладом та градієнт, за яким вимірюється якість

Згорткова нейромережа, яка буде задіяна в нашому приладі, перший час буде використовувати тренувальні дані, але з часом сформує власний набір даних, який буде знаходитися на хмарному сховку, та до якого матимуть доступ усі моделі даного приладу. Таким чином, кожен з них зможе передати свій досвід наступному. Перед нами постають такі типи задач: класифікація образів, завдяки якій ми зможемо відрізнити дефекти та порожнини від нормального стану; оптимізація даних, за допомогою якої ми вирахуємо максимально раціональні підходи до виконання завдань та використання будівельних ресурсів; передбачення, завдяки якому ми матимемо інформацію про можливі невідповідності при виконанні роботи та, в подальшому, термін експлуатації об'єкту; генерації, завдячуючи якій ми матимемо змогу вивести унікальні та оптимальні за затратами ресурсів, відносно стійкості та якості, зображення для подальшої їх обробки майстром.

Впровадження в експлуатацію приладу з використанням штучного інтелекту “Builder of the Future” вирішить цілий комплекс проблем, які на сьогоднішній день затримують виконання будівельних робіт, а саме: зменшення кількості затрачених годин; підвищення якості виконуваної роботи; посилення безпеки на робочому майданчику та при експлуатації проекту в подальшому; удосконалення виробничого процесу; полегшення умов праці робітників під час виконання замовлення; запровадження інноваційно нового погляду на виконання роботи (процес презентації приладом наявних вад на різних рівнях виробництва).

Схематичне зображення порівняння використання старих та нових технологій показано на рисунку 4:

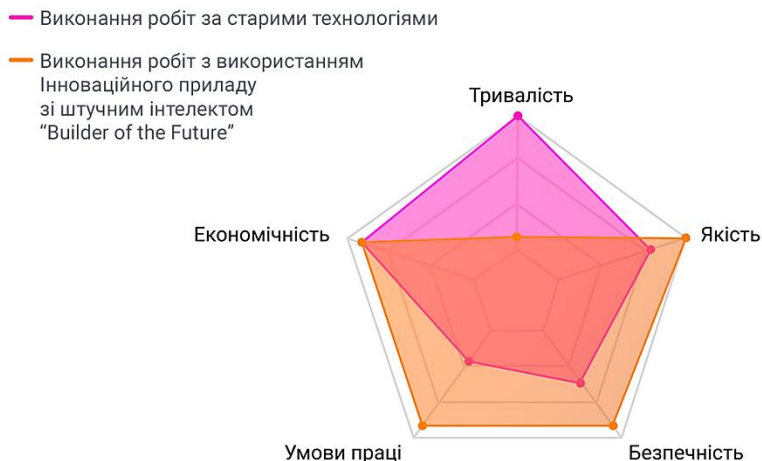


Рисунок 4 – Порівняльна діаграма виконання робіт з використанням інноваційної технології та старих технологій



Впровадження в експлуатацію приладу зі штучним інтелектом “Builder of the Future” має перспективи за короткий проміжок часу замінити цілий комплекс приладів, що зумовлює приріст фінансового доходу проекту. А можливість подальшого удосконалення приладу дасть змогу нагадати замовникам про себе у майбутньому.

Отже, соціальним результатом стануть будівлі та будівельні конструкції, які будуть виконані за високими стандартами якості у короткі проміжки часу та пройдуть контроль безпеки – будуть придатними до експлуатації на тривалий період часу.

### **Перелік посилань**

1. Dolgoplov, Sergiy. Implementing device with artificial emotional intelligence in educational process. [Електронний ресурс] / Sergiy Dolgoplov, Olexandr Negoda, Denys Ivanov, Yevheniia Shabala. – BMC-2019. International Scientific-Practical Conference of young scientists "Build-Master-Class-2019". - November 2019, Kyiv, Ukraine, - p. 444-445 – Режим доступу: [https://www.bmc-conf.com/download/conference\\_proceedings2019.pdf](https://www.bmc-conf.com/download/conference_proceedings2019.pdf)
2. Wu, Jianxin. (2019). Convolutional neural networks, LAMDA Group. - National Key Lab for Novel Software Technology, Nanjing University, China. – 35 p.
3. Буц В.В. Способи організації засобів нейромережевого розпізнавання об'єкта на зображенні (магістр. дис.) [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/23184/1/Buts\\_magistr.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/23184/1/Buts_magistr.pdf)

УДК 004.4

Драпатий О. В., Драч І. В.

*Хмельницький національний університет*

## МЕТОДИ МЕРЕЖЕВОГО МОДЕЛЮВАННЯ. СУЧАСНІ НАПРЯМКИ

*Висвітлено основні підходи застосування систем мережевого планування й керування (МПК), які можуть застосовуватися для оперативного керування виконанням робіт у всіх галузях виробничої діяльності людини. Особливо великого значення різні системи МПК набувають при виконанні складних завдань, що містять велику кількість виробничих операцій, вимагають взаємного зв'язування діяльності великого колективу людей, а найчастіше й декількох колективів, які на основі кооперації виконують одну загальну роботу.*

*The article highlights the main approaches to the application of network planning and management systems that can be used for the operational management of the production of work in all branches of human production. Various systems of network planning and management systems acquire especially great importance when performing complex tasks containing a large number of production operations, requiring the mutual coordination of the activities of a large team of people, and often several teams, on the basis of cooperation, perform one common work.*

Мережеве планування це метод керування, який ґрунтується на використанні математичного апарата теорії графів і системного підходу для відображення й алгоритмізації комплексів взаємозалежних робіт, дій або заходів для досягнення чітко поставленої мети [1].

Мережеве планування дозволяє визначити, по-перше, які роботи або операції із числа багатьох складових проекту є "критичними" за своїм впливом на загальну календарну тривалість проекту й, по-друге, яким чином побудувати найкращий план проведення всіх робіт з даного проекту для того, щоб витримати задані терміни при мінімальних витратах.

Мережеве планування ґрунтується на методі критичного шляху МКШ (CPM – Critical Path Method) і методі оцінки й перегляду планів (PERT – Program Evaluation and Review Technique), розроблених практично одночасно й незалежно [2].

Методи мережевого планування застосовуються для оптимізації планування й керування складними розгалуженими комплексами робіт, що вимагають участі великої кількості виконавців і витрат обмежених ресурсів.

Основна мета мережевого планування - скорочення до мінімуму тривалості проекту [3].

Завдання мережевого планування полягає в тому, щоб графічно, наочно й системно відобразити й оптимізувати послідовність і взаємозалежність робіт, дій або заходів, що забезпечують своєчасне й планомірне досягнення кінцевих цілей. Для відображення й алгоритмізації тих або інших дій або ситуацій використовуються економіко-математичні моделі, які прийнято називати мережними моделями, найпростіші з них - мережеві графіки. За допомогою мережної моделі керівник робіт або операції має можливість системно й масштабно уявляти весь хід робіт або оперативних заходів, управляти процесом їх здійснення, а також маневрувати ресурсами [3].

Важлива особливість МПК (мережевого планування й керування) полягає в системному підході до питань організації керування, згідно з яким колективи виконавців, що беруть участь у комплексі робіт і об'єднані спільністю поставлених перед ними завдань, незважаючи на різну відомчу підпорядкованість, розглядаються як ланки єдиної складної організаційної системи.

Використання методів мережевого планування сприяє скороченню термінів створення нових об'єктів на 15-20%, забезпеченню раціонального використання трудових ресурсів і техніки [4].

В основі мережевого планування лежить побудова мережних діаграм. Мережна діаграма (мережа, граф мережі, Pert-Діаграма) — графічне відображення робіт проекту й залежностей між ними. У МПУ під терміном "мережа" розуміється повний комплекс робіт і віх проекту із установленими між ними залежностями [5].

При створенні мережевого графіка в основі побудови мережі лежать поняття "робота", "подія" і "шлях".

Виділяють два типи мережних діаграм – мережна модель типу "вершина-робота" і "вершина-подія" або "дуги-роботи".

Мережні діаграми першого типу відображають мережну модель у графічному вигляді як множину вершин, що відповідають певним роботам, зв'язаних лініями, що є взаємозв'язками між роботами. Цей тип діаграм називають діаграмою передування-слідування. Він є найпоширенішим представленням мережі [6] (рис. 1)

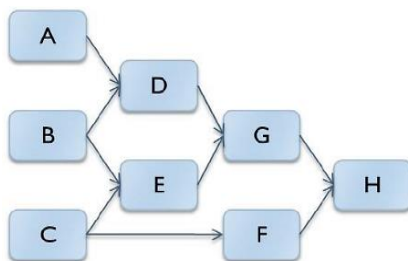


Рисунок 1 – Фрагмент мережі типу "вершина-робота"  
(метод «операції у вузлах» (Precedence Diagramming Method))

Інший тип мережної діаграми - мережа типу "вершина-подія", на практиці використовується рідше. При даному підході робота подається у вигляді лінії між двома подіями (вузлами графа), які, у свою чергу, відображають початок і кінець розглядуваної роботи. Pert-Діаграми є прикладами цього типу діаграм [6] (рис. 2).

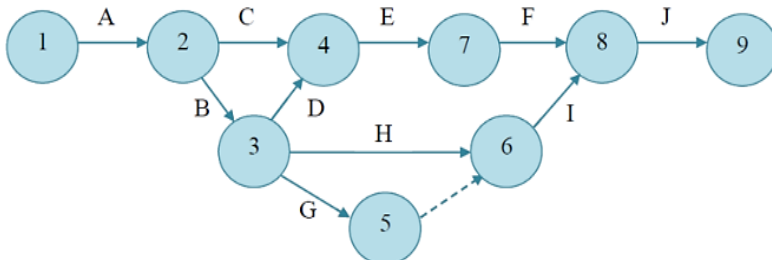


Рисунок 2 – Фрагмент мережі типу "вершина-подія"  
(метод «оперативності на дугах» (Arrow Diagramming Method))

Проаналізуємо сучасні методи і моделі мережевого моделювання.

Моделі, у яких взаємна послідовність і тривалості робіт задані однозначно, називаються детермінованими мережними моделями. До найбільш популярних детермінованих моделей належить метод побудови діаграм Ганта й метод критичного шляху (CPM).

Якщо тривалість деяких робіт заздалегідь не можна задати однозначно або якщо можуть виникнути ситуації, при яких змінюється заздалегідь запланована послідовність виконання завдань проекту, наприклад, існує залежність від погодних умов, ненадійних постачальників або результатів наукових експериментів, детерміновані моделі незастосовні. Найчастіше такі ситуації виникають при плануванні будівельних, сільськогосподарських або науково-дослідних робіт. У цьому випадку використовуються імовірнісні моделі, які поділяються на два типи:

- неальтернативні – якщо зафіксована послідовність виконання робіт, а тривалість усіх або деяких робіт характеризується функціями розподілу ймовірності;
- альтернативні – тривалості всіх або деяких робіт і зв'язків між роботами носять імовірнісний характер.

До найпоширеніших методів імовірнісного мережевого планування належать:

- метод оцінки й перегляду планів (PERT);
- метод імітаційного моделювання або метод Монте-Карло;
- метод графічної оцінки й аналізу програм (GERT).

Одним з найпоширеніших способів наочного подання виробничого процесу або проекту в часі є лінійний або стрічковий календарний графік – діаграма Ганта [6].

Діаграма Ганта – горизонтальна лінійна діаграма, на якій завдання проекту подаються протяжними в часі відрізками, що характеризуються датами початку й закінчення, затримками й, можливо, іншими часовими параметрами.

Діаграма Ганта є графіком, у якому процес представлений у двох видах. У лівій частині проект представлений у вигляді списку завдань (робіт, операцій) проекту в табличному вигляді із вказівкою назви завдання й тривалості її виконання, а часто й робіт, що передують тому або іншому завданню. У правій частині кожне завдання проекту, а точніше тривалість його виконання, відображається графічно, зазвичай у вигляді відрізка певної довжини з урахуванням логіки виконання завдань проекту [3] (рис. 3).

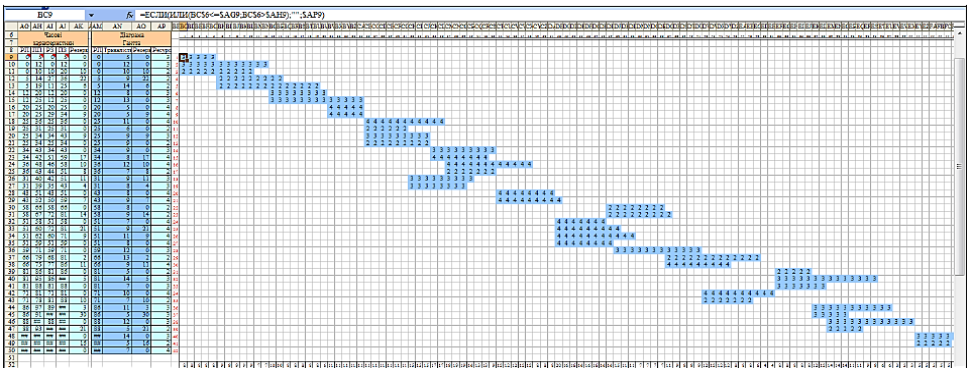


Рисунок 3 – Діаграма Ганта

У верхній, правій частині діаграми Ганта розташовується шкала часу. Довжина відрізка і його розташування на шкалі часу визначають час початку й закінчення кожного завдання. Крім того, взаємне розташування відрізків завдань показує, чи впливають завдання одне на одне або відбувається їх паралельне виконання.

Найбільше широко діаграма Ганта використовувалась в будівництві. У якості розкладу робіт графік Ганта цілком придатний, але коли виникає необхідність зміни структури робіт, доводиться всі роботи переглядати заново, враховуючи все різноманіття можливих технологічних зв'язків між ними. Чим складніші роботи, тем складніше використовувати графік Ганта. Проте навіть після появи мережних моделей графік Ганта продовжує використовуватися як засіб представлення часових аспектів робіт на кінцевих стадіях календарного планування, коли тривалість проекту оптимізована за допомогою мережних моделей. Графік Ганта може також використовуватися для елементарного контролю робіт. Він використовується для відбиття поточного стану проекту (статусу проекту) з погляду дотримання термінів.

Циклограма є лінійною діаграмою тривалості робіт, яка відображає роботи у вигляді похилої лінії у двовірній системі координат, одна вісь якої зображує час, а інша - обсяги або структуру виконуваних робіт [7].

Циклограми активно використовувалися до 80-х років XX століття в основному в будівельній галузі, особливо при організації потокового будівництва. Існують циклограми ритмічного й неритмічного потоку. Рівноритмічним потоком називають такий потік, у якому всі складові потоки мають єдиний ритм, тобто однакову тривалість виконання робіт на всіх захватках [7] (рис. 4).

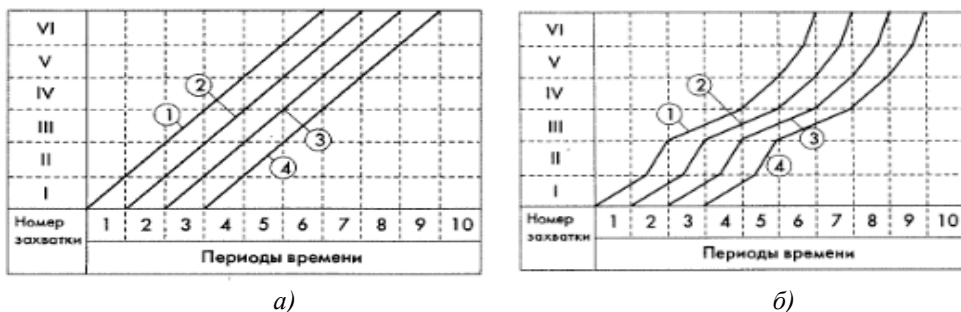


Рисунок 4 – Циклограми:  
а) рівноритмічного й б) неритмічного потоку

Ці моделі прості у виконанні й наочно показують хід роботи. Однак вони не можуть відбити складності модельованого процесу - форма моделі вступає в протиріччя з її змістом. Основними недоліками також є:

- відсутність наочно позначених взаємозв'язків між окремими роботами;
- негнучкість, жорсткість структури лінійного графіка, складність його коректування при зміні умов;
- неможливість чіткого розмежування відповідальності керівників різних рівнів;
- складність варіантного пророблення й обмежена можливість прогнозування ходу робіт.

Сьогодні циклограми практично не використовуються в управлінській практиці як через недоліки так і через неактуальність потокового будівництва.

Метод критичного шляху (СРМ) дозволяє розрахувати можливі календарні графіки виконання комплексу робіт на основі описаної логічної структури мережі й оцінок тривалості виконання кожної роботи, визначити критичний шлях для проекту в цілому [5].

В основі методу лежить визначення найбільш тривалої послідовності завдань від початку проекту до його закінчення з обліком їх взаємозв'язку. Завдання, які містяться на критичному шляху (критичні завдання), мають нульові резерви часу виконання й у випадку зміни їх тривалості змінюються терміни всього проекту. У зв'язку із цим при виконанні проекту критичні завдання вимагають

більш ретельного контролю, зокрема, своєчасного виявлення проблем і ризиків, що впливають на терміни їх виконання й, отже, на терміни виконання проекту в цілому. У процесі виконання проекту критичний шлях проекту може змінюватися, оскільки при зміні тривалості завдань деякі з них можуть виявитися на критичному шляху.

Метод критичного шляху виходить із того, що тривалість операцій можна оцінити з досить високим ступенем точності й визначеності.

Основною перевагою методу критичного шляху є можливість маніпулювання термінами виконання завдань, що не лежать на критичному шляху.

Календарне планування за СРМ вимагає певних вхідних даних. Після їх уведення проводиться процедура прямого й зворотного проходу по мережі й обчислюється вихідна інформація.

Для розрахунків календарного графіка за СРМ використовуються такі вхідні дані:

- набір робіт;
- залежності між роботами;
- оцінки тривалості кожної роботи;
- календар робочого часу проекту (у найбільш загальному випадку можливе завдання визначення власного календаря для кожної роботи);
- календарі ресурсів;
- обмеження на терміни початку й закінчення окремих робіт або етапів;
- календарна дата початку проекту.

Прямі розрахунки – визначення мінімально можливого часу реалізації проекту (починається з робіт, які не мають попередніх робіт). У ході прямого проходу по мережі визначається  $ES$  (ранній початок),  $EF$  (раннє закінчення) кожної роботи [3] (рис.5). Ранні початки й ранні закінчення робіт визначаються послідовно від вихідної події мережі до завершальної.

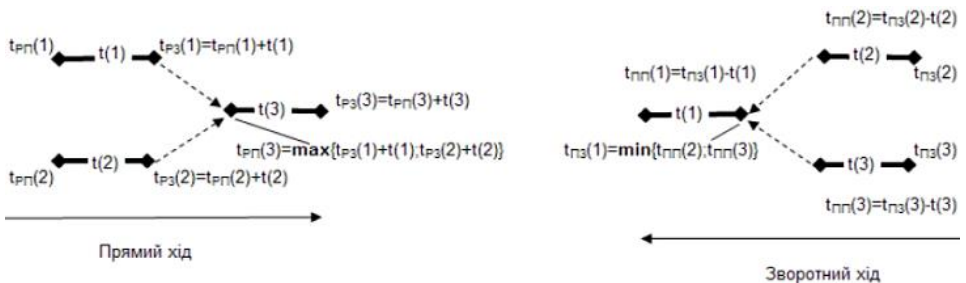


Рисунок 5 – Приклад процедури прямого й зворотного проходу по мережі

Використовуються формули:

$$ES_0 = 0; EF = ES + Dur; \text{ (де } Dur \text{ – тривалість);}$$

$$ES_i = EF_{i-1}, \text{ за умови що операція (i) не є операцією злиття;}$$

$$\text{при злитті - } ES_i = \max(EF_{i-1}).$$

Зворотні розрахунки – визначаються  $LS$  (пізній початок),  $LF$  (пізнє закінчення) і  $R$  (резерв). Пізні початки й пізні закінчення визначаються у зворотному порядку – від завершальної події графіка до початкової. Використовуються формули:

$$EF_N = LF_N; LS_i = LF_i - Dur;$$

$$LF_{i-1} = LS_i, \text{ за умови, що } (i-1) \text{ не є операцією дроблення;}$$

$$\text{при дробленні - } LF_{i-1} = \min(LS_i).$$

При правильних розрахунках повинна виконуватися умова :

$$ES_0 = LS_0; LF - EF = R = LS - ES.$$

Таким чином, критичний шлях – це послідовність операцій, що не мають резерву.

Аналіз за методом критичного шляху є ефективним методом оцінки:

- завдань, які необхідно розв'язати;
- можливості паралельного виконання робіт;
- найменшого часу виконання проекту;
- виробничих ресурсів, необхідних для виконання проекту;
- послідовності виконання робіт, включаючи складання графіків і визначення тривалості виконання робіт;
- черговість розв'язку завдань;
- найбільш ефективного способу скорочення тривалості виконання проекту у випадку його терміновості.

Ефективність аналізу за CPM може вплинути на результат проекту, буде він успішним або невдалим. Також аналіз може бути дуже корисний для оцінки важливості проблем, з якими можна зіштовхнутися в ході впровадження проекту.

Метод Монте-Карло (методи Монте-Карло, ММК) - загальна назва групи чисельних методів, заснованих на одержанні великої кількості реалізацій стохастичного (випадкового) процесу, який формується таким чином, щоб його імовірнісні характеристики збігалися з аналогічними величинами розв'язуваного завдання [8].

Суть даного методу полягає в тому, що результат випробування залежить від значення деякої випадкової величини, розподіленої за заданим законом. Тому результат кожного окремого випробування також носить випадковий характер. Провівши серію випробувань, одержують множину часткових значень спостережуваної характеристики (вибірку). Отримані статистичні дані обробляються й представляються у вигляді чисельних оцінок величин (характеристик системи), які цікавлять дослідника.

Важливою особливістю даного методу є те, що його реалізація практично неможлива без використання комп'ютера.

Метод Монте-Карло має дві особливості [8]:

- 1) проста структура обчислювального алгоритму;
- 2) похибка обчислень, як правило, пропорційна  $D/N$ , де  $D$  - деяка стала,  $N$  - число випробувань. Для того, щоб зменшити похибку в 10 разів ( інакше кажучи,



щоб одержати у відповіді ще один правильний десятковий знак), потрібно збільшити  $N$  (тобто обсяг вибірки) в 100 разів.

Добитися високої точності таким шляхом неможливо. Тому зазвичай говорять, що метод Монте-Карло особливо ефективний при розв'язуванні тих завдань, у яких результат потрібний з невеликою точністю (5-10%). Спосіб застосування методу Монте-Карло досить простий: щоб одержати штучну випадкову вибірку із сукупності величин, описувану деякою функцією розподілу ймовірностей:

- 1) задаються межі зміни часу реалізації кожної операції;
- 2) задаються конкретні терміни реалізації для кожної операції за допомогою датчика випадкових чисел;
- 3) розраховуються критичний шлях і час реалізації всього проекту;
- 4) здійснюється перехід на операцію 2).

Результатами застосування методу Монте-Карло є:

- гістограма, яка показує розподіл ймовірності часу реалізації проекту (рис. 6);
- індекс критичності.

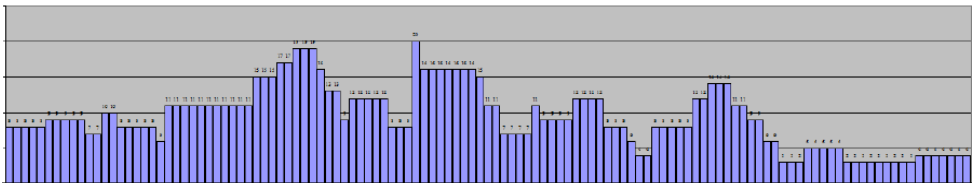


Рисунок 6 – Гістограма методу Монте-Карло

Метод оцінки й перегляду планів (PERT) є різновидом аналізу за методом критичного шляху з більш критичною оцінкою тривалості кожного етапу проекту. При використанні цього методу необхідно оцінити найменшу можливу тривалість виконання кожної роботи, найбільш імовірну тривалість і найбільшу тривалість на той випадок, якщо тривалість виконання цієї роботи буде більше очікуваною. Метод PERT допускає невизначеність тривалості операцій і аналізує вплив цієї невизначеності на тривалість робіт проекту в цілому [3].

Цей метод використовується, коли для операції складно задати й визначити точну тривалість.

Особливість методу PERT полягає в можливості обліку імовірнісного характеру тривалостей усіх або деяких робіт при розрахунках параметрів часу на мережній моделі. Він дозволяє визначати ймовірності закінчення проекту в задані періоди часу й до заданих термінів.

Замість однієї детермінованої величини тривалості для робіт проекту задаються (як правило, експертним шляхом) три оцінки тривалості:

- оптимістична (робота не може бути виконана швидше, чим за  $t_o$ );
- песимістична (робота не може бути виконана повільніше, чим за  $t_p$ );

- найбільш імовірна  $t_n$

Потім імовірнісна мережна модель перетворюється в детерміновану шляхом заміни трьох оцінок тривалостей кожної з робіт однією величиною, яку називають очікуваною тривалістю  $t_{oc}$ , яка розраховується як арифметичне (середньозважене) трьох експертних оцінок тривалостей розглядуваної роботи.

Критичний шлях визначається на підставі значень розрахованих  $t_{oc}$  для кожної операції, їх середніх квадратичних відхилень та середнього квадратичного відхилення часу реалізації всього проекту.

Метод графічних оцінок і аналізу (GERT) застосовується в тих випадках організації робіт, коли наступні завдання можуть починатися після завершення тільки деякого числа з попередніх завдань, причому не всі завдання, представлені на мережній моделі, повинні бути виконані для завершення проекту [3].

Основу застосувань методу GERT становить використання альтернативних мереж, які називають у термінах цього методу Gert-мережами.

По суті Gert-мережі дозволяють більш адекватно задавати складні процеси виробництва в тих випадках, коли важко або неможливо (за об'єктивних причин) однозначно визначити які саме роботи й у якій послідовності повинні бути виконані для досягнення наміченого результату (тобто існує багатоваріантність реалізації проекту).

Слід зазначити, що "ручні" розрахунки Gert-мереж, які моделюють реальні процеси, надзвичайно складні, однак програмне забезпечення для обчислення мережних моделей такого типу в цей час, на жаль, не поширене.

Існують додаткові методи розрахунків мережевого графіка:

- метод діагональної таблиці (або матричний) ведеться з орієнтацією на події, а не на роботи;
- секторний метод (припускає зображення мережевого графіка зі збільшеними кружками, розділеними на шість (чотири) секторів, які надалі можуть розбиватися на під сектори: у верхньому центральному секторі ставиться номер події, у нижньому - календарна дата початку робіт; у два верхні бічні сектори вносяться ранні початки й закінчення робіт, а у два нижні бічні - відповідно пізні початки й закінчення робіт. Ліворуч прийнято записувати закінчення робіт, що входять у розглядувану подію, праворуч - початок робіт, що виходять із цієї події).

В умовах сучасності відбувається розширення методів і прийомів використання мережевих моделей.

## Висновок

У сучасному математичному моделюванні мережеве планування розширює межі застосувань. Методи мережевого планування можуть широко й успішно застосовуються для оптимізації планування й керування складними розгалуженими комплексами робіт, які вимагають участі великої кількості виконавців і витрат обмежених ресурсів.

Методики мережевого планування були розроблені наприкінці 50-х років у США. У СРСР початок досліджень із мережевого планування належать до 1961 року. Тоді методи мережевого планування знайшли застосування в будівництві й наукових розробках.

Слід зазначити, що мережеве планування є методом керування, який ґрунтується на використанні математичного апарата теорії графів і системного підходу для відображення й алгоритмізації комплексів взаємозалежних робіт, дій або заходів для досягнення чітко поставленої мети; головною метою мережевого планування є скорочення до мінімуму тривалості проекту.

Сучасне моделювання виділяє такі методи мережевого планування:

- діаграма Ганта є горизонтальною лінійною діаграмою, на якій завдання проекту представляються протяжними в часі відрізками, що характеризуються датами початку й закінчення, затримками й, можливо, іншими часовими параметрами;
- метод критичного шляху дозволяє розрахувати можливі календарні графіки виконання комплексу робіт на основі описаної логічної структури мережі й оцінок тривалості виконання кожної роботи, визначити критичний шлях для проекту в цілому;
- метод статистичних випробувань (метод Монте-Карло) полягає в розгляді мережі як імовірнісної моделі, на якій оцінки тривалостей окремих робіт можуть набувати будь-яких значень, що лежать у крайніх (мінімум і максимум) зазначених експертами межах, і навіть виходити за ці межі в тому ступені, у якому це допускають закони теорії ймовірностей;
- метод PERT - метод мережевого аналізу, використовуваний для визначення тривалості програми при наявності невизначеності в оцінці тривалостей індивідуальних операцій. PERT заснований на методі критичного шляху, тривалість операцій у якому розраховується як зважена середня оптимістичного, песимістичного й очікуваного прогнозів. PERT розраховує стандартне відхилення дати завершення від тривалості критичного шляху;
- метод графічної оцінки й аналізу (GERT) застосовується в тих випадках організації робіт, коли наступні завдання можуть починатися після завершення тільки деякої кількості з попередніх завдань, причому не всі завдання, представлені на мережній моделі, повинні бути виконані для завершення проекту.

У цей час відбувається розширення методів і прийомів використання мережних методів.

Мережеві моделі дозволяють:

- чітко представити структуру комплексу робіт, виявити з будь-яким ступенем деталізації їх етапи й взаємозв'язок;
- скласти обґрунтований план виконання комплексу робіт, більш ефективно за заданим критерієм використовувати ресурси;
- проводити різноманітний аналіз різних розв'язків з метою поліпшення плану;

- використовувати для обробки великих масивів інформації комп'ютери й комп'ютерні системи.

### **Перелік посилань**

1. Куприяшкин А. Г. Основы моделирования систем : учеб. пособие / А. Г. Куприяшкин; Норильский индустр. ин-т. – Норильск : НИИ, 2015. – 135 с.
2. Заболотский В.П. Математические модели в управлении / В.П. Заболотский, А.А. Оводенко, А.Г. Степанов: Учеб. пособие/ СПбГУАП. СПб., 2011, 196с.
3. Кудрявцев Е.М. Microsoft Project. Методы сетевого планирования и управления проектом. – М.: ДМК Пресс, 2005. – 240 с.
4. Плут М.Н., Чихачев А.В., Губская О.А. Метод сетевого планирования и управления как основа организации технического обслуживания техники связи // Научные итоги 2017 года: достижения, проекты, гипотезы: сб. материалов VII ежегодной международной научно-практической конференции. 2017. : Из-во: ООО «Центр развития научного сотрудничества (Новосибирск).
5. Сетевое планирование. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.inventech.ru/lib/glossary/netplan/>
6. Кравченя И.Н. Математическое моделирование. Линейное и нелинейное программирование, сетевое планирование и управление / И.Н. Кравченя, Е.Л. Бурдук, Т.В. Алымова / Учебно-методическое пособие / МО Республики Беларусь, БГУТ. Гомель, 2014. 112 с
7. Карасёв А.И., Кремер Н.Ш., Савельева Т.И. Математические методы и модели в планировании. — М.: Экономика, 1987.
8. Вероятностное планирование строительства объектов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://prosvet.su/ar>

УДК 681.5

Євдокімов О. В., Татаревська О. Г., Радельчук Г. І.

*Хмельницький національний університет*

## **АВТОМАТИЗАЦІЯ І КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОНІТОРИНГУ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ У РЕАЛЬНОМУ МАСШТАБІ ЧАСУ**

*Розглянуто прикладні аспекти розробки системи автоматизації і комп'ютерно-інтегровані технології моніторингу сонячних панелей у реальному масштабі часу, що забезпечує підвищення енергетичної ефективності технологічного процесу виробництва електричної енергії. Запропонована система забезпечує дозволяє підвищити точність вимірювання основних параметрів сонячних панелей, а також зменшити час виявлення панелей із погіршеними параметрами та характеристиками.*

*Applied aspects of automation system development and computer-integrated technologies of real-time monitoring of solar panels are considered, which provides increase of energy efficiency of technological process of electricity production. The proposed system allows to increase the accuracy of measuring the main parameters of solar panels, as well as to reduce the detection time of panels with degraded parameters and characteristics.*

Основним недоліком існуючих систем моніторингу сонячних панелей є неможливість пошуку несправності в єдиній сонячній панелі великих електростанцій. Це обумовлено тим, що сучасні інвертори передають дані про напругу, струм та потужність у цього стрінгу сонячних панелей в цілому, а щоб визначити, яка конкретно панель має погіршені параметри, потрібно демонтувати всі панелі в стрінгу і перевірити їх працездатність окремо [1].

Метою роботи є підвищення ефективності систем моніторингу сонячних панелей шляхом розробки алгоритму взаємодії їх мікроконтролерної системи керування та комп'ютера в реальному масштабі часу.

Виявлення несправних та знаходження неефективних сонячних панелей зі зниженим коефіцієнтом корисної дії впливає на рівень генерації електроенергії в процесі експлуатації сонячної станції [2]. При послідовному підключенні сонячних панелей несправність одного з елементів може привести до часткової або повної втрати потужності всієї сонячної електростанції [3]. Загальна структура схема системи моніторингу сонячних панелей у реальному масштабі часу представлена на рисунку 1.

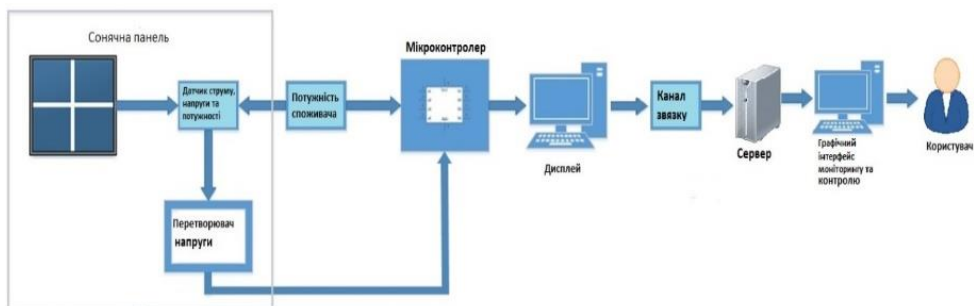


Рисунок 1 – Загальна структура схема системи моніторингу сонячних панелей у реальному масштабі часу

Збір даних здійснюється контролером, який використовується для збору даних з різних сенсорів перед відправленням їх на центральний комп'ютер. Дані з сенсорів складаються з аналогових сигналів, які контролер потім перетворює на цифрові дані для зберігання, аналізу та презентації.

Отже, було розроблено систему автоматизації і комп'ютерно-інтегровані технології моніторингу сонячних панелей у реальному масштабі часу на основі використання вимірювальних датчиків. Така вбудована система віддаленого моніторингу підключається через Wi-Fi та дозволяє відслідковувати показання генерації енергії в реальному масштабі часу з будь-якої точки планети за допомогою комп'ютера або смартфона, які під'єднані до глобальної мережі Інтернет.

### Перелік посилань

1. S. Adhya, D. Saha, A. Das, J. Jana, H. Saha, "An IOT based smart solar photovoltaic remote monitoring and control unit", 2nd International Conference on Controle, Instrumentation, Energy & Communication (CIEC) (2016).
2. O. Chieochan, A. Saokaew, E. Boonchieng, "Internet of Things (IOT) for smart solar en-ergy: A case of study of the smart farm of Maejo University", International Conference on Controle, Automation and Information Sciences (ICCAIS) (2017).
3. R. I. S. Pereira, I. M. Dupont, P. C. M. Carvalho, S. C. S. Jucá, "IoT embedded Linux system based on Raspberry Pi applied to realtime cloud monitoring of a decentralized photovoltaic plant", Measurement 114 (2018) 286-297.

УДК 004.4:004.5:62.51

Живага В. В., Шевченко Д. О.

*Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна*

## **ІНТЕГРОВАНА INTERNET OF THINGS СИСТЕМА НА ОСНОВІ ОДНОПЛАТНОГО КОМП'ЮТЕРУ**

*У роботі представлено інтегровану Internet of Things (IoT) систему для автоматизації процесів, аналізу ефективності та допомоги людині, яку можна було б застосувати для широкого спектру завдань таких як «розумний будинок», оптимізація підприємств або лікування пацієнтів. Запропонована система відповідає усім сучасним вимогам до надійності, швидкодії при найнижчій ціні на ринку, а також має великий потенціал для модернізації та розширення виконуваних завдань.*

*The paper presents an integrated Internet of Things (IoT) system for process automation, performance analysis, and human assistance that can be applied to a wide range of tasks. Such as smart home, business optimization or patient treatment. The proposed system meets all modern requirements for reliability, performance at the lowest price in the market, and also has a great potential for modernization and expansion of tasks.*

В наш час стрімко розвиваються технології, тому залишатися осторонь від процесу діджиталізації ми не маємо права. Наш внесок в цей процес є розробка доступної та простої інтегрованої Internet of Things (IoT) системи.

В наш час на виробничий сектор(як і на багато інших видів діяльності) впливає цифрова трансформація, зокрема, за допомогою таких концепцій, як промисловий Інтернет речей (Industrial Internet of Things, IIoT – надалі II). З допомогою якого з'являється можливість створення гнучких ланцюжків поставок, що дозволяють компаніям адаптувати свої виробничі потужності для задоволення мінливого попиту, скорочувати терміни виробництва або використовувати механізми інтелектуального обслуговування для мінімізації простоїв виробничих потужностей та ланцюгів поставок. Крім того, посилений моніторинг в заводських цехах значно спрощує визначення складних етапів виробничих процесів, наприклад, для їх удосконалення та обмеження переміщень виробів. За допомогою промислового Інтернету речей та міжмашинних комунікацій (M2M) компанії можуть підключати своє обладнання, оснащуючи його комунікаційними функціями, і впроваджувати так звані «розумні» рішення для перетворення зібраних даних в інструмент підвищення продуктивності.

Однак для роботи в оптимізованому і автономному режимі виробничі майданчики на основі IoT вимагають адекватної інфраструктури та застосування

штучного інтелекту. При вірній реалізації IoT з'являється можливість виявлення та усунення економічних втрат як для підприємства, так і для приватного будинку.

При наявності потужних інструментів в галузі недостатньо експертів, які вміють їх використовувати. Компанії працюють з моделями ІІ, але не обов'язково мають у своєму розпорядженні засоби для підтримки своїх систем. Складна технологія вимагає глибоких знань для налагодження і рішення проблем. Але в найближчі роки в області ІІ знову може статися вибухове зростання.

Аналізуючи подібні системи[1], ми зробили висновки, що на даний час не існує адаптивних систем автоматизації. Ринок пропонує готові рішення конкретних завдань без можливості розширення їх спектру та модернізації системи. Метою цієї наукової роботи є розробка інтегрованої IoT системи, яку можна було б застосувати для широкого спектру завдань. Таких як «розумний будинок», оптимізація підприємств або лікування пацієнтів.

IoT – це комплексна система автоматизації, яка складається з безлічі блоків, які взаємопов'язані між собою, але відповідаючих за окремі задачі та керовані одним центральним пристроєм або проміжним пристроєм, якщо у нього є усі данні для аналізу та прийняття рішення.

Наша системи розроблена згідно European Telecommunications Standards Institute (ETSI), що визначає IoT як тришарову ієрархію, кожна з яких нерозривно пов'язана зі своїми функціями. Ці три шари є датчиком, мережею та додатком, як показано та пояснено на рис.1, наступним чином:

- 1) Сенсорний шар (Sensor Layer);
- 2) Мережевий шар(Network Layer);
- 3) Програмний шар (Application Layer).

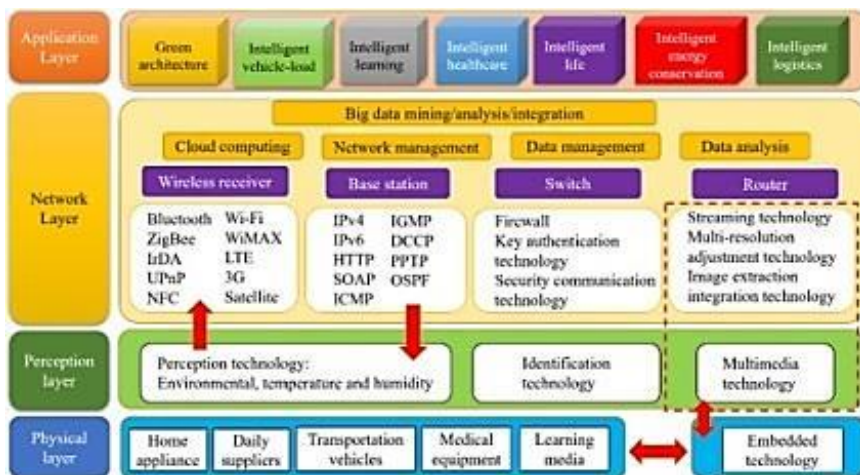


Рисунок 1 – IoT архітектура в нашій системі



Досягти поставленої мети можливо лише використовуючи платформу, яка б мала широку розповсюдженість, великий обчислювальний потенціал та можливість широкої інтеграції. Також було б дуже корисним наявність ряду реалізацій для вирішення нетипових завдань. Для створення такої платформи необхідно об'єднати одноплатний комп'ютер (наприклад Raspberry Pi 3) та Arduino. Одноплатний комп'ютер забезпечить необхідні обчислювальні можливості та управління, а Arduino – збір та обробку аналогових даних, передачу цифрових даних на одноплатний комп'ютер та підключення периферійних пристроїв таких як датчики, мотори та інші.

Загальну архітектуру системи можна розділити на чотири частини: Перша частина – це зондування довкілля; друга – бездротова передача; третя – аналіз та зберігання, а четверта – контроль навантаження. У першій частині групи екологічного зондування обладнання, яке знаходиться в приміщенні. Це обладнання представлено датчиками, виконавчими пристроями та аналізуючим пристроєм Arduino [2]. Зондувальна частина відповідає за збір даних та виконавчі дії.

Друга частина полягає в основному для обміну сигналами, обробленими Arduino, які аналізуються на одноплатному комп'ютері за допомогою передачі ZigBee.

Третя частина в основному полягає в реалізації індикаторів і стандартів, зазначених у частині II, які аналізуються, обробляються, зберігаються та відображаються програмним забезпеченням

Четверта частина в основному базується на проаналізованих даних, а навантажувальні пристрої належним чином контролюються для внутрішнього середовища. Для цього використовуються навантажувальні пристрої, такі як зумер, електричний вентилятор, зволожувач повітря, кондиціонер і тд. В залежності від становища навколишнього середовища або побажань користувача виконується автоматичне управління системою [3], а саме одноплатний комп'ютер подає сигнал на Arduino, яка підвищить або знизить температуру, керуючи кондиціонером, вентилятором та зволожувачем повітря або увімкне пожежну тривогу відповідно до сигналу, отриманого ZigBee[4]. Повна архітектура системи показана на рис. 2.

Архітектуру програмного забезпечення можна розділити на три частини: перша частина – це кінцевий вузол, друга частина – одноплатний комп'ютер, а третя частина – кінцевий комп'ютер. У першій частині групи екологічного зондувального обладнання в приміщенні, в якому кожна з них буде приймати сигнал протягом певного інтервалу. Усі сигнали інтегровані Arduino, обробляються за алгоритмом мінімізації ефекту шуму для кращої точності, а потім дані, які обробляються передаються та обмінюються з координатором ZigBee через кожен вузол ZigBee. Перший вузол – головний вузол управління. Коли сигнал, проаналізований

одноплатним комп'ютером, буде отриманий, вузол управління визначить, чи запускати кінцевий пристрій та повідомляти користувача.

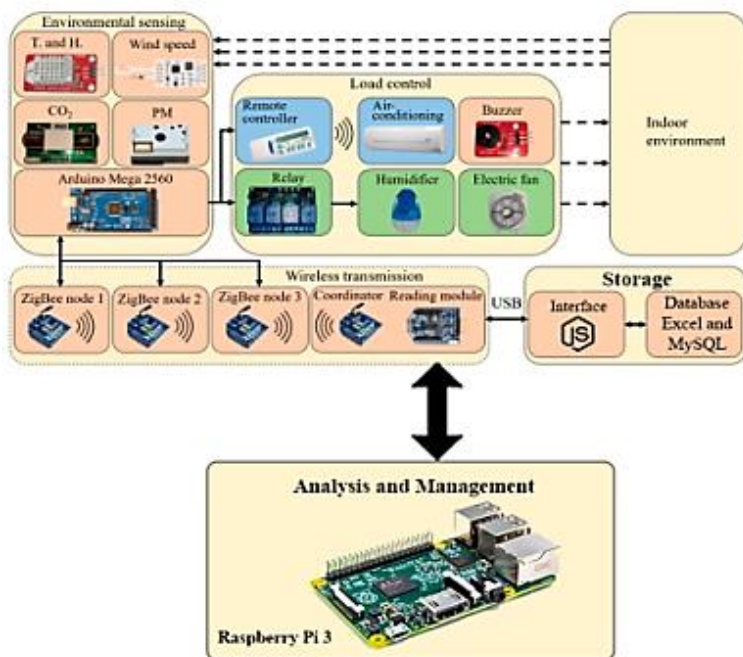


Рисунок 2 – Схема архітектури передачі зондування даних та керуючих сигналів

У другій частині, дані, отримані кожним вузлом внутрішнього середовища, інтегруються для аналізу, а результати аналізу зберігаються в базі даних, щоб визначити, чи є показники ненормальними чи ні. Якщо сигнал внутрішнього середовища ненормальний, результати аналізу надсилаються назад до кожного вузла через координатора ZigBee для відповідних дій. Використання одноплатного комп'ютера в даному випадку забезпечує достатню економічність системи та велику швидкість при великих об'ємах даних.

Отже, головна увага в цій роботі – це застосування IoT та розумних алгоритмів обробки даних з різних пристроїв, формування сприятливої та безпечної обстановки для користувача. Існує інтегрованість системи, завдяки можливості легко розширити систему та налаштувати кожен пристрій під споживача. Для статистичного аналізу даних та подальшого зберігання створені бази даних, таблиці в них, для різних показників навколишнього середовища у приміщенні. Дана

система має достатньо велику швидкодію для вчасної обробки даних та управління, а також велику економічність. Це реалізовано за рахунок підключення одноплатного комп'ютера, як головного пристрою, який виконує управління системою. Користувач взаємодіє з системою через веб-сторінку на якій можливо налаштувати систему, переглянути всю інформацію та виконати певні дії із забезпечення комфорту та безпеки.

Цей набір обладнання має безліч можливостей для реалізації в системах автоматизації, але принципи роботи та алгоритми є незмінними. У майбутньому планується поліпшення системи за рахунок створення більш зручного інтерфейсу для користувача, покращення алгоритмів роботи та розширення функціоналу системи.

### **Перелік посилань**

1. Рейтинг систем «Розумний будинок» по виробниках. URL: <https://vencon.ua/ua/articles/reyting-sistem-umnyy-dom-po-proizvoditelyam>
2. Бібліотека OneWire. URL: <http://wikihandbk.com/wiki/Arduino:%D0%91%D0%B8%D0%B1%D0%BB%D0%B8%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%BA%D0%B8/OneWire>
3. G. Mois, S. Folea, T. Sanislav. Аналіз трьох бездротових датчиків на основі IoT для моніторингу навколишнього середовища. IEEE Trans. Instrum. Meas., 66 (8) (2017), стор. 2056-2064. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7887698>
4. F. Montori, L. Bedogni, L. Bononi «Інтернет спільної архітектури речей для розумних міст та моніторингу навколишнього середовища» IEEE Internet Things J., 5 (2) (2017), стор. 592–605. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7961139>

УДК 004.4

Жовнір М. Ю., Кисіль Т. М.

*Хмельницький національний університет*

## **НЕФОРМАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ ДСМ-МЕТОДУ АВТОМАТИЧНОГО ПОРОДЖЕННЯ ГІПОТЕЗ В ЗАДАЧАХ АДАПТИВНОЇ ПОВЕДІНКИ ІС**

*Розглянуто застосування математичного моделювання методом ДСМ автоматичного породження гіпотез у галузі проектування інформаційних систем. У статті висвітлюються сучасні досягнення у галузі проектування та навчання інформаційних систем, отримані результати дозволяють спрогнозувати оптимальний час виконання завдань системою.*

*Applied aspects of mathematical modeling by the DSM method of automatic generation of hypotheses in the field of information systems design is considered. The article highlights the current achievements in the field of design and training of information systems, the results allow us to predict the optimal execution time of tasks by the system.*

ДСМ-метод автоматичного породження гіпотез був запропонований В.К.Фінном на початку 1980-х років. В даний час ДСМ-метод розглядається як оригінальна сукупність логіко-комбінаторних технологій інтелектуального аналізу даних, що використовує формалізовані правила правдоподібних міркувань. В основі ДСМ-методу АПГ лежить синтез трьох методів прогнозування «емпірична індукція - структурна аналогія - абдукція». Саме тому ДСМ-системи засновані на принципі: «схожість фактів викликає наявність ефекту і його повторюваність, а не навпаки».

ДСМ-метод:

- виявляє закономірності в даних за допомогою індукції в стилі Д.С. Мілля,
- породжує правила усунення невизначеності в даних, використовуючи фальсифікацію в стилі К. Поппера,
- формує передбачення за допомогою оригінальної версії міркувань за аналогією,
- оцінює правдоподібність породжених гіпотез з допомогою варіантів абдукції Ч. С. Пірса

Абревіатура «ДСМ» - це ініціали Джона Стюарта Мілля, формалізовані правила індуктивної логіки якого є ідеологічним фундаментом ДСМ-методу.

Дані предметної області повинні бути добре структуровані, що передбачає подання їх у вигляді окремих об'єктів з описом, що допускає визначення операції подібності, вкладення, об'єднання і різниці на об'єктах-фактах. Серед ознак, що описують факт, повинна бути присутня деяка множина властивостей («ефектів»), за

яким ми можемо розділити факти на позитивні (+) і негативні (-) приклади, окрім цього непотрібно забувати і про можливі суперечливі приклади (0, тобто приклади, що володіють і не володіють ефектом одночасно) і невизначені ( $\tau$ ) - Теана (факти, що вимагають дослідження).

ДСМ-система призначена для виявлення зв'язку між структурою об'єкта і його поведінкою. Цей зв'язок інтерпретується як причинно-наслідковий зв'язок. Як правило, характерні риси структури об'єкта вважаються причинами особливостей його поведінки, але в деяких випадках, прийнята зворотна інтерпретація: сукупність елементів поведінки вважається причиною безлічі характеристик його структури.

Формування гіпотез про можливі причини відбувається з допомогою формалізованих індуктивних міркувань. Формування гіпотез про наявність (відсутність) властивостей можна інтерпретувати як застосування формалізованих міркувань за аналогією.

В даний час переважна більшість інформаційних систем в області створення моделей поведінки, використання методів ДСМ для управління різними об'єктами мають в основному теоретичний, абстрактний характер. Причин цього багато, однієї з них є затратність на реалізацію проектів, які працюють з реальними технічними пристроями. Наприклад в ході реалізації проекту "адаптантов-2005" (див. [Добринін та інш., 2005], [Добринін, Карпов, 2005]) був створений універсальна мобільна система "Амур", що є полігоном для відпрацювання і демонстрації різних алгоритмів і методів керування.

У даній роботі мова йде про реалізацію на базі створеного пристрою деяких найпростіших форм адаптивного поведінки, починаючи з моделювання умовно-рефлекторного поведінки і закінчуючи застосуванням еволюційного моделювання і ДСМ-методу для вирішення конкретних задач. Класифікацію вхідних сигналів можна здійснювати за допомогою ДСМ методу [Фінн, 1991].

$$E=\{e_i\}=\{(X_i, u^i)\}, \quad (1)$$

де  $X_i$  - вектор сигналів,  $u^i$  - вектор управління (стан виконавчих механізмів). Елементи векторів сигналів і управління представляються парами довічних значень:  $\text{вкл} = \{01\}$ ,  $\text{викл} = \{10\}$ .

В робочому режимі досліджувана ДСМ система отримує на вході сигнали рецепторів, з яких формується тестовий вектор. Ухвалення рішення відбувається шляхом перевірки вкладення гіпотез в цей вектор. Якщо в тестовий вектор сигналів рецепторів вкладається гіпотеза, то система повинна діяти відповідно до неї. Якщо ж жодної гіпотези, не знайдено, то це невідомий стан, для якого потрібно сформувати випадковий вектор управління. Якщо база фактів повна, то характер

поведінки системи в робочому режимі під управлінням ДСМ системи нічим не повинен відрізнятися.

Отже, у даній роботі мова йде про реалізацію на базі створеного пристрою деяких найпростіших форм адаптивного поведінки, починаючи з моделювання умовно-рефлекторного поведінки і закінчуючи застосуванням еволюційного моделювання і ДСМ-методу для вирішення конкретних задач. Досліджувана ДСМ-система призначена для виявлення зв'язку між структурою об'єкта і його поведінкою. Цей зв'язок інтерпретується як причинно-наслідковий зв'язок. Як правило, характерні риси структури об'єкта вважаються причинами особливостей його поведінки, але в деяких випадках, прийнята зворотна інтерпретація: сукупність елементів поведінки вважається причиною безлічі характеристик його структури

ДСМ система в робочому режимі отримує на вході сигнали рецепторів, з яких формується тестовий вектор. Ухвалення рішення відбувається шляхом перевірки вкладення гіпотез в цей вектор.

Якщо ж жодної гіпотези, не знайдено, то це невідомий стан, для якого потрібно сформулювати випадковий вектор управління, а в випадку, коли база фактів повна, то характер поведінки системи в робочому режимі під управлінням ДСМ системи нічим не повинен відрізнятися.

### **Перелік посилань**

1. Фінн В.К. Правдоподібні міркування в інтелектуальних системах типу ДСМ // Підсумки науки і техніки. Сер. "Інформатика". Т. 15. - М.: 1991. - С. 54-101..
2. Карпов В.Е. Еволюційне моделювання. Проблеми форми і змісту // Новини штучного інтелекту №5, 2003
3. Добринін Д.А., Карпов В.Е., Мещерякова Т.В., Степанов С.М. Моделювання деяких найпростіших форм поведінки: від умовних рефлексів до індуктивної адаптації // 36. наукових праць I Міжнародної конференції "Системний аналіз та інформаційні технології САІТ -2005", М.: КомКнига, Т.1, стр. 188-193
4. Добринін Д.А., Карпов В.Е., Мещерякова Т.В., Степанов С.М. Адаптивний мобільний робот // Мобільні роботи і мехатронні системи: Матеріали наукової школи-конференції, Москва, 21-25 березня 2005 року Частина 1. М.: Изд-во Моск. ун-ту, 2005., стор. 137-143

УДК 004.023:658.78

Злотаренчук О. І., Кучерук О. Я.

*Хмельницький національний університет*

## **СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ МАРШРУТІВ КОМПЛЕКТАЦІЇ ЗАМОВЛЕНЬ НА СКЛАДІ**

*В роботі розглядається задача маршрутизації руху комплектувальників замовлень на складі. При виборі методів оптимізації маршрутів виявлені та описані недоліки використання точних оптимальних методів, в наслідок чого були застосовані евристичні методи. Для побудови маршрутів використано програму «Interactive Warehouse», в якій запропоновані маршрути методів були експериментально перевірені на реальному наборі даних.*

*The presented study considers the problem of routing the pickers of orders in a warehouse. As a result of the comparative analysis of the existing route optimization methods, the main disadvantages of using accurate optimal methods were identified and described. To address these issues, the paper proposes to utilize heuristic methods. The authors employed the program «Interactive Warehouse» to build optimal routes and experimentally test them on a real dataset.*

Для сучасного виробничого підприємства однією з основних задач є ефективна організація процесу технологічного розвитку складської діяльності. В процесі розвитку підприємства необхідно постійно впроваджувати нові технології, для вдосконалення індикатора успіху – конкурентоспроможності. Використання новітніх технологій дозволяє раціоналізувати процес маршрутизації на складі. Від того, наскільки ефективно організована комплектація замовлень, залежить швидкість і якість обслуговування клієнтів, що є важливою конкурентною перевагою кожного підприємства. У зв'язку з цим, виникає потреба в оптимізації складських процесів, зокрема комплектації замовлень.

Вивченням складської діяльності на підприємстві займалися багато вітчизняних і зарубіжних вчених, зокрема В. Пензев, Д. Перов, В. Кравченко, Л. Старікова, К. Dmytrów, I. Kudelska.

Актуальність задачі маршрутизації на складі підкреслюється численними науковими дослідженнями таких фахівців, як Є. Коробков, Khoong Wei Hao, Nicolas Catusse, Hadrien Cambazard, De Koster.

Метою дослідження є оптимізація руху працівника складу в процесі комплектування замовлень на основі евристичних методів.

Склади відіграють важливу роль в організації основних процесів виробництва, а саме приймання, розміщення, комплектування і відвантаження товарів. Серед перерахованих складських операцій комплектація замовлень є ключовою, оскільки саме від неї залежить рівень обслуговування та швидкість

виконання замовлення. При цьому дана операція є однією з трудомістких в складському технологічному процесі.

Компанії та підприємства постійно шукають нові способи для покращення роботи складу, вдосконалення складських процесів, а також займаються оптимізацією маршрутів, щоб максимально підвищити ефективність операцій, поліпшити продуктивність і якість обслуговування клієнтів [1].

Оптимізацію можна проводити за допомогою точних оптимальних методів, але вони стають неактуальні через складність в застосуванні, внаслідок чого широко використовуються евристичні методи маршрутизації.

Використання точних оптимальних методів маршрутизації мають наступні недоліки [2]:

1. Маршрути побудовані за точними оптимальними методами можуть здатися нелогічним для комплектувальників замовлень, в результаті чого вони відхиляються від призначених їм обчислених маршрутів. Авторами De Koster R., Roodbergen K.J. даний феномен досліджувався на реально існуючих складах нідерландських компаній De Bijenkorf і Ankor [3].

2. Оптимальні методи можуть не враховувати перевантаження алеї, в той час як використання евристичних методів маршрутизації дозволяє в деяких випадках уникнути надмірної завантаженості.

3. Точні методи не враховують той факт, що на практиці зміна алеї або напрямки руху всередині проходу впливають на витрати по часу. Використання евристичних методів маршрутизації дозволяє знизити число змін проходів.

З цих причин, зазвичай використовуються евристичні методи маршрутизації, а саме: S-Shape, Largest gap, Return, Combined, Midpoint, Aisle-by-aisle. Ці методи належать до евристичних алгоритмів, що дозволяють отримати задовільні результати при досить низькій обчислювальній складності.

Однією з найпростіших і часто використовуваних евристик для маршрутизації вибору є евристика S-подібної форми (S-shape). Даний метод полягає в тому, що під час комплектування замовлення працівник складу переміщується між стелажми по маршруту, що нагадує букву S, в результаті чого комплектувальник повинен пройти всі алеї, які містять принаймні один товар з листа замовлення, взагалі не відвідуючи проходи, в яких товари відсутні [4].

Метод Return – ще одна евристика, що використовується для розрахунку маршруту по складу. На практиці він передбачає відвідування кожної із алеї, де є товари, які необхідно зібрати. Працівник складу, виходячи на алею збирає весь товар, а потім повертається в основний коридор [2].

Метод Combined – це комбінація евристики S-shape та Return. Комплектувальник заходить лише на ті алеї, в яких знаходяться необхідні товари, збирає їх і виходить через найближчий вихід. Маршрут, за яким працівник збирає товари нагадує метод S-shape, а в інших – Return [5].

Наступним методом, який також часто використовують для побудови маршруту комплектації замовлення є метод Midpoint. В даному випадку склад поділяють на дві частини приблизно однакової величини. Спочатку збирають



товари в тій частині, де знаходиться точка (база) старту, і тільки після збору останнього товару з цієї частини складу можна перетнути умовну лінію, на яку розбитий склад, і збирати решту товарів. Характерною особливістю методу Midpoint є те, що після підбору останнього товару, комплектувальник зазвичай знаходиться поблизу бази з якої він починав маршрут [6].

Для розподілу типових замовлень і маршрутів, отриманих з використанням різних методів маршрутизації була використана програма «Interactive Warehouse» [7].

Предметом аналізу є склад, який спеціалізується на виготовленні котлів різних модифікацій. Для формування маршруту, було використано розрахунки сформованого замовлення, в якому визначено місця, які слід відвідати для збору товарів за допомогою Таксономічної міри привабливості місцеположення (TMAL) [8].

Порядок місць, які необхідно відвідати та зібрати в них деталі представлений в таблиці 1.

Таблиця 1 – Сформоване замовлення

| № | Слот       | Назва деталі       | Потрібна кількість |
|---|------------|--------------------|--------------------|
| 1 | A10-3-5-13 | Камера згоряння    | 20                 |
| 2 | A2-2-3-9   | Теплообмінник      | 20                 |
| 3 | B14-3-2-4  | Турбулізатор       | 15                 |
| 4 | A7-6-1-2   | Датчик температури | 12                 |
| 5 | C17-4-11   | Пластина KORDI     | 6                  |

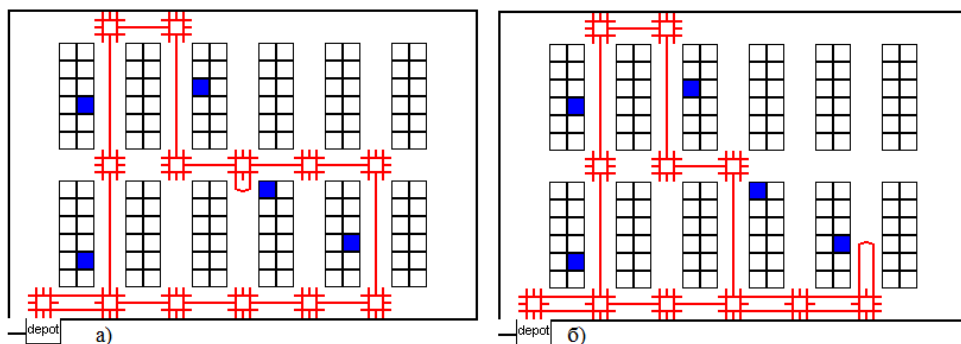


Рисунок 1 – Маршрути руху, з використанням  
а) Combined; б) S-Shape евристички маршрутизації

Програма «Interactive Warehouse» дозволяє виконати налаштування необхідної кількості стелажів, алей, слотів, вказати місце розташування бази (depot), довжину і ширину алей, тобто представити склад у вигляді схеми, яку надалі можна

використати для імітації процесу комплектації замовлень на складі за допомогою евристичних методів маршрутизації.

На основі замовлення (таблиця 1) було побудовано маршрути за S-Shape, Combined, Midpoint, Return методами. На рисунку 1 представлена імітація руху комплектувальника за S-Shape та Combined методами. Відсоткову частку відстаней для кожного проаналізованого методу показано на рисунку 2.

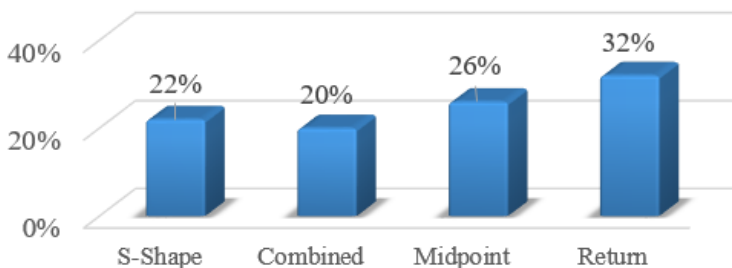


Рисунок 2 – Результати відстаней для кожного маршруту, %

Таким чином, для оптимізації основного процесу на складі – комплектації замовлень було розроблено алгоритми руху за допомогою евристичних методів маршрутизації. При порівнянні результатів відстаней, а саме відшукування найкоротшого шляху комплектації замовлення, найкращі результати було отримано за допомогою комбінованого (Combined) і S-подібного (S-Shape) методів.

### Перелік посилань

1. Pansart L. Exact algorithms for the order picking problem / Pansart L., Catusse N., Cambazard H. // *Computers & Operations Research*. – 2018. – Т. 100. – С. 117-127.
2. Коробков Е. В. Процесс комплектования заказов на складе. Задача маршрутизации сборщиков заказов / Е. В. Коробков // *Наука и Образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн.* – 2015. – № 04. – С. 270–310.
3. De Koster R., Le-Duc T., Roodbergen K.J. Design and Control of Warehouse Order Picking: A Literature Review. *European Journal of Operational Research*, 2007, vol.182, no.2, pp.481–501.
4. Khoong W. H. Solving the Joint Order Batching and Picker Routing Problem for Large Instances // *arXiv preprint arXiv:2002.00167*. – 2020.
5. Tarczyński G. Wielokryterialna ocena procesu kompletacji towarów w magazynie / G. Tarczyński // *Studia Ekonomiczne*. – 2013. – Т. 163. – С. 221-238.
6. Szada-Borzyszkowska M. Usprawnienie trasy kompletacji zamówienia w magazynie części do montażu pojazdów samochodowych/ M. Szada-Borzyszkowska, W. Szada-Borzyszkowski // *Autobusy*. – 2017. № 7-8. – pp. 271-274.
7. Interactive Warehouse: web-site. Available at: <http://www.roodbergen.com/warehouse/index.php> (дата звернення: 09.10.2020).
8. Кучерук О. Я. Таксономічна міра привабливості місцеположення в оптимізації процесу комплектації замовлень / О. Я. Кучерук, О. І. Злотаренчук // *Проблеми системного підходу в економіці*. – 2020. – № 5.

Казлаускайте А. С., Шендрик С. О.

Сумський державний університет

## ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ПОГОДНИХ УМОВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Відповідно до регіональних відмінностей метеорологічних умов, необхідно завчасно оцінювати продуктивність відновлювальних джерел енергії. Власнику такої енергоустановки доводиться аналізувати великі обсяги інформації та приймати рішення щодо ефективного управління. Покращити процеси управління можна лише використовуючи інформаційну технологію, яка буде виконувати дослідження впливу постійно-змінних погодних умов на продуктивність альтернативних джерел енергії.

У даному дослідженні розглядається залежність технічних параметрів складових гібридної енергосистеми від метеорологічних даних, які несуть в собі певну невизначеність.

Для коректної роботи такої енергосистеми перш за все потрібно визначити потужності сонячних батарей, вітряної енергоустановки та акумуляторної батареї. А також прогнозується споживання електроенергії, що визначається в нечіткому виді та апроксимується нечітким трикутним числом:

$$W(t) = \langle W^{mod}(t), W^{min}(t), W^{max}(t) \rangle,$$

де  $W^{mod}$  – модальне значення,  $W^{min}$ ,  $W^{max}$  – ліва та права межа інтервалу невизначеності.

Для подальшої обробки прогнозних даних нечітке трикутне число споживання електроенергії представляється у вигляді кластеру, для якого знаходиться центр як середнє геометричне місце точок у просторі змінних. Вибір ефективного режиму виконується методом кластеризації, що полягає в знаходженні найближчого за Евклідовою відстанню значення потужності джерела ВДЕ або їх композиції до центру кластера рівня споживання за показниками рівня генерації енергії. За умови недостатньої генерації електроенергії відбувається підключення до акумулятора. Для запобігання раннього зносу акумуляторної батареї та подовження строку її служби необхідно не допускати 50% рівня заряду батареї.

Було проведено тестування достовірності результатів вибору ефективного джерела ВДЕ, що забезпечує потреби користувача в електроенергії при визначених погодних умовах.

Розроблена інформаційна технологія матиме попит серед домашніх господарств, бо дозволяє власникам гібридних електросистем швидко обробити наявну інформацію і обрати найефективніший варіант джерела електроенергії.

УДК 004.4

Качуровський Я. О., Петровський С. С.

*Хмельницький національний університет*

## ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА РЕКОМЕНДАЦІЙ

*В роботі було розглянуто основні аспекти розробки інформаційної системи рекомендацій та актуальності товарів, що забезпечує максимально оперативну передачу та подальший аналіз переглянутої користувачем інформації. Запропонована інформаційна система забезпечує точну і швидку класифікацію даних відповідно до заданих категорій.*

*The main aspects of the development of the information system of recommendations and relevance of the goods were considered in the work, which provides the most operative transfer and further analysis of the information viewed by the user. The proposed information system provides accurate and fast classification of data according to specified categories.*

### Вступ

Сьогодні, одним з найбільших цінних ресурсів людини – є інформація. Вона займає одну з центральних ролей у нинішньому процесі формування суспільства. З приходом у широкі маси людей Інтернету – основним сховищем інформації стала саме Всесвітня Мережа. Хоча з часом, її об'єми почали зростати значно швидше, ніж обчислювальні можливості, для подальшої обробки даних. Кількість інформації в Інтернеті настільки велика, що людина просто не здатна знайти те, що їй дійсно потрібно.

У зв'язку з цим актуальною є розробка спеціальної системи, яка буде сама пропонувати користувачу деякі елементи, яка вона буде вважати доцільними. Така система буде формувати свої рекомендації на основі поведінки користувачів в минулому та їх вподобань. Це дозволить користувачам зекономити великий об'єм часу для пошуку.

Це інформаційні системи, завдання яких, запропонувати користувачеві дії, послуги або товари на основі попередніх переваг його або користувачів, схожих на нього за купленим товарами / послугами.

### Основна частина

Інформаційні системи рекомендацій, для реалізації коректної роботи застосовують комплексний підхід, який включає застосування принципів та напрацювань з декількох галузей знань. Зокрема: когнітивістика, прогнозування, машинне навчання, інформаційний пошук і т.д.

Також немало впливу ІС рекомендацій зазнали зі сторони бізнесу, адже результати маркетингових досліджень є не менш цінними, ніж повний інформаційний аналіз даних. Але завжди – рекомендаційні системи використовувалися для знаходження рейтингів об'єктів для конкретного користувача.

Для роботи такої системи потрібні дані, на яких будуть базуватися рекомендації. Перш за все це дані про користувачів та елементів всередині системи. Весь цикл роботи рекомендаційної системи повинен починатись на етапі отримання інформації і закінчуватись наданнями рекомендацій користувачам. Від інформації, якою буде оперувати система залежить вибір алгоритму.

Таким чином, інформаційна система рекомендацій – це система, націлена на передбачення вподобань користувачів щодо елементів, що виступають у якості основного контенту системи (фільми, книги, музичні твори, новини та ін.), за рахунок відомої інформації користувача або елементів всередині системи.

Формально-змістовну постановку задачі можна представити у вигляді IDEF0 діаграми (рисунок 1).



Рисунок 1 – IDEF0 діаграма роботи системи

Математично, задачу знаходження найбільш релевантного об'єкта можна описати наступним чином :

$$\forall u \in U, s'_u = \operatorname{argmax}_{s \in S} h(u, s),$$

де  $U$  – множина користувачів,  $u$  – вибраний користувач,  $S$  – множина елементів системи, які потенційно можуть бути рекомендовані користувачу,  $s$  – вибраний

елемент,  $h$  – функція, яка показує ступінь зіставлення деякого елемента  $s \in S$  з деяким користувачем  $u$ .

Таким чином, задача зводиться до знаходження такого елемента  $s' \in S$ , для якого ступінь зіставлення з користувачем  $u \in U$  є максимальним (у випадку рекомендації одного елемента)

При цьому на точність рекомендації суттєво впливає не лише інформація всередині системи, а і вибір функції  $h$ .

Для розв'язання вищезазначеної задачі існує декілька підходів. Зокрема основні з них:

- фільтрація на основі вмісту (item-based);
- колаборативна фільтрація (user-based);
- гібридний підхід.

### Фільтрація на основі вмісту

Як можна зрозуміти з назви підходу, фільтрація на основі вмісту перш за все опирається на інформацію по контент системі, а не по користувачам. Тобто рекомендації базуються на знаходженні схожих елементів, до тих, що користувач вже оцінив в минулому. Для цього необхідно створити профіль користувача та профіль елемента. Після цього, на основі параметрів елементів системи, можна зробити висновок щодо відповідності конкретного елемента конкретному користувачу.

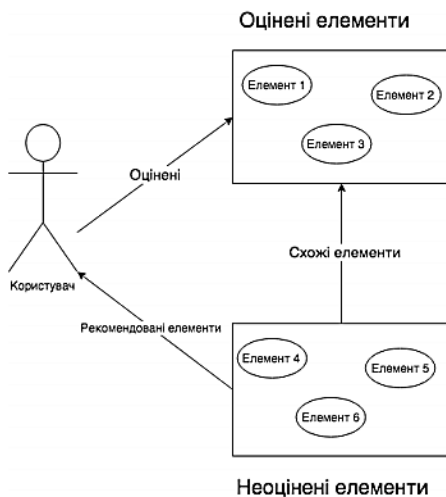


Рисунок 2 – Принцип роботи рекомендаційної системи на основі фільтрації вмісту

Формально роботу рекомендаційної системи на основі фільтрації вмісту можна зобразити наступним чином (рисунок 2).

### Колаборативна фільтрація

Рекомендаційні системи, в основі роботи яких лежить колаборативна фільтрація на відміну від фільтрації на основі вмісту для своєї роботи аналізують дані про користувачів, а не про елементи системи. Кожному користувачу у відповідність ставиться деяка група користувачів, зі схожими з ним смаками. На основі цього формулюється гіпотеза, що користувачі, які однаково оцінили деякі об'єкти в минулому, швидше за все, однаково оцінять інші об'єкти в майбутньому. Формально роботу рекомендаційної системи на основі колаборативної фільтрації можна зобразити наступним чином (рисунок 3).

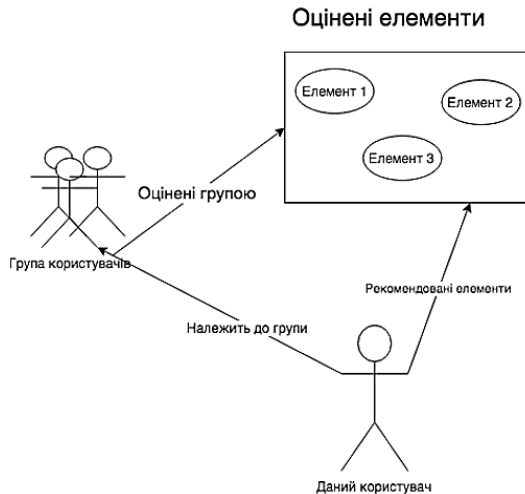


Рисунок 3 – Принцип роботи рекомендаційної системи на основі колаборативної фільтрації

### Гібридний підхід

Деякі рекомендаційні системи застосовують гібридний підхід для формування рекомендацій. Гібридність полягає у поєднанні результатів двох різних підходів – фільтрації на основі вмісту та колаборативної фільтрації. Завдяки цьому можна, в деякій мірі, уникнути недоліків вищезазначених підходів. Існує декілька основних варіантів комбінування підходів до фільтрації:

- включення характеристик елементів в колаборативну фільтрацію;

- включення характеристик користувачів в фільтрацію за вмістом;
- побудова єдиної моделі на основі колаборативної фільтрації та фільтрації за вмістом.

### **Висновки**

Отже, запропонована інформаційна система є актуальною тому, що допомагає вирішувати задачі щодо отримання користувачем потрібного йому контенту, що в подальшому буде призводити до підвищення його активності, тим самим, сприяє росту кількісних показників та зацікавленість в автоматичному режимі. В подальшому планується розробка та реалізація модифікацій показаних алгоритмів, що дозволить системі працювати з більшою ефективністю.

### **Перелік посилань**

1. Рекомендаційна\_система [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Рекомендаційна\\_система](https://uk.wikipedia.org/wiki/Рекомендаційна_система).
2. Колаборативна фільтрація [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/ Колаборативна\\_фільтрація](https://uk.wikipedia.org/wiki/Колаборативна_фільтрація)
3. Інформаційна система [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/ Інформаційна\\_система](https://uk.wikipedia.org/wiki/Інформаційна_система)
4. Постановка задачи и виды рекомендательных систем [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://nagornyy.me/courses/recommendation-systems/introduction-to-recommendation-systems/>
5. Анатомия рекомендательных систем [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://habr.com/ru/company/lanit/blog/420499/>



УДК 004.5

Киричук В. О., Сидорук М. В.

*Херсонський національний технічний університет*

## **ВИКОРИСТАННЯ MS ACCESS В ПРОЕКТУВАННІ БАЗИ ДАНИХ БАНКУ**

*Розглянуто основні аспекти розробки інформаційної системи для клієнтської бази даних комерційного банку що буде відображати максимально точно передання змісту вхідного тексту. Запропонована інформаційна система забезпечує точну і швидку класифікацію тексту відповідно до заданих категорій.*

*Applied main aspects of developing an information system for a client database of a commercial bank are considered, which will reflect the most accurate transmission of the source text. The proposed information system provides an accurate and quick classification of the text in accordance with specified categories.*

У світовій практиці склалося стійке розуміння того, що успішність комерційного банку безпосередньо пов'язана з рівнем організації його роботи зі споживачами послуг. Структурні підрозділи банку, будуючи взаємини з клієнтами, не можуть забезпечити якісну інтеграцію отриманої від них інформації в свою поточну діяльність, що негативно позначається на ефективності роботи на ринку – втрачається можливість активно збільшувати продажі і залучати потенційних споживачів послуг [3]. У зв'язку з цим виникає необхідність пошуку більш досконалої форми організації співпраці комерційних банків з останніми на основі створення багаторівневої системи управління клієнтськими базами. Важливість вивчення теоретичних і практичних аспектів управління клієнтською базою, а також розробки можливих напрямків його удосконалення підкреслюють актуальність обраної теми.

Кожне проектування БД здійснюється на основі тривірневої архітектури, а саме [2]:

- інфологічна модель БД – це модель, яка описує дані предметної області з використанням природної мови;
- даталогічна модель БД – це логічна організація даних і їх взаємозв'язок.
- фізична модель БД – це структура БД, реалізована в середовищі обраної СКБД.

Наочно це представлено на рис.1., що відображає загальну архітектуру побудови бази.

Модель відображає реальний світ у деякій зрозумілій людині концепції, повністю незалежні від параметрів середовища зберігання даних. Існує безліч підходів до побудови таких моделей: графові моделі, семантичні мережі, модель

"сутність-зв'язок". Найбільш популярною з них виявилася модель "сутність-зв'язок" або звана ще ER-моделлю [1]. У нашій БД можна виділити п'ять сутностей:

- сутність «Види депозитів» – містить інформацію про наявні види депозитів;
- сутність «Види кредитів» – містить інформацію про усі типи кредиту;
- сутність «Клієнти» – містить індивідуальну інформацію про кожного клієнта банку;
- сутність «Облік депозитів» – зберігає інформацію про кожну депозитну операцію;
- сутність «Облік операцій кредитування» – містить інформацію про кожен виданий кредит клієнту.

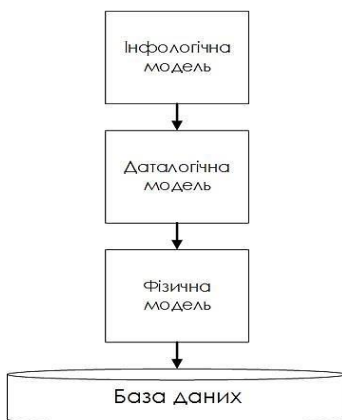


Рисунок 1 – Трирівнева архітектура проєктування бази даних

Після встановлення властивостей потрібно встановити зв'язки між ними, для цього викликаємо вікно схеми даних. Побудова схеми даних складається в додаванні в неї таблиць і встановлення зв'язків між таблицями. У разі збігу імен і типів полів у декількох таблиць схеми даних і додавання в схему всіх потрібних таблиць, Access утворює зв'язки автоматично. Якщо утворені зв'язку не влаштовують користувача, то їх можна змінити.

Для того щоб створювати вибірки, необхідної нам, інформації використовують запити. В Access може бути створено кілька видів запиту [4]:

- запит на вибірку – вибирає дані з однієї таблиці чи запити або декількох взаємопов'язаних таблиць і інших запитів. Результатом є таблиця, яка існує до закриття запити;
- запит на створення таблиці – вибирає дані з взаємопов'язаних таблиць і інших запитів, але, на відміну від запити на вибірку, результат зберігає в новій постійної таблиці;

- запити на оновлення, додавання, видалення – є запитами дії, в результаті виконання яких змінюються дані в таблицях. Приклад конструювання запиту відображено на рис. 3.

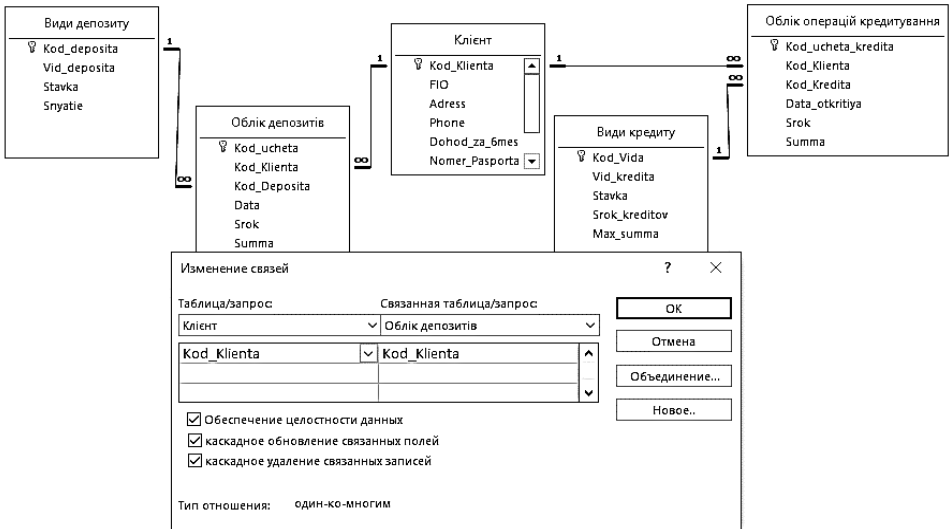


Рисунок 2 – Схема даних

The screenshot shows a database application interface. On the left, a table 'Облік депозитів\_1' is displayed with columns: 'Kod\_ucheta', 'Kod\_Klienta', 'Kod\_Deposita', 'Data', and 'Srok'. A dialog box 'Введите значение параметра' (Enter parameter value) is open, prompting the user to 'Введите код депозиту (ДП01 - ДП03):' (Enter deposit code (DP01 - DP03)). Below the dialog, a table with 6 columns is shown: 'Код обліку: Kod\_ucheta', 'Код клієнта: Kod\_Klienta', 'Код депозиту: Kod\_Deposita', 'Дата відкриття депозиту: Data', 'Термін: Srok', and 'Сума: Summa'. The first three columns have checkboxes in the first row, and the last two have checkboxes in the second row.

Рисунок 3 – Конструювання запиту з параметром

Для того щоб було зручно користуватися вхідними даними використовують наступний об'єкт бази даних, а саме звіт. Для побудови звіту використовують інструмент “Майстер звітів” або “Конструктор звітів”. Результат роботи майстру звітів відображено на рис. 4. В якому містяться всі дані про клієнта, а також про продукт, який за ним закріплений.

Таким чином інформаційна система дозволить позбавити співробітника від рутинної повсякденної роботи. Автоматизація дозволить значно скоротити час. У друкованій формі автоматично будуть вказані всі необхідні реквізити відповідно до встановленої форми друку документів.

|                       |                                              |                      |                      |             |                     |                      |
|-----------------------|----------------------------------------------|----------------------|----------------------|-------------|---------------------|----------------------|
| Договір № КОКО1       |                                              | від                  | 24.10.2018           |             |                     |                      |
|                       |                                              |                      |                      |             |                     |                      |
| Код клієнта           | KL02                                         | Дохід за 6 місяців   | 66 000,00            |             |                     |                      |
| П.І.Б.                | Шульженко Марина<br>Анатоліївна              | Номер паспорту       | MP258010             |             |                     |                      |
| Адреса                | Херсон, Фрунзе<br>вул., Будинок 2, кв.<br>45 | Ідентифікаційний код | 659367696            |             |                     |                      |
| Телефон               | +380 (96) 512 36 47                          | Вид послуги          | Кредит               |             |                     |                      |
|                       |                                              |                      |                      |             |                     |                      |
| Код обліку<br>кредиту | Термін<br>(в міс.)                           | Сума                 | Відсоткова<br>ставка | Переплачено | Всього до<br>сплати | Щомісячний<br>платіж |
| КОКО1                 | 24                                           | 85000                | 2,9                  | 2567,71     | 87567,71            | 3649,64              |

Рисунок 4 – Багатотабличний звіт

Реалізація запропонованих заходів щодо вдосконалення механізму управління клієнтською базою дозволить комерційним банкам створити умови для формування стійкої бази лояльних клієнтів, підвищити рентабельність їх обслуговування і зміцнити свої позиції на ринку банківських послуг.

### Перелік посилань

1. Бекаревич, Ю. Б. Самоучитель Microsoft Access 2013 / Ю. Б. Бекаревич, Н. В. Пушкіна. – Санкт Петербург.: БХВ-Петербург, 2014. – 464 с
2. Гайна Г. А. Основи проектування баз даних: Навчальний посібник / Г. А. Гайна. – Київ: КНУБА, 2005. – 204 с.
3. Лютий І. О. Банківський маркетинг: підручник для студентів вищих навчальних закладів / І. О. Лютий, О. О. Солодка. – Київ: Центр учбової літератури, 2010. – 776 с.
4. MS Access. Бази даних MS Access. MS Access 2007. [Електронний ресурс]: – URL: <http://hi-news.pp.ua/kompyuteri/1607-ms-access-bazi-danih-ms-access-ms-access-2007.html>

УДК 004.91

Ковальчук О. В., Мазурець О. В.

*Хмельницький національний університет*

## **МЕТОД ГЕНЕРАЦІЇ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ ДО НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ПРОДУКЦІЙНИХ ПРАВИЛ**

*Розглянуто метод автоматизованої генерації тестових завдань до навчальних матеріалів. В основі методу покладено продукційну модель подання знань. Розроблений метод забезпечує повне покриття тестовими завданнями семантичної структури навчального матеріалу. Згенерована множина тестових завдань може використовуватися для перевірки знань ключових термінів в межах рубрик навчального матеріалу. Також завдяки створеним зв'язкам між тестовим завданням та рубрикою і між тестовим завданням та ключовим терміном з'являється можливість контролювати використання тестових завдань залежно від семантичної значущості термінів різних рівнів навчального матеріалу. Сформовані множини зв'язків та тестових завдань дозволяють проводити адаптивне тестування знань навчального матеріалу.*

*The method for the automated generation of test tasks has been considered. The proposed method is based on production rules. The method provides full coverage of the semantic structure of education material by tests. Generated set of tests can be used for testing knowledge of key terms within the headings of the educational material. Also, created relationships between tests and headings and relationships between tests and key terms provide the ability to control the using of tests during testing depending on the semantic value of key terms on different levels of education material. Generated sets of tests and sets of relationships can be used for adaptive testing of educational material knowledge.*

На сьогоднішній день існують методи та інформаційні технології автоматизованої генерації тестових завдань. Даному напрямку присвячено ряд наукових публікації, серед яких варто виділити роботи Титенко С. В. [1], Пасічника Р. М. та Мельника А. М. [2, 3], Попова А. М. [4].

Існуючі на сучасному етапі підходи до генерації тестових завдань мають характерні недоліки, які полягають у відсутності зв'язку створених тестових завдань із елементами семантичної структури інформаційного навчального матеріалу. Це спричиняє нерівномірність покриттям тестом навчального матеріалу на етапі перевірки рівня знань.

Метою роботи є розробка методу автоматизованої генерації тестових завдань, які покривають всю семантичну структуру навчального матеріалу в вигляді системи рубрикації та множин ключових термінів кожної із рубрик.

Робота методу автоматизованої генерації тестових завдань ґрунтується на використанні моделі подання навчального курсу дисципліни як сукупність множин

інформаційного та тестового навчального матеріалу. В такому випадку навчальний курс можна записати наступним чином:

$$C = H \cup R_1 \cup K \cup R_2 \cup S \cup R_3 \cup Q \cup R_4 \cup R_5 \quad (1)$$

де  $H$  – множина рубрик (заголовків) інформаційного навчального матеріалу,  $R_1$  – множина зв'язків між заголовками,  $K$  – множина ключових термінів,  $R_2$  – множина зв'язків між ключовими термінами та реченнями,  $R_3$  – множина зв'язків між заголовками та реченнями,  $Q$  – множина тестових завдань,  $R_4$  – множина зв'язків між тестовим завданнями та реченнями,  $R_5$  – множина зв'язків між тестовим завданнями та ключовими термінами.

Правила продукції є логічною формою представлення і перетворення знань [5]. Ядро правила продукції складається з двох частин таких як: антецедент і консеквент. Антецедент являється умовною частиною в якій комбінується набір умов, при здійсненні яких активується правило і відбувається виконання дій, визначених у консеквенті. При застосуванні даного підходу для створення тестового завдання, антецедентом являється шаблон речення, за яким відбувається пошук речення в контенті, а консеквентом – алгоритм створення тестового завдання на основі знайденого речення.

Використання правил продукції для генерації тестових завдань подібне до алгоритму формування тестів людиною, тому продукційні правила були обрані за основу в методі генерації тестових завдань. Також в процесі дослідження встановлено, що обов'язковою частиною правила є ключовий термін та зв'язуючий фрагмент (далі конектор). Наявність ключового терміну дозволяє обирати важливі фрагменти текстового контенту навчального матеріалу. Конектором є слово або символ, який зв'язує ключовий термін із тезою. Прикладом конектора є наступні фрагменти: «це», «називається», «таких як:» і т.д. (рисунок 1).

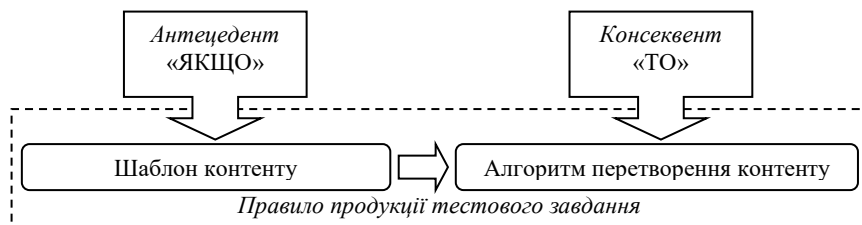


Рисунок 1 – Схема продукційного правила для формування прототипів тестових завдань

Запропонований метод автоматизованої генерації тестових завдань складається із трьох етапів і його схема зображена на рисунку 2. У вхідні параметри метод приймає рубрику  $h$  із множини  $H$  для якої потрібно згенерувати тестові завдання та множину речень  $S$ , відповідну рубриці  $h$ . Третім параметром методу є множина зв'язків між реченнями множини  $S$  та рубрикою  $h$ . Наступними вхідними

даними методу є множина ключових термінів  $K$  рубрики  $h$  та множина зв'язків між ключовими термінами та реченнями, в яких вони використовуються. Для роботи методу потрібна множина заздалегідь створених продукційних правил для генерації тестових завдань.

На *Етапі 1* методу генерації тестових завдань відбувається скорочення множини речень  $S$ , що дасть змогу оперувати меншим об'ємом даних що пришвидшить роботу методу. Даний етап розпочинається із *Кроку 1.1* на якому відбувається вибір  $s_i$  речення із множини  $S$ . На *Кроці 1.2* обирається ключовий термін  $k_b$  із множини  $K$ . Ключова робота даного етапу виконується на *Кроці 1.3*, де відбувається перевірка входження  $k_b$  ключового терміну в  $s_i$  речення, шляхом пошуку зв'язку між терміном  $k_b$  та реченням  $s_i$  в множині  $R_2$ . Якщо відповідний зв'язок вдалося знайти, то речення додається в множину  $S'$ , а якщо ні – виконання методу переходить на *Крок 1.2* і обирається наступний елемент  $k_{b+1}$  із множини  $K$ . Коли множина  $K$  буде вичерпана, метод повертається на *Крок 1.1* та обирається наступне речення  $s_i$  із множини  $S$ . *Етап 1* завершується після вичерпання множини речень  $S$ . В результаті роботи даного етапу буде сформовано множину актуальних речень  $S'$ , яка передається на наступний етап.

*Етап 2* відповідає за формування множини прототипів тестового завдання. На *Кроці 2.1* відбувається вибір  $s_i$  речення із множини  $S'$ , а на *Кроці 2.2* вибирається продукційне правило  $p_j$  із множини  $P$ . Застосування антецедента правила продукції  $p_j$  до речення  $s_i$  відбувається на *Кроці 2.3*. У випадку успішності *Кроку 2.3* виконання переходить до *Кроку 2.4*, де відбувається застосування консеквента правила продукції  $p_j$  до речення  $s_i$  для створення тестового завдання. Варто зазначити, що на даному кроці не завжди вдається створити тестове завдання відповідно до правил визначених у консеквенті. Пов'язано це з тим, що деякі консеквенти вимагають застосування випадково підібраних фрагментів тестового завдання, яких не можливо визначити на даному етапі методу. Тому результатом застосування консеквента на *Кроці 2.4* є прототип тестового завдання, який вноситься в множину  $Q'$  на *Кроці 2.5*. Після виконання *Кроку 2.5* або неуспішного застосування антецедента на *Кроці 2.3* відбувається перехід на *Крок 2.2*. Коли множина  $P$  вичерпується виконання переходить на *Крок 1.1* та обирається наступне речення із множини  $S'$ . Виконання *Етапу 2* завершується після того, як будуть оброблені всі елементи множини  $S'$ .

Заключним є *Етап 3*, де на основі прототипів із множини  $S'$  завершується генерація тестових завдань. За потреби на *Кроці 3.1* і *Кроці 3.2* відбувається пошук альтернативних речень  $s_m \neq s_i$ , та ключових термінів  $k_n \neq k_b$  для доповнення прототипів тестового завдання відповідно до консеквентів, після чого на *Кроці 3.3* генеруються кінцеві версії тестових завдань, які додаються в множину  $Q$ . *Крок 3.4* відповідає за створення та наповнення множин зв'язків  $R_4$  та  $R_5$ .

Вихідними даними методу генерації тестових завдань є множина тестових завдань  $Q$  для рубрики начального матеріалу  $h \in H$ , яка була передана у вхідний параметр, а також множина зв'язків  $R_4$  та  $R_5$  в межах рубрики  $h$ . Для наповнення

даних навчального курсу визначено в (1) розроблений метод потрібно застосувати циклічно для кожної рубрики інформаційного навчального матеріалу.

*Вхідні дані:*

- Рубрика навчального матеріалу  $h \in H$
- Фрагменти (речення)  $S$  рубрики  $h$
- Множина зв'язків між заголовками та реченнями  $R_3$
- Множина ключових термінів  $K$  рубрики  $h$
- Множина зв'язків між ключовими термінами та реченнями  $R_2$
- Множина правил продукції тестових завдань  $P$

#### *Етап 1 – Формування множини актуальних речень $S'$*

*Крок 1.1* – Вибір речення  $s_i$

*Крок 1.2* – Вибір ключового терміну  $k_b$

*Крок 1.3* – Перевірка входження ключового терміну  $k_b$  в речення  $s_i$

*Крок 1.4* – Додавання речення  $s_i$  до множини актуальних речень  $S'$  (за виконання 1.3)

#### *Етап 2 – Формування множини прототипів тестових завдань $Q'$*

*Крок 2.1* – Вибір поточного речення  $s_i$

*Крок 2.2* – Вибір правила продукції  $p_j$  тестового завдання

*Крок 2.3* – Застосування антецедента  $a_j \in p_j$  правила продукції  $p_j$  до поточного речення  $s_i$

*Крок 2.4* – Застосування консеквента  $c_j \in p_j$  до поточного речення  $s_i$  (за виконання 2.3)

*Крок 2.5* – Додавання прототипа тестового завдання  $q$  до множини прототипів  $Q'$

#### *Етап 3 – Формування множини тестових завдань $Q$*

*Крок 3.1* – За потреби – пошук альтернативних речення  $s_m \neq s_i$

*Крок 3.2* – За потреби – пошук альтернативних ключових термінів  $k_n \neq k_b$

*Крок 3.3* – Формування складових тестового завдання  $q$  за консеквентом  $c_j \in p_j$

*Крок 3.4* – Формування зв'язків  $r_4 \in R_4$  та  $r_5 \in R_5$  для тестового завдання  $q$

*Вихідні дані:*

- Множина тестових завдань  $Q$
- Множина зв'язків між тестовим завданнями та реченнями  $R_4$
- Множина зв'язків між тестовим завданнями та ключовими термінами  $R_5$ .

Рисунок 2 – Схема методу генерації тестових завдань

Для дослідження ефективності роботи методу автоматизованої генерації тестових завдань було реалізовано програмний додаток (рисунок 3) на платформі .NET Framework та за допомогою мови програмування C#. З метою покращення



якості згенерованих тестових завдань в програмному продукті було передбачено можливість їх видаляти та редагувати.

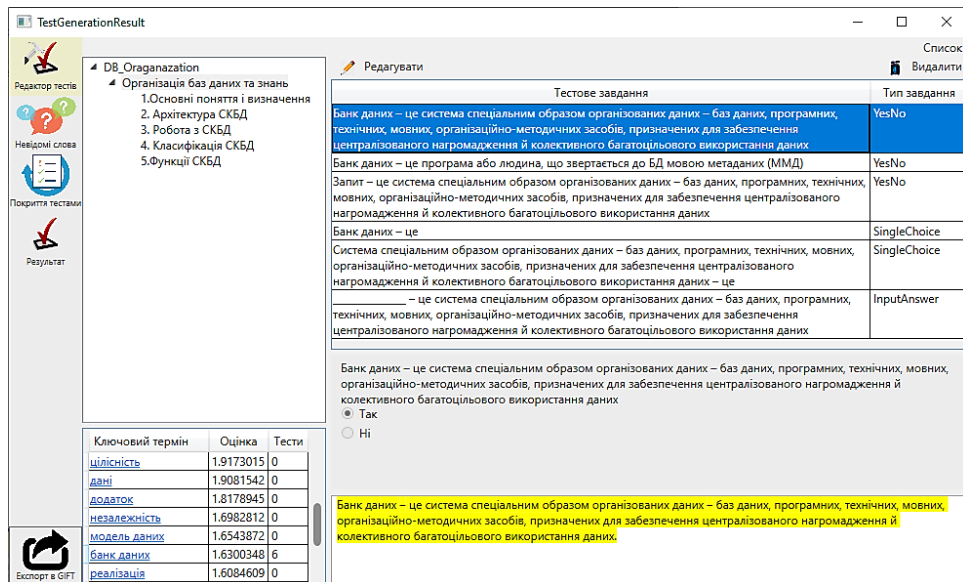


Рисунок 3 – Вікно програмного продукту для перегляду згенерованих тестів

Отже, за допомогою описаного методу можна згенерувати тестові завдання до інформаційного навчального. При цьому використання розробленого методу дозволяє отримати наступний якісний ефект:

- множина згенерованих тестових завдань повністю покриває семантичну структуру;
- можливість використовувати згенеровані тестові завдання для перевірки рівня знань визначених ключових термінів у межах визначених рубрик інформаційного навчального матеріалу;
- можливість контролю використання тестових завдань у тестуванні залежно від обсягу наявних у контенті термінів різних рівнів семантичної значущості;
- можливість використання згенерованих тестових завдань для адаптивного тестування.

### Перелік посилань

1. Титенко С. В. Генерація тестових завдань у системі дистанційного навчання на основі моделі формалізації дидактичного тексту [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.setlab.net/?view=Tytenko-test-generation>
2. Мельник А. М. Автоматична генерація тестових завдань різних типів / А. М. Мельник // Вісник Хмельницького національного університету. Хмельницький – С.124-129

3. Мельник А. М.. Інформаційна технологія автоматичної генерації тестових завдань з керованою складністю / А. М. Мельник, Р. М. Пасічник, Р. П. Шевчук // Інформаційні технології в технічних системах – С.57-61
4. Попов А. М. Проектування тестових завдань закритого типу на базі моделі онтології на основі когнітивних прототипів / А. М. Мельник // Медична інформатика та інженерія. Хмельницький – 2015. – С.46-51
5. Продукційні правила [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Продукційні\\_правила](https://uk.wikipedia.org/wiki/Продукційні_правила).
6. Мазурець О. В. Використання спеціалізованих програмних розширень для автоматизації роботи з цифровими документами навчальних матеріалів / О. В. Мазурець, О. В. Ковальчук, В. О. Слободзян // Науковий журнал «Вісник Хмельницького національного університету» серія: Технічні науки. Хмельницький, 2018, №1. – С.61-69.
7. Ковальчук О.В.. Використання програмного розширення SPIRE.DOC для автоматизації роботи з цифровими документами / О.В. Ковальчук, Г.А Білоус., В.О. Слободзян // Збірник наукових праць за матеріалами XI всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2019». Хмельницький – 2019 – с. 116-122 .
8. Ковальчук О.В. Дослідження практичної ефективності інформаційної технології автоматизованого визначення семантичних термінів навчальних матеріалів / О.В. Ковальчук, О.В. Мазурець. // Сучасні технології в механіці : зб. наук. пр., Хмельницький – 2018 – с. 141-148 .
9. Мазурець О. В. Метод формального опису елементів моделей автоматизованого формування тестових завдань / О. В. Мазурець, О. В Ковальчук, В. О. Слободзян, Г. А. Білоус. // Інтелектуальний потенціал – 2018 : збірник наукових праць молодих науковців і студентів, Хмельницький – 2018 – с. 51-56.

УДК 004.932.2

Ковдря В. Ю.

*Національний авіаційний університет*

## **АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА СЕГМЕНТАЦІЇ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ ДИСКРЕТНИХ СТРУКТУР**

*Розглянуто задачу сегментації цифрових зображень на основі графового підходу. Запропонована автоматизована система забезпечує якісну сегментацію і може бути використана для обробки даних з аерофотозйомки. Досліджено вплив параметрів  $k$  і  $minSize$  на результати сегментації. Проведено порівняння роботи алгоритму у різних кольорових просторах: RGB та Lab.*

*The problem of segmentation of digital images based on graph approach is considered. The proposed automated system provides high-quality segmentation and can be used to process aerial photography. The influence of  $k$  and  $minSize$  parameters on segmentation results is investigated. The work of algorithm is compared in different color spaces: RGB and Lab.*

Задача сегментації зображень залишаються складними для комп'ютерного зору. Проте її використання є виправданим і необхідним у задачах високого рівня. Розділення сегментів на зображенні дозволяє зменшити навантаження на модулі розпізнавання, індексування тощо [1].

Метою роботи є розробка автоматизованої системи для сегментації цифрових зображень і тестування отриманої системи на даних з аерофотозйомки.

Завдання:

- 1) вивчити метод ефективної сегментації на ґратковому графі;
- 2) розробити алгоритм сегментації цифрового зображення методом ефективної сегментації на ґратковому графі;
- 3) розробити обчислювальну схему для отримання сегментації цифрових зображень;
- 4) створити автоматизовану систему на основі розробленого алгоритму;
- 5) оцінити якість отриманої сегментації;
- 6) провести тестування автоматизованої системи на реальних даних.

У графовому підході сегментація  $S$  являє собою розбиття  $V$  на компоненти таким чином, що кожен компонент  $C \in S$  відповідає з'єднаним компонентом у графі  $G' = (V, E')$ , де  $E' \in E$  [2]. Іншими словами, будь-яка сегментація є підмножиною ребер в  $E$ . На малюнку показано граф для сегментації (рисунок 1.а) і результат сегментації на ньому (рисунок 1.б).

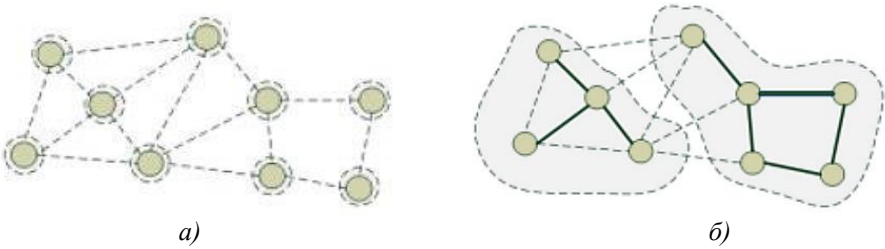


Рисунок 1 – Сегментація на графі

### Алгоритм сегментації [3]

На вхід подається граф  $G = (V, E)$ , з  $n$  вершинами і  $m$  ребрами.

Результатом є сегментація  $V$  на компоненти  $S = (C_1, \dots, C_r)$ .

0. Сортуємо  $E$   $\pi = (o_1, \dots, o_m)$  у порядку зростання за вагами;

1. Починаємо з сегментації  $S^0$ , де кожна вершина  $v_i$  знаходиться у своєму компоненті;
2. Повторюємо крок 3 для  $q = 1, \dots, m$ ;
3. Будуємо  $S^q$  за заданою  $S^{q-1}$ . Нехай  $v_i$  і  $v_j$  позначають вершини, з'єднані ребром  $q$ -й послідовності, тобто  $o_q = (v_i; v_j)$ . Якщо  $v_i$  і  $v_j$  знаходяться в системі неперетинних множин  $S^{q-1}$  і  $w(o_q)$  мала, в порівнянні з внутрішньою різницею обох цих компонентів, то необхідно об'єднати ці два компоненти. В іншому випадку – нічого не робити. Більш формально, нехай  $C_i^{q-1}$  є компонентом з  $S^{q-1}$ , що містить  $V_i$  і  $C_j^{q-1}$  - компонент, що містить  $v_j$ . Якщо  $C_i^{q-1} \neq C_j^{q-1}$  і  $w(o_q) \leq MInt(C_i^{q-1}, C_j^{q-1})$ , тоді при утворенні сегментації  $S^q$  компоненти об'єднуються. В іншому випадку компоненти  $C_i^{q-1}$  і  $C_j^{q-1}$  переходять до сегментації  $S^q$  без змін;
4. Повернути  $S = S^m$ .

В розробленій системі використовуються наступні кольорові моделі:

- **RGB**, як найпопулярніша кольорова модель для відтворення зображень на екранах комп'ютерів;
- **XYZ**, як проміжна модель у перетворенні RGB – LAB;
- **LAB**, як апаратно-незалежна розширена кольорова модель, в основі якої лежить сприйняття відмінності кольорів людиною.

**Тестування автоматизованої системи.**

Тестування системи проводилося на наступному знімку (рисунок 2). Результати представлено при  $k = 600$ ,  $minSize = 900$  (рисунок 3.а) та при  $k = 1000$ ,  $minSize = 900$  (рисунок 3.б).

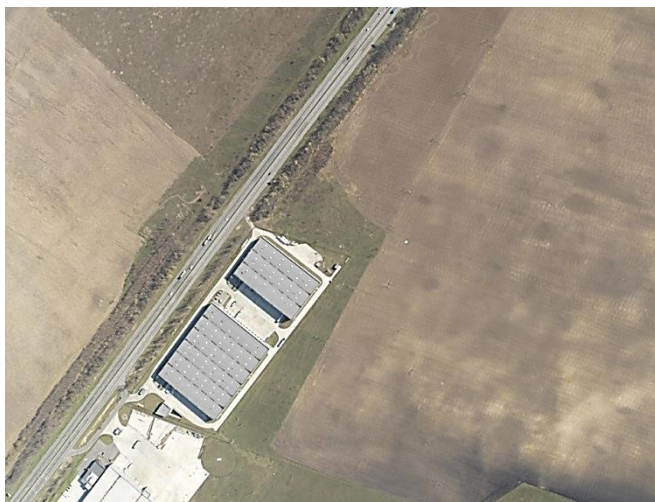


Рисунок 2 – Фото, на якому проводились дослідження

У таблиці (таблиці 1) наведено кількість сегментів, що отримані, в залежності від різних значень параметрів сегментації  $k$  та  $minSize$  (простір RGB).

Таблиця 1 – Кількість сегментів при різних значеннях  $k$  та  $minSize$

| $k \backslash minSize$ | 100  | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1100 | 1200 |
|------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| 100                    | 1398 | 759 | 542 | 433 | 362 | 317 | 282 | 255 | 237 | 218  | 203  | 192  |
| 200                    | 762  | 390 | 260 | 204 | 171 | 145 | 123 | 112 | 101 | 98   | 88   | 87   |
| 300                    | 564  | 301 | 201 | 155 | 133 | 108 | 95  | 87  | 78  | 74   | 71   | 67   |
| 400                    | 426  | 240 | 160 | 121 | 102 | 82  | 72  | 68  | 62  | 57   | 51   | 51   |
| 500                    | 358  | 211 | 150 | 112 | 92  | 78  | 68  | 66  | 63  | 58   | 52   | 49   |
| 600                    | 308  | 190 | 130 | 98  | 81  | 70  | 62  | 59  | 54  | 52   | 44   | 41   |
| 700                    | 302  | 180 | 126 | 95  | 80  | 68  | 58  | 56  | 51  | 49   | 44   | 42   |
| 800                    | 226  | 130 | 90  | 68  | 59  | 47  | 41  | 35  | 31  | 30   | 29   | 28   |
| 900                    | 203  | 112 | 76  | 57  | 44  | 35  | 33  | 30  | 28  | 28   | 28   | 28   |
| 1000                   | 206  | 107 | 74  | 56  | 40  | 31  | 29  | 28  | 26  | 25   | 25   | 25   |
| 1100                   | 197  | 102 | 73  | 53  | 39  | 32  | 29  | 27  | 26  | 25   | 25   | 25   |
| 1200                   | 181  | 91  | 63  | 48  | 34  | 28  | 26  | 24  | 24  | 23   | 22   | 22   |

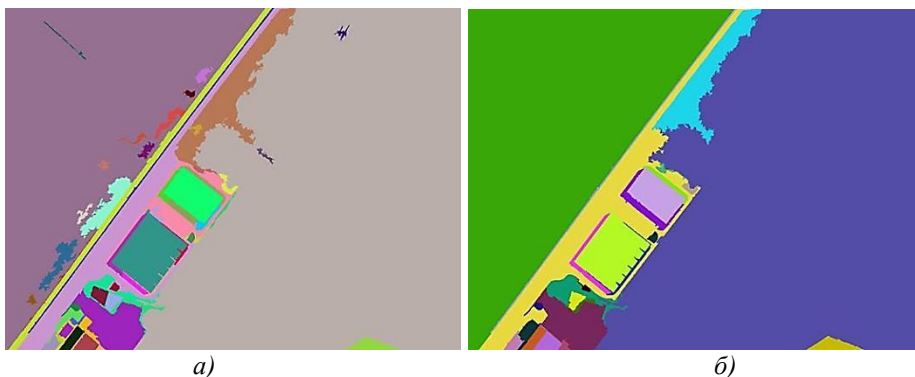


Рисунок 3 – Результати сегментації

Отже, описано метод ефективної сегментації на ґратковому графі, починаючи з загального підходу сегментації цифрових зображень за їх представленнями у вигляді графів. Визначено предикат попарного порівняння сегментів та покроково описано алгоритм їх отримання. Розроблено автоматизовану систему сегментації цифрових зображень, що має підтримку декількох кольорових просторів. Проведено тестування розробленої системи на реальних даних з аерофотозйомки.

### Перелік посилань

1. Yurchuk I., Piscunov A., Prystavka P. Information Technology of the Aerial Photo Materials Spatial Overlay on the Raster Maps // Cases on Modern Computer Systems in Aviation: Advances in Computer and Electrical Engineering (ACEE) Book Series. – USA: IGI Global, 2019. – pp. 191-201.
2. Yurchuk I. Digital image segmentation based on the persistent homologies // Proceedings of the 1st International Workshop on Information-Communication Technologies & Embedded Systems (ICTES 2019), Mykolaiv, Ukraine, November 14-15, 2019. – P. 226-232.
3. Huttenlocher D. Efficient graph-based image segmentation / D. P. Huttenlocher, P.F. Felzenszwalb // Image processing – 2004.

УДК 004.8

Коцюбинський В. Ю., Ткачик Д. А.

*Вінницький національний технічний університет*

## **НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

*У даній роботі розглянуто таке поняття як штучні нейронні мережі та їх використання в інтернет трейдингу для прогнозування даних та прийняття рішень. Ключові слова: інтернет трейдинг, трейдинг, нейронні мережі, прогнозування, прийняття рішень, форекс, біржа, торгівля.*

*In this paper, the concept of artificial neural networks and their using in Internet trading for prediction of data and decision-making are considered.. Keywords: internet trading, trading, neural networks, forecasting, decision making, forex, exchange, trading.*

*Поняття нейронних мереж* Інтелектуальні системи на основі штучних нейронних мереж (ШНМ) дозволяють з успіхом вирішувати проблеми розпізнавання образів, виконання прогнозів, оптимізації, асоціативної пам'яті і управління. Відомі й інші, більш традиційні підходи до вирішення цих проблем, проте вони не володіють необхідною гнучкістю за межами обмежених умов. ШНМ дають багатообіцяючі альтернативні рішення, і багато додатків виграють від їх використання.

Тривалий період еволюції додав мозку людини багато якостей, які відсутні як в машинах з архітектурою Неймана, так і в сучасних комп'ютерах. До них відносяться:

- масовий паралелізм;
- розподілене представлення інформації і обчислення;
- здатність до навчання і здатність до узагальнення;
- адаптивність;
- властивість контекстуальної обробки інформації;
- толерантність до помилок;
- низьке енергоспоживання.

Можна припустити, що прилади, побудовані на тих же принципах, що і біологічні нейрони, будуть володіти перерахованими характеристиками [1].

*Нейронні мережі в торгівлі на біржах* Нейронні мережі в торгівлі на біржах – це системи аналізу даних, які, на відміну від звичайних програм, працюють не суто в рамках прописаного набору дій, а навчаються в процесі роботи завдяки

можливостям машинного навчання і тестування різних результатів і ситуацій на основі минулих подій. В ході навчання нейронна мережа виявляє складні взаємозв'язки, які непросто розглянути в звичайних обставинах [2].

*Застосування нейронних мереж для прийняття рішень* Застосування нейронних мереж, наприклад, на ринку Форекс дає можливість вилучити з декількох потоків даних один результат.

Перед тим, як здійснювати застосування нейронних мереж в трейдингу, спочатку їх потрібно навчити знаходити і коригувати патерни. Відзначимо, що процес навчання, а також тестування - досить ємний процес. Але в майбутньому ця мережа зможе ефективно прогнозувати тенденцію, відштовхуючись від отриманих навичок. Процес навчання буде відбуватись на основі зображень фігур технічного аналізу після чого на досліджуваних даних зможе їх ідентифікувати [3]. Приклади простих фігур технічного аналізу зображені на рис. 1.

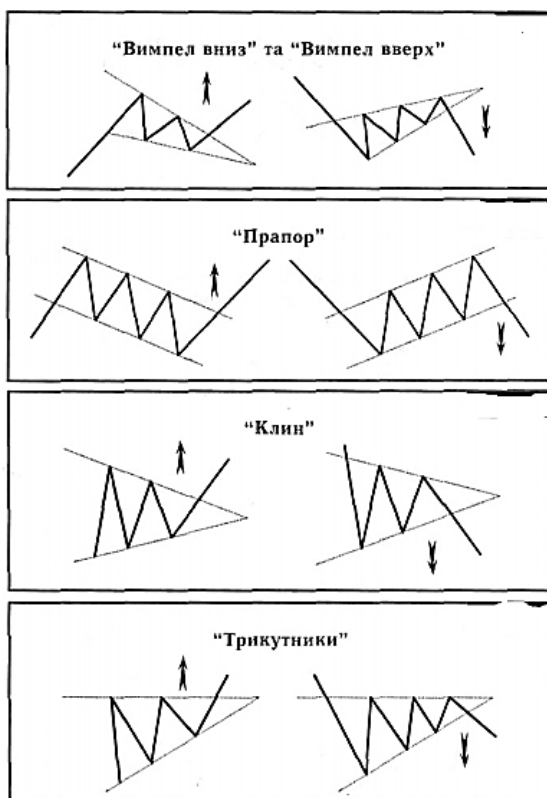


Рисунок 1 – Фігури технічного аналізу



*Висновки* Сьогодні на ринку можна знайти спеціальні платформи, в основі яких закладена нейронні мережі і технологія, що дозволяє навчати її по конкретній торговельній системі, щоб надалі прогнозувати рух активів на ринку. Що стосується актуальності застосування таких інтелектуальних помічників, то використовувати їх потрібно. Однак, як у випадку з торговими роботами, всюди потрібен контроль їх діяльності.

### **Перелік посилань**

1. Введение в искусственные нейронные сети [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.osp.ru/os/1997/04/179189/>
2. Нейросеть на Форекс: Применение и проблемы [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://investingnotes.trade/nejroset-na-birzhe.html>
3. Застосування нейронних мереж [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://academyfx.ru/article/blogi/2436-nejronnye-seti-v-trejdunge-na-foreks>

УДК 004.031.42: 004.383.8: 004.896

Красовський М. В.

*Хмельницький національний університет*

## **СТРУКТУРНА СХЕМА КРОКУЮЧОЇ РОБОТИЗОВАНОЇ ПЛАТФОРМИ ТИПУ QUADRUPEД**

*Визначено загальний алгоритм дій крокуючої роботизованої платформи типу Quadruped. Описано основні елементи розробленої системи та побудовано структурну схему, що відображає основні зв'язки та взаємодії між компонентами системи.*

*The paper defines the general algorithm of the walking robotic Quadruped-platform. The main elements of the developed system are described and a structural diagram is constructed, which reflects the main connections and interactions between the components of the system.*

Створенням крокуючих машин і управлінням їх рухом займаються багато наукових колективів з усього світу [1]. Великий інтерес до цього напрямку дослідження пояснюється тим, що крокуючі системи володіють кращими характеристиками адаптації до опорної поверхні, а відповідно і більшою прохідністю. Використання крокуючого методу пересування дає великий вибір налаштувань додаткових параметрів: довжина кроку, висота корпусу відносно опорної поверхні та швидкість пересування. Завдяки незалежним один від одного опорним механізмам, корпус системи може переміщуватися у будь-якому напрямку, уникаючи небезпечних ділянок та постійно змінюючи свої точки опори [2]. В наш час існує безліч розробок та наукових досліджень з даної тематики, але внаслідок того, що цим займаються в більшості комерційні структури – інформація про всі результати та нові технології знаходиться в закритому доступі, що значно ускладнює розвиток та розроблення таких систем. В основі руху більшості крокуючих систем лежить метод, заснований на способі переміщення комах, завдяки високим показникам стійкості руху. В наш час постійно з'являються нові алгоритми руху крокуючих роботів, внаслідок модернізації і комбінування вже існуючих, але в основі будь-якого з них лежить імітування біологічного руху тварин.

Стабільність системи залежить від кількості точок опори (дві, чотири, шість) та методу збереження рівноваги. В залежності від кількості точок опори крокуючі системи поділяють на [3]:

- 1) Biped – є однією із найскладніших, оскільки точно повторює моторику та спосіб пересування людини; недоліком даних систем є невисока стійкість при переміщенні;

- 2) Quadraped – конструкція містить 4 точки опори і тому краще пристосована до пересування по нерівномірній поверхні; рух реалізується шляхом почергового переміщення одного з чотирьох опорних механізмів, в той час як три інші підтримують корпус в стабільному положенні; центр ваги після кожного кроку змінюється, але стійкість системи залишається сталою;
- 3) Нехарод – конструкція містить 6 точок опори, володіє найкращими показниками стабільності та симетричною формою; недоліком даної конструкції є велика вага і підвищене енергоспоживання.

Оскільки серед переваг платформи Quadraped є нескладна динаміка руху і простий алгоритм керування, то для подальшої роботи було обрано саме таку крокуючу роботизовану платформу. Для забезпечення рівномірного і прямолінійного руху крокуючої платформи необхідно точно визначити кінцеве положення кожного рухомого сегменту опорного механізму, маючи лише його початкові координати.

Метою роботи є розроблення алгоритму руху та структурної схеми крокуючої роботизованої платформи типу Quadraped.

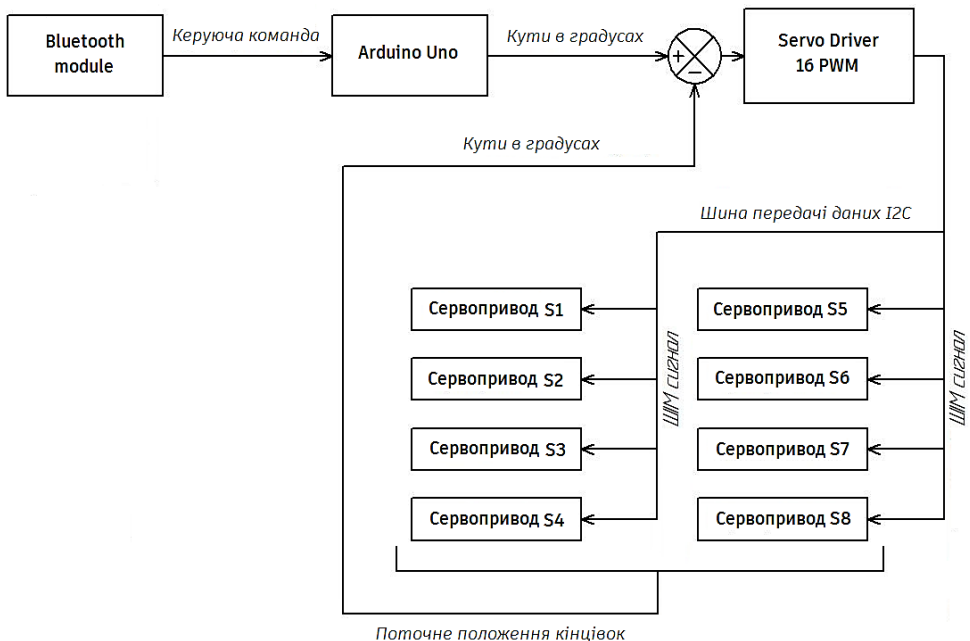


Рисунок 1 – Структурна схема крокуючої роботизованої платформи типу Quadraped

Структуру програмного алгоритму крокуючої системи можна умовно розділити на три керуючі рівні:

- Перший рівень – відповідає за керування сервоприводами та формує діапазон переміщення опорних механізмів;
- Другий рівень – відповідає за реалізацію руху та само стабілізацію положення корпусу системи в просторі;
- Третій рівень – визначає алгоритм руху та напрямок в залежності від отриманого керуючого сигналу;

Перший і другий рівні реалізуються автоматично, тоді як третій постійно очікує команди від керуючого пристрою.

Для відображення загальної концепції розробленої системи було побудовано структурну схему (рисунок 1). Принцип дії системи наступний: Bluetooth модуль отримує команду від керуючого пристрою і передає її по інтерфейсу UART мікроконтролеру, який в залежності від отриманого сигналу виконує певний сценарій дій. Сценарій представляє собою послідовність рухів (кутів повороту) сервоприводів.

Отже, визначено загальний алгоритм дій крокуючої роботизованої платформи типу Quadruped. Описано основні елементи розробленої системи та побудовано структурну схему, що відображає основні зв'язки та взаємодії між компонентами системи.

### **Перелік посилань**

1. Бройнль Т. В. Встраиваемые робототехнические системы: проектирование и применение мобильных роботов со встроенными системами управления / Т. В. Бройль. – Ижевск: ИКИ, 2012. – 520 с.
2. Chavez-Clemente D. Gait Optimization for Multi-legged Walking Robots, with Application to a Lunar Hexapod / D. Chavez-Clement. – Ph.D. Thesis. – USA: Stanford University, 2011.
3. Карпенко А. П. Робототехника и системы автоматизированного проектирования. Учебное пособие / А. П. Карпенко. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 71 с.

УДК 004.942:659.11

Кремповий Д. Ю., Кучерук О. Я.

*Хмельницький національний університет*

## МОДЕЛЮВАННЯ РЕКЛАМНОЇ КАМПАНІЇ ОСВІТНІХ ПОСЛУГ

*Реклама освітніх послуг є особливим видом реклами, оскільки на її характер накладає відбиток як специфіка роботи самих організацій, що надають освітні послуги, так і характер попиту на освітні послуги серед цільової аудиторії. Моделювання рекламної кампанії освітніх послуг має відбуватись в два етапи. На першому етапі необхідно визначити цільові групи споживачів; на другому етапі відбувається побудова моделі оптимального розподілу рекламного бюджету. Запропоновано на першому етапі використовувати кластерний аналіз даних, а на другому оптимізаційну модель.*

*Advertising of the educational services is a special type of advertising, as its nature is a reflection of both the specifics of the work of their organizations that provide educational services, and the nature of the description of educational services among the target audience. Modeling of the advertising campaign of educational services will take place in two stages. At the first stage it is necessary to define target groups of consumers, at the second stage there is a construction of models of optimum distribution of the advertising budget. It is proposed to use cluster data analysis at the first stage, as well as on another optimization model.*

Сьогодні можна говорити про серйозні зміни в сфері освіти. За останні роки склався і продовжує активно розвиватися ринок освітніх послуг. У цій сфері почали діяти закони ринкової економіки, з'явилося конкурентне середовище, істотно змінилися вимоги і очікування цільових груп споживачів. Всі ці фактори диктують необхідність організації і ведення рекламної діяльності установами, що надають освітні послуги. Реклама освітніх послуг є особливим видом реклами, оскільки на її характер накладає відбиток як специфіка роботи самих організацій, що надають освітні послуги, так і характер попиту на освітні послуги серед цільової аудиторії.

Актуальність моделювання будь-яких економіко-управлінських процесів полягає в можливості за його результатами здійснювати прогнозування розвитку цих процесів, здійснювати адекватне управління ними [1]. Ринок освітніх послуг як об'єкт математичного моделювання є достатньо складним та різноманітним. Однією з актуальних є задача оптимізації витрат на рекламну кампанію освітніх послуг.

Практично всі фірми та підприємства стикаються із проблемою визначення оптимального рекламного бюджету і поки що не вдається визначити магічне число – бюджет, що дозволив би одержати гарантовану віддачу від реклами. Розробка

рекламного бюджету, як і вся рекламна діяльність, значною мірою має суб'єктивний, творчий підхід і залежить від інтуїції, досвіду, індивідуальних особливостей відповідальних за цей процес фахівців. Тому в багатьох випадках розрахунок здійснюється «на око», але сучасні математичні інструменти дозволяють зробити це найбільш оптимальним чином [2].

Підходи до формування та оптимізації рекламного бюджету розглядалися у наукових працях зарубіжних та вітчизняних авторів, таких як Р. Батра, Дж. Бернет, Ф. Котлер, Ж. Ламбен, Дж. Майерс, С. Моріарті, О. Євтушенко, С. Ілляшенко, І. Левченко, Л. Луфференко, В. Скіцько, О. Овдіюк, Т. Хижняк.

Метою дослідження є побудова оптимізаційної моделі розподілу рекламного бюджету компанії по наданню освітніх послуг з урахуванням переваг цільових груп споживачів.

Останнім часом широкого застосування при розробці рекламного бюджету отримали методи, засновані на використанні математичних моделей прийняття рішень. Зокрема, це модель Данахера-Руста, в її основі алгоритм пошуку оптимальної величини рекламного бюджету за критерієм максимуму відношення ефективності реклами до витрат на неї; модель Відаля та Волфа, яка базується на зв'язку між об'ємом продажів та витратами на рекламу; модель Юла – модель залежності рекламного бюджету від прибутку підприємства [3].

На сьогоднішній день підходи до моделювання та оцінки ефективності рекламної кампанії освітніх послуг ще недостатньо розроблено.

Важливим принципом просування освітніх послуг є клієнтоорієнтований підхід. Правильний вибір форми та змісту реклами залежно від цільової групи споживачів, на яку спрямовано рекламне повідомлення та кому пропонується послуга, має ключове значення. Урахування переваг цільових груп може значно скоротити витрати. Але таке завдання не може виконуватись лише експертним шляхом, тому актуальним є створення та використання моделі рекламної кампанії з урахуванням переваг цільових груп споживачів, націленої на оптимальне планування рекламної кампанії та її бюджету.

Моделювання рекламної кампанії освітніх послуг має відбуватись в два етапи. На першому етапі необхідно визначити цільові групи споживачів; на другому етапі відбувається побудова моделі оптимального розподілу рекламного бюджету.

Дослідження проводились у співпраці з однією з мовних шкіл міста Хмельницького. Аналіз клієнтської бази мовної школи за попередні роки діяльності дозволив на основі кластерного аналізу визначити цільові групи. Кластеризація дає можливість провести розвідувальний аналіз даних, дозволяє структурувати інформацію в змістовні підгрупи (кластери), не маючи попередніх відомостей про кількість таких груп і про значення характеристик представників кластерів. В нашому дослідженні кластеризація здійснювалась засобом мови Python. В результаті було одержано 4 цільові групи (рис. 1).

|     | Client | Age | Level | Meta | Clus_km |
|-----|--------|-----|-------|------|---------|
| 0   | 1      | 12  | 12    | 6    | 1       |
| 1   | 2      | 16  | 21    | 2    | 1       |
| 2   | 3      | 16  | 21    | 4    | 1       |
| 3   | 4      | 26  | 11    | 7    | 3       |
| 4   | 5      | 42  | 22    | 7    | 2       |
| ... | ...    | ... | ...   | ...  | ...     |
| 95  | 96     | 32  | 12    | 4    | 3       |
| 96  | 97     | 14  | 22    | 9    | 1       |
| 97  | 98     | 56  | 11    | 9    | 0       |
| 98  | 99     | 25  | 21    | 4    | 3       |
| 99  | 100    | 41  | 12    | 4    | 0       |

100 rows x 5 columns

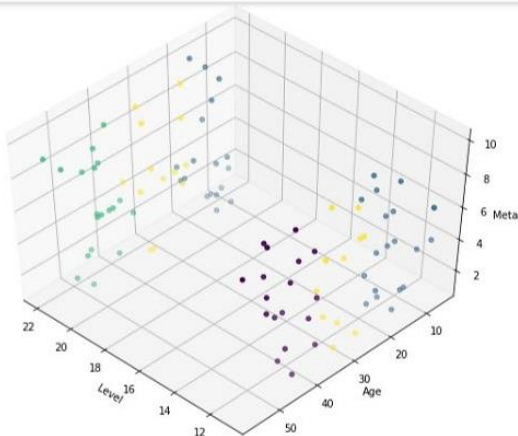


Рисунок 1 – Результати кластерного аналізу

Позначимо: кількість людей в кожній цільовій групі  $x_j$ ;  $m$  – кількість видів реклами;  $a_{ij}$  – витрати на одного споживача  $j$ -ої цільової групи  $i$ -го виду реклами;  $c_i$  – витрати на  $i$ -ий вид реклами;  $C$  – загальна сума, виділена на рекламу;  $p$  – вартість послуг центру;  $k_j$  – ціновий коефіцієнт для  $j$ -ої цільової групи.

Тоді модель рекламної компанії можна записати наступним чином:

$$\begin{cases}
 p \sum_{j=1}^n k_j x_j \rightarrow \max \\
 \begin{cases}
 \sum_{j=1}^n a_{1j} x_j \leq c_1 \\
 \dots \\
 \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq c_i \\
 \dots \\
 \sum_{j=1}^n a_{mj} x_j \leq c_m \\
 \sum_{j=1}^n c_i \leq C
 \end{cases} \\
 x_j \geq 0, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n}
 \end{cases}$$

Математичне моделювання рекламної кампанії дозволяє прогнозувати її ефективність, розподіл рекламного бюджету. Для практичного використання розробленої моделі необхідно постійно здійснювати аналіз цільових груп споживачів, вплив на них окремих видів рекламних заходів.

### **Перелік посилань**

1. Семиглазов А.М. Математическое моделирование рекламной кампании / А.М. Семиглазов, В.А. Семиглазов, К.И. Иванов // Доклады ТУСУРа. – 2010. – № 2 (22). – С.342-349.
2. Івохін Є. В. Про методи розрахунку та ефективного розподілу рекламного бюджету / Є. В. Івохін, Ю. О. Науменко // Вісник ЧДТУ. – 2015. – № 1. – С.76-85.
3. Стець О. В. Економіко-математичне моделювання рекламної кампанії / О. В. Стець, О. С. Гришечкина // Ефективна економіка. – 2013. – № 2. Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1797>



УДК 004.4

Кузьмінський М. С., Манзюк Е. А.

*Хмельницький національний університет*

## **СИСТЕМА ПРОГНОЗУВАННЯ ПРОДАЖІВ СЕРВІСНИХ ПОСЛУГ В СИСТЕМАХ ОБСЛУГОВУВАННЯ**

*Розроблено інформаційну систему аналізу системи прогнозування завантаженості та продажів сервісних послуг. Ця система дозволяє враховувати сучасні тенденції на ринку та робити прогнози використовуючи методи та підходи машинного навчання. Найважливішим внеском роботи є експерименти з даними в соціальних мережах, а також методи глибокого навчання, які використовуються для обробки цих даних.*

*The information system of the analysis of system of forecasting of loading and sales of service services is developed. This system allows you to take into account current market trends and make predictions using the methods and approaches of machine learning. The most important contribution of the work is the experiments with data in social networks, as well as the methods of deep learning that are used to process this data.*

Систематичний збір даних інспекції охорони здоров'я має важливе значення для оцінки ресторану, а також є основою для запобігання ряду харчових захворювань. Для цих та інших цілей інспектори повинні писатися санітарні звіти, що містять місцезнаходження та інші дані ресторану, разом з текстовими описами з причин, які в є основі оцінки ресторану, і оцінки інспекції здоров'я.

Аналіз ресторанів також передбачає рекомендації. Yelp - це платформа, яка дозволяє людям класифікувати та давати свою думку про місця проведення (наприклад, такі як бари та ресторани), які вони відвідали. Основна мета Yelp полягає в тому, щоб інформувати нових клієнтів про місце, яке вони ніколи не відвідували та не має хорошої оцінки класифікації чи має, на основі інформації, наданої іншими клієнтами. Зокрема, автоматична класифікація даних Yelp, пов'язаних з санітарними звітами, дозволить людям краще знати, чи є має якесь місце хорошу оцінку чи ні, і вирішити, чи заслуговує це місце свого часу і грошей.

Класифікація тексту за допомогою контрольованого навчання вимагає використання методів представлення тексту, щоб бути входом до алгоритмів навчання. Загальний підхід передбачає перетворення текстових документів у вектори, які їх представляють. Кожна позиція одного такого вектора повторно визначає частоту зразка слова в документі.

Можемо використати векторну модель (VSM) як алгебраїчну модель, яка представляє текстову інформацію як вектори. Крім того, складові цих векторів представляють актуальність кожного терміну та вмість у словнику, який

використовується в збірнику документів. Одним з можливих методів, які можемо використовувати для зважування термінів є TF-IDF (Частота терміну до зворотної частоти документів). Частота терміну (TF) визначає, скільки разів термін  $x$  присутній в документі  $d$ . Документ, в якому згадується даний термін частіше, має більше спільного з цим терміном, і тому повинен отримувати більш високий бал. Тому призначаємо вагу для кожного терміну в документі, який залежить від кількості входжень терміну в документі.

Рейтинги ресторанів та інформація про місцезнаходження, що використовуються в цьому проєкті, походять від API Yelp. Інспекційні дані були завантажені з веб-сайту відкритих даних Нью-Йорка. Об'єднаємо yelp ресторани огляд даних і інспекційні дані і видалити NA рядки, які не мають ні оцінки інспекції або відгуки. Також перепризначимо оцінку огляду в категоріях A, B і C, оскільки ця міра широко використовується як етикетка на ресторанах. Були й інші оцінки, в першу чергу P або Z, або якась версія класу з очікування, яку ігноруємо в нашому аналізі тут. Ресторани з рахунком від 0 до 13 очок заробляють A, ті, хто має від 14 до 27 балів, отримують B і ті, хто має 28 або більше C.

Нарешті, ця програма може бути корисною для людей, щоб фільтрувати базу даних на кухню, рейтинги та клас інспекції. Люди хочуть піти поїсти з конкретними критеріями можуть фільтрувати ресторани і відвідувати свої улюблені ресторани на основі найвищих оцінок як для оцінок, так і для класів інспекції.

Результати показують, що методи глибокого навчання можуть бути використані для класифікації ресторанів з точки зору санітарних проблем, а завдання з класифікацією тексту дуже надійні та придатні для вирішення цих завдань. Звичайно, це складно для боротьби з підробленими відгуками, але ця робота не про те, що потрібно просто вірити в коментарі клієнтів, а довести, що методи класифікації можуть допомогти оцінювачам досягти безпеки закладів з використанням оцінки інспекції та відгуків про заклади.

Модель машинного навчання є підходом для використання з усіма типами текстових документів, а не тільки з онлайн-відгуками. Це говорить про можливість адаптувати модель до інших практичних завдань з використанням текстової інформації та має вагоме практичне застосування.

### Перелік посилань

1. Christopher D. Manning, Prabhakar Raghavan, and Hinrich Schutze. An Introduction to Information Retrieval. Cambridge University Press, 2009.
2. Tomas Mikolov, Kai Chen, Greg Corrado, and Jeffrey Dean. Efficient estimation of word representations in vector space. CoRR, abs/1301.3781, 2013.
3. T. Chai and R. R. Draxler. Root mean square error or mean absolute error arguments against avoiding rmse in the literature. Geoscientific Model Development Discussions, 2014.

УДК 621.396

Кутуков Є. І., Котлярська В. В., Каштальян А. С.

*Хмельницький національний університет*

## **КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕПЛОФІЗИЧНОГО КОНСТРУЮВАННЯ РАДІОЕЛЕКТРОНОГО МОДУЛЯ КАСЕТНОГО ТИПУ З МІКРОСХЕМАМИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАДАНОГО ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ**

*Розглянуто комп'ютерні технології автоматизації розрахунків теплофізичного конструювання радіоелектронних модулів касетного типу з мікросхемами в умовах природнього повітряного охолодження для забезпечення заданого теплового режиму, проведені розрахунки коефіцієнтів випромінювання, теплопередачі, теплової провідності, допустимого значення температури перегріву корпусу блоку радіоелектронного засобу.*

*Computer technologies of automation of calculations of thermophysical design of radio electronic modules of cassette type with chips in the conditions of natural air cooling for maintenance of the set thermal mode are considered, calculations of coefficients of radiation, heat transfer, thermal conductivity, admissible value of value of overheating temperature of the case of the block of radio electronic means are carried out.*

Автоматизація створення нових радіоелектронних засобів залежить від рівня застосування комп'ютерних технологій на всіх етапах їх проектування, які відрізняються умовами експлуатації та складністю зовнішніх теплофізичних, механічних та інших впливів.

У блоках апаратури, побудованих по касетному принципу, питома потужність тепловиділення виявляється вельми великою, що змушує розробників використовувати повітряне примусове охолодження.

Метою роботи є комп'ютерні технології автоматизації теплофізичного конструювання радіоелектронного модуля касетного типу з мікросхемами в умовах природнього повітряного охолодження для забезпечення заданого теплового режиму.

Проведені розрахунки для одиночного блоку, побудованого по касетному принципу, знайдені площі поверхонь нагрітої зони. Розраховані приведені ступеня чорноти нагрітої зони в різних областях поверхонь нагрітої зони та питому поверхневу потужність корпусу блоку. Визначені коефіцієнти випромінювання та тепловіддачі.

Розрахований коефіцієнт тепловіддачі  $\alpha_K$  для всіх зовнішніх поверхонь кожуха блоку:

$$\alpha_K = A_1 \left( \frac{t_1 - t_2}{L} \right)^{1/4} N,$$

де  $t_1$  - температура кожуха, К;  $t_2$  - температура середовища, К;  $A_1$  - коефіцієнт, що залежить від температури, введений для спрощення розрахунків;  $N$  - коефіцієнт орієнтації нагрітої поверхні: для вертикальної стінки  $N=1$ ; для нагрітої поверхні, зверненої вниз;  $N=0,7$  і вгору  $N=1,3$ ;  $L$  - визначальний розмір, м: для вертикально орієнтованої поверхні - висота, для горизонтально орієнтованої поверхні - менша сторона.

Розраховані повні коефіцієнти тепловіддачі з поверхні кожуха блоку:

$$\alpha_B = \alpha_{KB} + \alpha_L, \quad \alpha_H = \alpha_{KH} + \alpha_L, \quad \alpha_6 = \alpha_{K6} + \alpha_L.$$

Визначена теплова провідність кожуха блоку в навколишнє середовище:

$$\sigma_K = \alpha_B S_B + \alpha_H S_H + \alpha_6 S_6;$$

де  $\sigma_K$  - теплова провідність кожуха блоку в навколишньому середовищі.

Розрахована температура нагрітої зони в першому наближенні:

$$t_c^I = t_c + (t_K - t_c) \cdot \left( 1 + \frac{\sigma_K}{\sigma_3} \right),$$

де  $t_K$  і  $t_c$  - температури корпусу і середовища відповідно.

Визначена розрахункова потужність нагрітої зони:

$$P = \sigma_K (t_K - t_c).$$

Розраховані конвективно-кондуктивні коефіцієнти верхньої і бічної повітряних прошарок між нагрітою зоною і внутрішньою поверхнею кожуха блоку:

$$k_i = Nf \left( \frac{h_i}{I} \right) A_2^4 \sqrt[4]{\frac{t_3^1 - t_k}{h_i}},$$

де  $h_i$  - товщина повітряного прошарку між нагрітою зоною і кожухом блоку у відповідній області, м;  $A_2$  - коефіцієнт, що залежить від температури, введений для спрощення розрахунків;  $I = \sqrt{I_1 I_2}$  - для верхньої області;  $I = \sqrt{I_2 I_3}$  і  $I = \sqrt{I_3 I_1}$  - для бічних областей нагрітої зони і кожуха блоку.

Визначена температура нагрітої зони в другому наближенні:

$$t_3^{II} = t_c + P \left( \frac{1}{\sigma_3} + \frac{1}{\sigma_K} \right),$$

де  $P$  - потужність, отримана при розрахунку в першому наближенні, Вт;  $\sigma_3$  - теплова провідність від нагрітої зони до кожуха блоку, розрахована в другому наближенні, Вт/К<sup>2</sup>;  $\sigma_K$  - теплова провідність від кожуха блоку в навколишнє середовище, отримана при розрахунку в першому наближенні, Вт/К<sup>2</sup>.

Проведено порівняння температури нагрітої зони, які отримані при розрахунках в першому і в другому наближеннях. Якщо різниця буде становити більше 10%, то треба провести розрахунок температури нагрітої зони в третьому наближенні:

$$\delta = \frac{t_1 - t_2}{t_1} = \frac{34,779 - 34,276}{34,779} = 0,014.$$

$\delta = 1,4\%$ , отже, немає необхідності проводити розрахунок температури нагрітої зони в третьому наближенні.

Таким чином, корпус спроектованого блоку радіоелектронного засобу в цілому задовольняє допустимим значенням перегріву з урахуванням кліматичного виконання і для охолодження проектованого виробу система заснована на природному повітряному охолодженні є раціональною, не потребує примусового охолодження і може бути використаним в комп'ютерних технологіях автоматизації виробництва радіоелектронних засобів.

### Перелік посилань

1. Атаманова, І.В. Дослідження та розробка моделей і методів теплофізичного аналізу та оптимального синтезу РЕЗ з повітряним охолодженням [Текст] : автореф. дис... канд. техн. наук: 05.12.16 / Атаманова Ірина Володимирівна ; Державний ун-т "Львівська політехніка". - Львів, 1995. - 19 с.
2. Компьютерные технологии для расчёта тепловых режимов и механических воздействий: учеб. издание / Д.Ю.Муромцев, О.А.Белоусов. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ» 392000, 2012. – 88с.
3. Проектирование и технология радиоэлектронных средств : учеб. пособие / З.М. Селиванова, Д.Ю. Муромцев, Т.И. Чернышова, О.А. Белоусов, В.Н. Митрофанова. – Тамбов : Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. – 164 с.

УДК 004.4

Ланде Д. В., Коцюба О. Ю., Рибак О. О.

*Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації Національного технічного університету України  
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"*

## **ВИЯВЛЕННЯ ДЖЕРЕЛ ДЕСТРУКТИВНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО ВПЛИВУ В МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ**

*У цій роботі пропонується підхід до виявлення і візуалізації взаємозв'язку джерел деструктивного інформаційного впливу в мережі Інтернет, що базується на математичній лінгвістиці, кластерному аналізі і теорії графів. Практичне значення отриманих результатів полягає в створенні програмного забезпечення для вибору джерел інформації. Це надасть можливість подальшого застосування наведеної методології в задачах підтримки прийняття рішень.*

*It is proposed to develop an approach to identifying sources of destructive information impact on the Internet, based on mathematical linguistics, cluster analysis, and graph theory. The practical significance of the results obtained lies in the creation of software for the selection of information sources. This will allow the proposed methodology to be applied in decision support tasks.*

На цей час ресурси мережі Інтернет стають домінуючим джерелом інформації для людей. В умовах жорстокої конкурентної боротьби, в процес інформування втручаються інформаційні джерела, що створюються з метою маніпулювання свідомістю людей. Враховується, що для максимального залучення уваги користувачів мережі маніпуляційні джерела найчастіше генерують повідомлення із заголовками, що містять спеціальну лексику, так званні меми, сенсаційні епітети тощо. Такі слова і словосполучення можуть виступати маркерами (індикаторами) маніпуляцій. Створення методології і інформаційних технологій виявлення джерел деструктивного інформаційного впливу в мережі Інтернет сьогодні актуально для задач змістовного аналізу мережевої інформації, дослідження суспільної думки, виявлення інформаційних атак і операцій, фільтрації впливу на людей.

Ця проблема сьогодні остаточно не розв'язана, їй займаються дослідники в усьому світі [1-4]. Побудова великих промислових систем виявлення маніпуляцій в електронних ЗМІ – це складна проблема, яка потребує великих ресурсних витрат.

Мета роботи – створення методології, теоретичних і технологічних засад виявлення джерел маніпулятивного інформаційного впливу в мережі Інтернет шляхом автоматизованого аналізу інформації із соціальних мереж.

Завдання полягає у розв'язанні часткових поставлених задач:

1. Аналіз існуючих підходів до визначення джерел інформаційного впливу через соціальні мережі.
2. Запропонувати та обґрунтувати алгоритми автоматизованого виявлення джерел маніпулятивного інформаційного впливу в мережі Інтернеті, визначення взаємозв'язків між джерелами, основних кластерів джерел інформаційного впливу.
3. Створити інструмент для виявлення і кластеризації джерел маніпулятивного інформаційного впливу через соціальні мережі.

Результати роботи можна використовувати для побудови системи вибору достовірних джерел інформації для задач підтримки прийняття рішень на основі моніторингу мережі Інтернет, в якості готового до застосування засобу виявлення і фільтрації маніпулятивних джерел інформації в умовах гібридних війн.

Методика виявлення джерел маніпулятивного інформаційного впливу в мережі Інтернеті, визначення взаємозв'язків між джерелами, основних кластерів джерел інформаційного впливу базується на лінгвістичному ймовірнісному підході, кластерному аналізі і теорії графів. Для реалізації методики застосовуються власні програмні компоненти, а також система аналізу і візуалізації графів Gephi (<http://gephi.org>) [5].

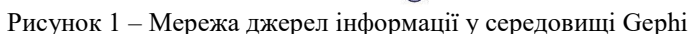
Основні етапи, що охоплює представлена методика – це етап навчання системи і етап сталого функціонування. Методика, таким чином реалізована у вигляді автоматизованої системи, що охоплює модулі навчання, модулі сталого функціонування і зовнішній пакет програм – систему Gephi. Обидва етапи системи пов'язані із ланцюжками взаємозалежних кроків, зокрема, етап навчання системи полягає у створенні детального словника слів і словосполучень, що маркують маніпуляційні повідомлення, складається із:

- 1) Формування масиву вхідних повідомлень, що скануються із соціальних мереж [4] ;
- 2) Формування словника слів, що можуть маркувати повідомлення маніпулятивного характеру (термінів);
- 3) Фільтрація масиву вхідних повідомлень за допомогою цього словника;
- 4) Змістовний аналіз результатів фільтрації із застосуванням програмних компонентів виявлення найбільш значущих слів [6, 7] і коригування тимчасового словника.
- 5) Оформлення словника слів і словосполучень, що маркують маніпуляційні повідомлення.

Другий етап (сталого функціонування), містить такі кроки:

- 1) Фільтрація масиву вхідних повідомлень за допомогою детального словника слів і словосполучень, що маркують маніпуляційні повідомлення (враховуються тільки заголовки повідомлень);

- На останньому етапі формування і аналізу мережі взаємозв'язку джерел здійснюється її відображення за допомогою програмного пакету аналізу і візуалізації графів Gephi (<https://gephi.org/>). Для завантаження мережі джерел до баз даних цієї системи приведено відповідну матрицю суміжності до загальноприйнятого формату CSV.





Після завантаження файлу в середовище Gephi, засобами цієї системи здійснюється кластеризація вихідної мережі, обрахунок значень модулярності для кожного із кластерів, відображені статистичні дані мережі, де вузли відсортовані за класом модулярності, другий ключ сортування – ступінь вузла) і візуалізація мережі джерел інформації, що мають ознаки маніпуляційності (Рис. 1).

Отже, запропонована методологія автоматизованого виявлення джерел маніпулятивного інформаційного впливу в мережі Інтернеті та запропоновано новий метод визначення взаємозв'язків між джерелами та основних кластерів джерел інформаційного впливу. Практичне значення отриманих результатів полягає в створенні програмного забезпечення для автоматизованого вибору джерел інформації на основі моніторингу соціальних мереж, що надасть можливість подальшого застосування у задачах підтримки прийняття рішень. Крім того, розроблене програмно-алгоритмічне забезпечення можна використовувати на практиці в якості готового засобу виявлення і фільтрації маніпулятивних джерел інформації в умовах гібридних війн.

### **Перелік посилань**

1. Conroy N.J., Rubin V.L., Chen Y. Automatic deception detection: Methods for finding fake news // *asis&t*, 2015. – Vol. 52, Iss. 1. – pp. 1-4. DOI: 10.1002/pr2.2015.145052010082.
2. Foreman J.W. Data Smart. Using Data Science to Transform Information into Insight. – Wiley, 2013. ISBN 111-8-66146-X, 978-1-11866-146-8.
3. Lazer D.M.J., Baum M.A., Benkler Y. etc. The science of fake news // *Science*, 2018. – Vol. 359, Iss. 6380. – pp. 1094-1096. DOI: 10.1126/science.aao2998
4. Ланде Д.В., Кальян Н.А., Матіішин О.Т. Система контент-моніторингу соціальних мереж з питань кібербезпеки // "Інтелектуальний потенціал - 2019" - збірник наукових праць молодих науковців і студентів з нагоди 30-річчя кафедри кібербезпеки та комп'ютерних систем і мереж ХНУ/ - Хмельницький: ПВНЗ УЕП. - Ч.1: Комп'ютерні системи та кібербезпека, 2019. - С. 28-30.
5. Cherven K. Mastering Gephi Network Visualization. – Packt Publishing, 2015. ISBN 78-1-78398-734-4.
6. Lande D.V., Snarskii A.A., Yagunova E.V., Pronoza E.V. The Use of Horizontal Visibility Graphs to Identify the Words that Define the Informational Structure of a Text // 12th Mexican International Conference on Artificial Intelligence, 2013. - pp. 209-215.
7. Основи теорії і практики інтелектуального аналізу даних у сфері кібербезпеки: навчальний посібник / Д.В. Ланде, І.Ю. Субач, Ю.Є. Бояринова – Київ: ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. - 300 с. ISBN 978-966-2577-12-9.

УДК 004.4

Легашова С. І., Петровський С. С.

*Хмельницький національний університет*

## **ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ЗАКЛАДІВ ХАРЧУВАННЯ**

*Розглянуто прикладні аспекти розробки інформаційної технології для класифікації та пошуку та обліку надходження продуктів, формування вартості страв і напівфабрикатів, процедур списання продуктів у закладах громадського харчування. Запропонована інформаційна технологія забезпечує точну і оптимальну організацію процесу функціонування закладів громадського харчування.*

*Applied aspects of information technology development for classification and search and accounting of food receipts, formation of cost of dishes and semi-finished products, procedures for writing off products in public catering establishments are considered. The proposed information technology provides accurate and optimal organization of the process of functioning of catering establishments.*

Сучасні інформаційні комп'ютерні технології, розроблені спеціально для підприємств громадського харчування, дозволяють значно спростити, оптимізувати і прискорити цілий ряд рутинних, специфічних для цього бізнесу операцій.

Але організація подібного процесу вкрай складна за своїм змістом та наповненням і вимагає: дотримання санітарних і технологічних норм, контролю за стилем і культурою поведінки обслуговуючого персоналу, за обліковими процесом, аналізу транзакцій, обліку надходження продуктів, формування вартості страв і напівфабрикатів, процедур списання продуктів. Вимога автоматизації всіх цих процесів впливає, перш за все, з необхідності врахування великої кількості деталей. Для розв'язання цієї проблеми необхідне широке впровадження інформаційно-комп'ютерних технологій у процес громадського харчування. Одним з таких напрямків є розробка автоматичної системи генерації меню закладу громадського харчування з існуючих продуктових компонентів.

Метою роботи є розробка інформаційної технології для організацію оптимального процесу функціонування закладів громадського харчування з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій.

Сучасний ресторан кафе, бар, клуб, готель - це, перш за все, красивий і комфортний спосіб проведення часу, один з основних елементів дозвілля. Організація подібного процесу вкрай складна за своїм змістом та наповненням і

вимагає: дотримання санітарних і технологічних норм, контролю за стилем і культурою поведінки обслуговуючого персоналу, за обліковими процесом, аналізу транзакцій, обліку надходження продуктів, формування вартості страв і напівфабрикатів, процедур списання продуктів. Вимога автоматизації всіх цих процесів впливає, перш за все, з необхідності врахування великої кількості деталей [1,2].

Зручність автоматизації та інформатизації процесів на підприємстві громадського харчування очевидно не тільки з точки зору «ведення справ», але і з позицій клієнтів, так як інформаційні системи дозволяють більш оперативно здійснювати розрахунки з відвідувачами, черговістю обслуговування, забезпеченістю пропонованого меню усіма необхідними інгредієнтами [3].

Метою автоматизації ресторанного бізнесу є підвищення ефективності управління підприємством харчування, прискорення швидкості і якості обслуговування гостей, мінімізація зловживань персоналу.

Програми для автоматизації ресторану повинні бути багатифункціональним системами для підвищення прибутковості і зниження витрат підприємства, легкими у впровадженні та простими в обслуговуванні.

Автоматизація ресторанного бізнесу дозволяє виключити втрати прибутку з причини людського фактора, збільшити швидкість обслуговування клієнтів і навіть виробити маркетингову стратегію бізнесу.

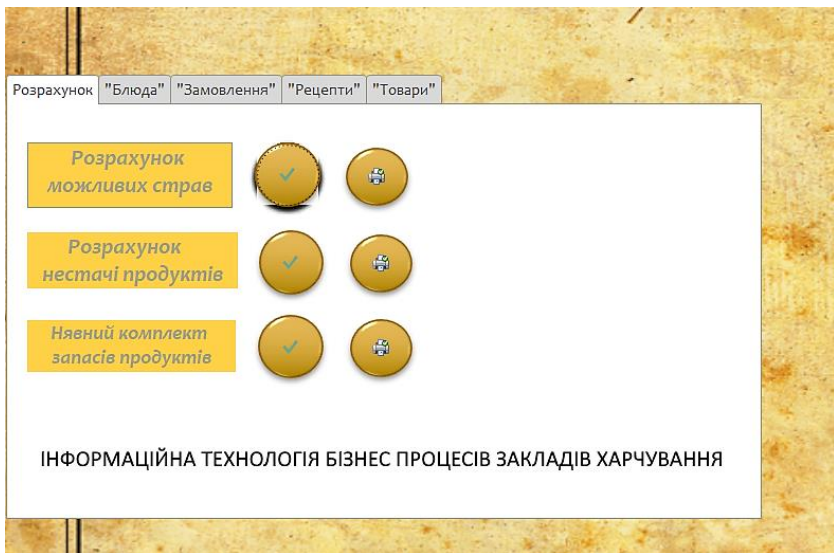


Рисунок 1 – Головна сторінка додатку

Таким чином, тільки при формуванні грамотно розробленої концепції і послідовного комплексного впровадження всіх складових ресторанного бізнесу, однією з яких є інформаційні технології, гарантований успіх у розвитку діяльності підприємств ресторанного господарства. Система, що розробляється є одною з складових частин електронного документообігу, ціллю якого повне відмовлення від паперових носіїв інформації і перехід виключно на електронні документи, зберігши при цьому лише невелику частину паперів, обов'язкових у зв'язку з правовими і фінансовими обмеженнями.

В результаті аналізу наочної області виділимо основні дані, які необхідно зберігати, це:

- База даних страв, яка призначена для зберігання списку страв, що містить у собі такі поля – назва страви, фото страви, опис страви, калорійність страви;
- База даних заказів, яка призначена для зберігання список заказів, що містить у собі такі поля – назва страви, день тижня, час тижня, порції;

Результатом впровадження розробленої інформаційної технології є представлений додаток рис. 1.

Отже, запропонована інформаційна технологія забезпечує організацію оптимального процесу функціонування закладів громадського харчування з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій.

### **Перелік посилань**

1. Архіпов В. В. Організація ресторанного господарства: навч. посіб. / В. В. Архіпов. – К. : Центр учбової літератури, Фірма «Інкос», 2007. – 335 с.
2. Вдовин В. М. Предметно-ориентированные экономические информационные системы: учеб. пос. / В. М. Вдовин, Л. Е. Суркова, А. А. Шурупов. – М. : Изд.-торг. корпорация «Дашков и К°», 2009. – 388 с.
3. Гройлов, А. С. Информационные технологии в сфере общественного питания / А. С. Гройлов, Е. М. Аверина, А. С. Бугаенко, И. А. Винокурова. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2011. — № 3 (26). — Т. 1. — С. 100-102.

УДК 004.4

Лисенко С. М., Щука Р. В.

*Хмельницький національний університет*

## **МОДЕЛЬ ПОВІЛЬНИХ DDOS АТАК**

*В роботі представлено модель функціонування повільних DDoS атак, які враховують як їх поведінкові так і архітектурні особливості. Було розроблено комплекс моделей здійснення кібератак на комп'ютерні системи, які є інструментом опису здійснення кібератак на комп'ютерні системи при реалізації методів виявлення атак.*

*The paper presents a model of slow DDoS attacks, which take into account both their behavioral and architectural features. A set of models for cyber attacks on computer systems has been developed, which are a tool for describing cyber attacks on computer systems in the implementation of attack detection methods.*

Однією з ключових проблем, які в умовах поширення процесів глобалізації та широкого впровадження інформаційних технологій в усіх сферах життєдіяльності людства, сьогодні гостро постає питання інформаційної безпеки. Стрімке збільшення кількості кібератак негативно впливає на стан інформаційної безпеки, тому актуальним є розроблення та впровадження нових методів та моделей атак, що уможливить збільшення ефективності їх виявлення.

В загальному випадку кібератака являє собою сукупність дій зловмисника, спрямованих на порушення одного з трьох властивостей інформації - доступності, цілісності або конфіденційності. Так як повільна DDoS атака представляє собою різновид DoS-атаки, вона спрямована на порушення доступності інформації [1-2]. Зазвичай виділяють три етапи реалізації кібератак: етап підготовки і збору інформації про об'єкт атаки, етап реалізації атаки та етап усунення слідів і інформації про атаку. Зловмисник також намагається виявити всі канали взаємодії цільового сервера з іншими вузлами мережі. Це дозволить не тільки ефективно провести DoS-атаку, але і успішно усунути сліди та інформацію про її здійснення. Проведення DoS-повільної DDoS атаки можна представити у вигляді послідовних етапів, виконання яких призводить до реалізації атаки [3-4].

Здійснення повільної DDoS атаки складається з таких етапів як вибір адреси веб-сервера, вибір веб-форми, вибір параметра веб-форми та вибір кількості підключень.

При чому вибір адреси веб-сервера, на який планується здійснення атаки можна здійснити за допомогою вибору URL веб-сервера або його IP-адреси [5-6].

Принцип дії повільної DDoS атаки базується на стандартній поведінці протоколу HTTP при обробці POST запитів. Наприклад, є веб сайт, на якому знаходиться форма для введення даних, яку необхідно заповнити користувачеві. Такі форми для введення даних характерні для інтернет-магазинів, банків, систем бронювання квитків і т. д..

Коли легітимний користувач заповнює веб-форму, на сайт відправляється всього кілька пакетів, після чого сесія з веб-сервером закривається, а системні ресурси звільнюються. Таким чином, сервер призначений для обслуговування запитів звичайних користувачів. Повільна атака дозволяє відправляти дані на веб-сервер таким чином, що вони розбиваються на безліч пакетів, кожен з яких містить, наприклад, один байт даних.

Такі запити відправляються на сервер з випадковим інтервалом, що не дає можливість серверу закрити сесію, тому що в такому випадку не завершується передача даних.

Надсилання зловмисником достатньої кількості таких запитів протягом декількох хвилин призводить до того, що сервер перестає відповідати на запити легітимних клієнтів. В такому випадку мета зловмисника досягнута - працювати з сервером стає неможливо. Подібна вразливість характерна практично для будь-якого сайту [7-8].

З метою побудови бази поведінок кібератак, які враховують як їх поведінкові так і архітектурні особливості було розроблено множину відповідних моделей.

Моделі опису здійснення кібератак на комп'ютерні системи розглядатимемо як взаємодію множини КС в комп'ютерній мережі та множини шкідливих зовнішніх впливів, які зазнають КС.

Для побудови відповідних моделей повільну DDoS-атаку позначимо як  $A$ , тоді множину веб-серверів для здійснення атаки приймемо як  $B = \{b_i\}_{i=1}^{N_b}$ , де  $N_b$  – кількість веб-серверів, тоді моделі веб-серверів  $b_i$  матимуть вигляд:

$$M_{b_i} = \langle C_{1b_i}, C_{2b_i}, D_{b_i} \rangle, \quad (1)$$

де  $C_{1b_i}$  – IP-адреса веб-сервера;  $C_{2b_i}$  – URL-адреса веб-сервера;  $D_{b_i} = \{d_i\}_{i=0}^{N_d}$  – множина веб-форм для відправки даних;  $N_d$  – кількість веб-форм.

Представимо модель веб-форм  $d_i$  у вигляді кортежу:

$$M_{d_i} = \langle E_{d_i} \rangle, \quad (2)$$

де  $E_{d_i} = \{e_i\}_{i=0}^{N_e}$  – множина параметрів веб-форми для здійснення атаки;  $N_e$  – кількість параметрів.

Тоді модель повільної DDoS-атаки у вигляді кортежу матиме вигляд:

$$M_A = \langle B, F_0, F_1, G_0, H_A, K_A, L_A \rangle, \quad (3)$$

де  $F_0 = \{f_{0_i}\}_{i=0}^{N_{f_0}}$  – множина брандмауерів, присутніх в комп'ютерній мережі;  $N_{f_0}$  – кількість брандмауерів;  $F_1 = \{f_{1_i}\}_{i=1}^{N_{f_1}}$  – множина проксі-серверів для приховування зловмисника;  $N_{f_1}$  – кількість проксі-серверів;  $G_0 = \{G_1, G_2, G_3, G_4\}$  – множина дій зловмисника, де  $G_1 = \{g_{1_i}\}_{i=1}^{N_{g_1}}$  – множина дій зловмисника для визначення адреси веб-сервера;  $G_2 = \{g_{2_i}\}_{i=1}^{N_{g_2}}$  – множина дій зловмисника для вибору веб-форми;  $G_3 = \{g_{3_i}\}_{i=1}^{N_{g_3}}$  – множина дій зловмисника для вибору параметра веб-форми;  $G_4 = \{g_{4_i}\}_{i=1}^{N_{g_4}}$  – множина дій зловмисника для вибору кількості підключень;  $H_A = \{h_i\}_{i=0}^{N_h}$  – множина POST HTTP-запитів, які створює повільна DDoS-атака;  $N_h$  – кількість POST HTTP-запитів.

Представимо модель POST HTTP-запитів  $h_i$  у вигляді кортежу:

$$M_{hi} = \langle J_{0_{h_i}} \rangle, \quad (4)$$

де  $J_{0_{h_i}} = \{j_{0_i}\}_{i=1}^{N_{j_0}}$  – множина IP-пакетів, які належать відповідним POST HTTP-запитам,  $N_{j_0}$  – кількість IP-пакетів;  $K_A = \{k_i\}_{i=1}^6$  – множина етапів здійснення повільної DDoS-атаки;  $L_A = \{l_i\}_{i=0}^{N_l}$  – множина функцій, що визначаються відповідним етапом здійснення повільної DDoS-атаки;  $N_l$  – кількість функцій.

Множину етапів  $K_A$  здійснення повільної DDoS-атаки представимо у вигляді набору послідовних функцій  $l_1 \dots l_6$ :  $k_1 \Rightarrow G_1 \times \{b | b \in B\} \xrightarrow{l_1} Y$  – функція визначення адреси веб-сервера, де  $Y$  – множина дій, виконуваних зловмисником, закладених у функціонал повільної DDoS-атаки;  $k_2 \Rightarrow G_2 \times \{b | b \in B\} \xrightarrow{l_2} Y$  – функція вибору веб-форми відповідного веб-сервера, де  $Y$  – множина дій, виконуваних зловмисником, закладених у функціонал повільної DDoS-атаки;  $k_3 \Rightarrow G_3 \times \{d | d \in D\} \xrightarrow{l_3} Y$  – функція вибору параметра відповідної веб-форми, де  $Y$  – множина дій, виконуваних зловмисником, закладених у функціонал повільної DDoS-атаки;  $k_4 \Rightarrow G_4 \times \{e | e \in E\} \xrightarrow{l_4} Y$  – функція вибору кількості підключень, які створюватиме повільна DDoS-атака, де  $Y$  – множина дій, виконуваних зловмисником, закладених у

функціонал повільної DDoS-атаки;  $k_5 \Rightarrow Y \xrightarrow{f_5} \{b \mid b \in B\}$  – функція встановлення з'єднань за допомогою надсилання POST HTTP-запитів, де  $Y$  – множина дій, виконуваних зловмисником, закладених у функціонал повільної DDoS-атаки;

$k_6 \Rightarrow G_0 \setminus \{g_1, g_2, g_3, g_4\} \xrightarrow{f_6} G'_0$  – функція припинення функціонування зловмисника у комп'ютерній мережі.

Для надсилання даних, які генерує повільна DDoS-атака, зловмисники використовують множину стандартних протоколів та портів  $z_i$ .

Представимо модель ШПЗ типу Backdoor Mailfinder у вигляді кортежу:

$$M_{10} = \langle I_{10}, H_{10}, S_{10}, L_{10}, F_{10}, V_{10} \rangle, \quad (5)$$

де  $I_{10} = \{i_j\}$  – множина електронних адрес в інфікованій КС користувача;  $H_{10} = \{h_j\}$  – множина дій для збору електронних адрес в КС користувача;  $V_{10} = \{v_j\}$  – множина дій з'єднання із зловмисником;  $V_{em}$  – за допомогою електронної пошти;  $V_{FTP}$  – за допомогою FTP;  $V_{int}$  – за допомогою мережі Інтернет  $V_{em}, V_{FTP}, V_{int} \in V_{10}$ ;  $S_{10}$  – постійна пам'ять КС користувача;  $L_{10} = \{l_j\}_{j=1}^5$  – множина стадій життєвого циклу ШПЗ;  $F_{10} = \{f_j\}$  – множина функцій ШПЗ, що визначається відповідною фазою життєвого циклу; функція інфікування КС  $I_1^{10} \Rightarrow Y \xrightarrow{f_1^{10}} \{c_{in} \mid c_{in} \in C\}$ , де  $Y$  – множина шкідливих дій, закладених у функціонал ШПЗ;  $C$  – множина КС в мережі,  $c_{in}$  – інфікована ШПЗ КС; функція копіювання електронних адрес з інфікованої КС користувача  $I_2^{10} \Rightarrow H_{10} \xrightarrow{f_2^{10}} \{i \mid i \in I_{10}\}$ ; функція запису зібраних даних в постійну пам'ять КС користувача  $I_3^{10} \Rightarrow S_{10} \cup \{i \mid i \in I_{10}\} \xrightarrow{f_3^{10}} S'_{10}$ ; функція виконання команди передачі зібраних даних зловмиснику через мережу Інтернет  $I_4^{10} \Rightarrow V_{10} \xrightarrow{f_4^{10}} S'_{10}$ ; функція видалення зібраних даних користувача з ОЗП комп'ютерної системи  $I_5^{10} \Rightarrow S_{10} \setminus S'_{10} \xrightarrow{f_5^{10}} S_{10}$ .

Отже, в результаті досліджень з метою побудови бази поведінок кібератак, які враховують як їх поведінкові так і архітектурні особливості було розроблено комплекс моделей здійснення кібератак на комп'ютерні системи. Розроблені моделі є інструментом опису здійснення кібератак на комп'ютерні системи при реалізації методів виявлення атак.



### **Перелік посилань**

1. Savenko O., Lysenko S., Nicheporuk A., Savenko B. Metamorphic Viruses' Detection Technique Based on the Equivalent Functional Block Search. CEUR- WS, ISSN: 1613–0073. 2017. Vol. 1844. Pp. 555–569.
2. Lysenko S., Savenko O., Bobrovnikova K., Kryshchuk A., Savenko B. Information technology for botnets detection based on their behaviour in the corporate area network. Communications in Computer and Information Science, ISSN: 1865–0929. 2017. Vol. 718. Pp. 166–181.
3. Lysenko S., Savenko O., Bobrovnikova K. DDoS Botnet Detection Technique Based on the Use of the Semi-Supervised Fuzzy c-Means Clustering. CEUR-WS, ISSN: 1613–0073. 2018. Vol. 2104. Pp. 688–695.
4. Markowsky G., Savenko O., Lysenko S., Nicheporuk A. The technique for metamorphic viruses' detection based on its obfuscation features analysis. CEUR-WS, ISSN: 1613–0073. 2018. Vol. 2104. Pp. 680–687.
5. Lysenko S., Savenko O., Bobrovnikova K., Kryshchuk A. Self-adaptive system for the corporate area network resilience in the presence of botnet cyberattacks. Communications in Computer and Information Science, ISSN: 1865–0929. 2018. Pp. 385–401.
6. Lysenko S., Bobrovnikova K., Nicheporuk A., Shchuka R. SVM-based Technique for Mobile Malware Detection. CEUR-WS, ISSN: 1613–0073. 2019. Vol. 2353. Pp. 85–97.
7. Savenko O., Nicheporuk A., Hurman I., Lysenko S. Dynamic signature-based malware detection technique based on API call tracing. CEUR-WS. ISSN: 1613–0073. 2019. Vol. 2393. Pp. 633–643.
8. Lysenko S., Bobrovnikova K., Savenko O., Kryshchuk A. BotGRABBER: SVM-Based Self-Adaptive System for the Network Resilience Against the Botnets' Cyberattacks. Communications in Computer and Information Science, ISSN: 1865-0929. 2019. Pp. 127–143.

УДК 004.413:642.1/5

Ліхачов Д. С., Прядко А. О.

Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького

## **ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЗАКЛАДІВ ХАРЧУВАННЯ HOReCa**

*У роботі розглянуто особливості розробки програмного засобу автоматизації роботи закладів харчової промисловості на прикладі закладів харчування HoReCa. У роботі приведено аналіз позитивного впливу використання подібного програмного забезпечення у питаннях зменшення рівня навантаження на робітників і підвищення рівня якості обслуговування. Запропоновано реалізоване рішення, яке надає змогу керування та організації робочого процесу дистанційно із можливістю візуалізації та моделювання завершеного процесу.*

*The features of development of software of automation of food industry establishments on the example of HoReCa food establishments are considered in the work. The paper analyzes the positive effects of using such software in reducing the burden on workers and improving the quality of service. An implemented solution is offered, which enables remote control of workflow and organization of workflow with possibility of visualization and modeling of the completed process.*

Поширення та широке впровадження у сучасному інформаційному суспільстві інформаційно-комунікаційних технологій сприяло підвищенню ефективності захисту багатьох споживачів у закладах різного типу завдяки автоматизації бізнес-процесів. Такі заклади, як ресторани, часто покладаються на паперову систему для ручної обробки ділової інформації. Нинішні наукові дослідження світової спільноти спрямовані на автоматизацію процесів обслуговування дому, включаючи замовлення їжі в ресторані. За допомогою програмного забезпечення для автоматизації бізнес-процесів гостинності деталі замовлення від мобільного замовника бездротово оновлюються в центральній базі даних і згодом надсилаються на кухню та в касу.

Аналіз останніх досліджень світових вчених (Н.Г. Прудников, А.Н. Панасенко, К.С. Федосов, Л.М. Тележенко, О.О. Гудзовата, А.П. Ладанюк, Л.А. Власенко, О.В. Пісарчук, І.В. Немінуца, П.С. Климушин, І.П. Вовк та інші) показав, що методи розвитку та впровадження автоматизації бізнес-процесів, де специфікацією можна керувати незалежно як власником бізнес-процесів, так і технічними підрядниками, можна перевірити на відповідність кожній деталі специфікації.

Метою роботи є розробка програмного комплексу автоматизації роботи закладів торгової марки «HoReCa», основною задачею якого є зменшення кількості

часу та ресурсів на організацію роботи та можливість дистанційного керування роботою організації.

Актуальність теми пояснюється тим, що в сучасних умовах такі методи створюють єдину загальну модель, придатну для розуміння та виконання як в бізнесі, так і в інженерії, орієнтуючись на проблему специфікації в галузі автоматизації бізнесу. Це якісно покращує виробничий процес та прискорює процеси управління персоналом, що призводить до якісного збільшення прибутку та репутації харчової компанії, тому вважаємо за доцільне розробити програмне забезпечення для автоматизації процесів управління в харчовій промисловості.

Найпопулярнішою інформаційною системою, що автоматизує діяльність ресторанів у країнах СНГ, є система iiko [1]. Наявність набору вступів дозволяє стверджувати, що описана система є стандартом, за її функціональністю нівелювати. Перед власною реалізацією необхідно виділити критерій оптимальності (КО), який містить функціональні особливості майбутньої реалізації.

Були виділені наступні вимоги, що визначають потребу: забезпечити можливість автоматизації за допомогою єдиної системи як невеликого кафе (або одного ресторану), так і всієї мережі установ; розробити розроблений графічний інтерфейс із підтримкою сенсорних екранів; реалізувати можливість багатокористувачевої архітектури для замовлення рахунків; реалізувати гнучку архітектуру додатка з можливістю розширення в майбутньому; передбачити можливість друку різних форм звітності. Вимоги передбачають використання єдиного IS незалежно від масштабів організації: від одного ресторану до великої мережі.

Основна перевага у світі розглянутого завдання – зменшення витрат на навчання персоналу, що у свою чергу збільшує прибуток від діяльності. Бізнес-процес ресторану відповідає системі масового обслуговування і в спрощеному вигляді передбачає наявність одного комп'ютера з встановленою програмою, доступ до якого має велика кількість користувачів різних категорій: офіціанти, менеджери, товарознавець. Доступ надається за допомогою унікального коду, вказаного на карті проксі. Тобто кожен користувач, що наближається до комп'ютера, приносить проксі-картку до елемента зчитування, і авторизуючись у системі, виконує необхідні дії. При цьому необхідно передбачити можливість виконання різних операцій під певною роллю користувача. Наприклад, офіціант для надання знижки повинен запросити менеджера, і лише останній може вибрати знижку та підтвердити її. Стандартний інтерфейс користувача дозволяє виводити нові товарні позиції, організовувати їх в ієрархії, що найпростіше реалізувати за допомогою таких елементів управління, як списки, необхідні для товарознавця [3, с.76]. Розробка вимагає реалізувати гнучку архітектуру додатка з можливістю розширення в майбутньому. Прогрес не стоїть на місці, постійно з'являються нові пристрої та технології. Тому розвиток гнучкої архітектури дозволить зберегти інвестиції в майбутньому, коли потрібні серйозні доробки системи. Розробка нових

ВЕБ-додатків часто фокусується на досвіді замовника і зводиться до забезпечення необхідної функціональності і якісного інтерфейсу для користувачів. Майже завжди увага приділяється і системі серверної інтеграції додатків. Питаннями забезпечення безпеки в той же час часто нехтують або відкладають їх рішення на останню стадію – стадію тестування програми. Багаторічний досвід різних компаній показує, що забезпечення безпеки WEB-додатків має починатися ще на ранніх стадіях процесу проектування і розробки додатків [2 с.298-299].

Метою вирішення проблем безпеки WEB-додатків, є: забезпечення високої доступності додатків, якості серверних рішень і захист конфіденційних даних, забезпечення розробки надійних і безпечних програмних рішень. Необхідно відзначити, що вартість і час, витрачений на реалізацію заходів безпеки на стадії розробки додатків набагато менше, ніж вдосконалення їх на етапі запуску в експлуатацію або виправлення вже «готових» додатків.

Проаналізувавши тип розроблюваного web-ресурсу, було визначено, що він відноситься до корпоративних сайтів, які потребують високого рівня безпеки, та спроектовані з метою виконання великої кількості функцій автоматизації процесів. Це призводить до потреби визначення мови програмування, яка надає змогу розробки основної кількості функціоналу та достатній рівень безпеки для збереження клієнтської інформації.

Для вибору мови програмування для подальшої розробки програмного засобу автоматизації управлінських процесів, проведемо аналіз існуючих мов програмування, які надають можливість веб-розробок.

PHP – це мова сценаріїв загального призначення. Синтаксис досить легко піддається освоєнню, має чимало спільних рис з C, Java і Perl. Головна перевага PHP полягає в тому, що з його допомогою розробники можуть створювати web-сторінки, які мають можливість автоматичної генерації.

Python – високорівнева мова програмування загального призначення, орієнтована на підвищення продуктивності розроблюваних моделей. Синтаксис ядра Python мінімалістичний. Стандартна бібліотека включає великий обсяг корисних функцій.

Ruby – динамічна, рефлексивна, інтерпретуєма високорівнева мова програмування для швидкого і зручного об'єктно-орієнтованого програмування. Мова має незалежну від операційної системи реалізацією багатопоточності та сувору динамічну типізацію.

ASP – розробником даної мови є Microsoft. Технологія дозволяє розробляти програми легко і швидко. Платформи для роботи ASP: Windows NT і IIS, це проста скриптова мова з можливістю використання зовнішніх COM-компонентів.

JavaScript – підключається безпосередньо в HTML-файл. Сценарій, написаний на JavaScript, проходить обробку інтерпретатором, вбудованим в браузер [5].

Серед визначених мов програмування можна вибрати найбільш сучасні та актуальні на сьогодні, а саме PHP, Ruby та Python, проведемо більш детальний аналіз мов програмування для остаточного вибору мови розробки.

PHP (Hypertext PreProcessor, препроцесор гіпертексту) – мова програмування, що виконується на стороні веб-сервера, спроектована Расмусом Лердорфом в якості інструменту створення динамічних та інтерактивних web-сайтів. Ця мова є досить гнучкою і потужною, тому набула великої популярності і використовується в проектах будь-якого масштабу: від простого блогу до найбільших web-додатків в Інтернеті [4, с.178].

Ruby – динамічна імперативна об'єктно-орієнтована мова програмування, розроблена Юкіхіро Матсумото. Ruby була створена під впливом таких мов, як Perl, Eiffel і Smalltalk. Вона характеризується динамічною типізацією і автоматичним управлінням пам'яттю. Мова Ruby використовується в web-розробці в складі відкритого web-фреймворку Rails, частіше званого Ruby on Rails [4, с.189].

Python широко застосовується як інтерпретована мова для скриптів різного призначення. Як і Ruby, Python має на меті наблизити синтаксис реальної програми, написаної на ньому, до опису задачі псевдокоду, що дозволяє програмісту зменшити обсяг програми. Ідея створення даної мови виникла в кінці 1980-х і була реалізована Гвідо ван Россумом. Підтримує ідею мультипарадигмальності мов програмування: вона дозволяє поєднувати процедурний підхід до написання коду з об'єктно-орієнтованим і функціональним [4, с.145-147]. Характеристики можливостей мов програмування зведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика мов веб-програмування

| Можливість\Мова                                    | Python | JavaScript | PHP | Ruby |
|----------------------------------------------------|--------|------------|-----|------|
| Шаблони                                            | +      | x          | -   | x    |
| Створення об'єктів                                 | +      | ?          | -   | -    |
| Підтримка Unicode                                  | +      | +          | /+  |      |
| Контроль виходу за межі масиву                     | +      | ?          | x   | ?    |
| Збір сміття                                        | +      | +          | +   | +    |
| Вивід типів-аргументів при виклиці методу          | +      | x          | x   | x    |
| Аліаси типів                                       | -      | x          | x   | x    |
| Параметричний поліморфізм                          | +      | -          | +   | x    |
| Перегрузка функцій                                 | +      | +/-        | -   | -    |
| Іменовані параметри                                | -      | +/-        | -   | +    |
| Локальні функції                                   | +/-    | +          | +   | -    |
| Лексичні замкнення                                 | -      | +          | ?   | +    |
| Множинне наслідування                              | -      | ?          | -   | ?    |
| Рішення конфлікту імен при множинному наслідуванні | x      | ?          | x   | ?    |

Беручі до уваги результати проведеного аналізу можна зробити висновок, що для розробки програмного засобу автоматизації управлінських процесів, найголовнішими потребами є надійність роботи додатку, його багатопоточність, низький рівень навантажень та високий рівень безпеки. Серед проаналізованих мов програмування, PHP виконує більшу частку потреб, ніж інші і тому робимо висновок про доцільність використання PHP при розробці програмного засобу автоматизації управлінських процесів.

Отже, запропоноване програмне рішення для автоматизації процесів управління закладами харчового спектру. Особливостями розробленого програмного засобу є зручність використання, оптимізація процесів моделювання заходів. У ході аналізу методів розробки Інтернет-ресурсів зроблено висновок, що для розробки програмного засобу автоматизації управлінських процесів, найголовнішими потребами є надійність роботи додатку, його багатопоточність, низький рівень навантажень та високий рівень безпеки. Серед проаналізованих мов програмування, PHP виконує більшу частку потреб, ніж інші і тому робимо висновок про доцільність використання PHP при розробці програмного засобу автоматизації управлінських процесів. Розроблене, у ході реалізації програмного засобу, технічне завдання надало змогу детального розголуження завдань Інтернет-ресурсу, визначило його структуру та потреби до технічної і програмної складових. У подальшій роботі планується доробка то розвиток програмного засобу з метою розширення його функціоналу та зменшення рівня навантаження на систему, що пов'язано із візуальною складовою функцій та можливістю візуального керування персоналом.

### **Перелік посилань**

1. Automation of restaurant iiko URL: <http://iiko.ru/>
2. Ашманов И.С., Продвижение сайта в поисковых системах / И.С. Ашманов, А.А. Иванов. – М.: Вильямс, 2007. 304 с.
3. Кроудер, Д. Разработка Web-узлов для «чайников» / Д. Кроудер. – Диалектика: Москва, С.-Петербург, Киев, 2001. 336 с.
4. Недашківський О.Л. Планування та проектування інформаційних систем / Недашківський О.Л. : Київ, 2014. 216 с.
5. Панков, Ф. Системи управління сайтом. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/CMS>.

УДК 004.414.2:004.94

Ліхачов К. С., Іванов О. А.

*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького*

## **РОЗРОБКА ДОДАТКУ З ДОПОВНЕНОЮ РЕАЛЬНІСТЮ ДЛЯ ВИБОРУ МЕБЛІВ З МОЖЛИВІСТЮ КЕРУВАННЯ ОБ'ЄКТАМИ**

*Розглянуто особливості розробки мобільного додатку із використанням засобів доповненої реальності для покращення процесу візуального сприйняття інформації під час інтернет комерції. Запропоновано реалізоване рішення, яке надає змогу взаємодіяти із генерованими об'єктами, накладаючи їх на плоскості реального простору.*

*The features of mobile application development using augmented reality to improve the visual perception of information during online commerce are considered. We offer an implemented solution that allows you to interact with the generated objects by imposing them on a plane of real spaces.*

Нині доповнена реальність (AR) як сфера досліджень інформатики, що поєднує реальний світ та цифрові дані, здобула поширення як у освітній цілях так і у галузі промисловості. Традиційні системи AR, такі як системи для розширення ліній і записів на спортивних змаганнях на телебаченні, раніше були дорогими і вимагали спеціальних пристроїв. В останні роки, потужність переробки обчислювальних пристроїв збільшилася, поряд з шириною смуги пропускання і ємності пам'яті.

Метою роботи є розробка додатку з доповненою реальністю для вибору меблів з можливістю керування об'єктами.

Дослідження в області доповненої реальності проводили Ф. Кішіно, Т.П. Коделл, Д.В. Майзел, П. Мілгрем, А.Е. Сазерленд та інші науковці. У їхніх працях розглядалися проблеми таксономії, розробки та використання засобів доповненої реальності у процесі візуалізації та у професійній діяльності. Зокрема, роботи Н. Гуаель, Е. Гуінтерса, Х. Мартін-Гутьєрреса, Д. Перес-Лопеса, М.Т. Рестіво, Т. Різова, Ж.-М. Сьотата, О. Хьюга підтвердили позитивний ефект використання даної технології у завданні підвищення якості сприйняття інформації та надали можливість визначити застосування технології доповненої реальності як один із найбільш перспективних напрямків підвищення ефективності процесів візуалізації інформації.

Актуальність теми пояснюється тим, що в сучасних умовах ринку все більше уваги приділяється створенню можливості безпосередньої взаємодії користувача з товаром навіть в умовах інтернет-продажу. У кількох дослідженнях, присвячених впровадженню технології доповненої реальності в практичну

діяльність та бізнес, підкреслюється [3; 4], що використання таких додатків робить позитивний вплив на рівень довіри покупців до продавця. Додаток, розробка якого описується в роботі, призначений для використання у процесі покупок товарів на сайті меблів, за для надання можливості відображення остаточного вигляду товару вже на місці його майбутнього розташування.

Дослідники комп'ютерного зору, робототехніки та фотограмметрії розробили значну кількість різних методів відстеження. Люди можуть розділити ці методи на основі обладнання, що використовується в методах відстеження датчиків, візуальних методах відстеження і гібридних методах. Оскільки в більшості параметрів реальної реальності камера вже є частиною системи, методи візуального відстеження представляють особливий інтерес для AR. У візуальному відстеженні, система виводить позу камери на основі даних, які бачить користувач. У невідомому середовищі це складно: потрібен певний час для збору достатньої кількості даних, щоб можна було вивести пози, і тоді обчислена оцінка пози легко переміщується з часом. Оскільки середовище невідоме системі, система вибирає орієнтацію осі координат навмання, що може бути незручно для користувача. Крім того, неможливо вивести правильну шкалу виключно на основі візуальних спостережень. Одне з рішень для подолання цих проблем полягає у додаванні легко виявляємих зумовлених знаків в навколишньому середовищі і використовувати методи комп'ютерного зору, щоб виявити його. Маркер такого знаку або зображення, комп'ютерна система може виявити з відео зображення з допомогою обробки, патерн визначення технологій *piques*.

Популярність систем на основі маркерів також частково пояснюється тим, що її легко здійснити, а також наявні хороші та відомі набори маркерів на основі інструментів. Крім того, маркери потребують визначення правильного масштабу і зручну систему координат. Хороший маркер легко і надійно виявити за будь-яких обставин. Відрізняються похибки яскравості, яку легше виявити, ніж відмінності в кольоровості з використанням методів машинного зору [3, с.558]. Це пов'язано з поганим автоматичним балансом камер: кольори реєструються неправильно, а об'єкт може змінювати свій колір у зображенні залежно від того, що ще є у зображенні. Крім того, освітлення змінює кольори об'єктів і, отже, колір виявлення є складним завданням. Природно, чим більше контрастності в освітленості тим легші об'єкти виявляються. У цьому сенсі чорно-білі маркери є оптимальними. Система також повинна мати можливість обчислювати позу камери за допомогою виявленого маркера. Чотири відомих точки досить, щоб обчислити позу постановки однозначно [3, с.561] і в простій формі, щоб виразити їх за допомогою квадрату. Крім того, місця розташування кутових точок є відносно надійними, оскільки їх можна оцінити як перетини ліній ребер. Тому багато систем маркерів використовують чорно-білий квадратний маркер. Основна процедура виявлення маркерів складається з наступних етапів: отримання зображення; попередня обробка; виявлення потенційних маркерів та відкидання не маркерів; ідентифікація маркерів; розрахунок пози маркера.



Під час створення додатку з доповненою реальністю розробники можуть значно спростити написання додатку за допомогою спеціальних AR бібліотек. Перед початком розробки необхідно обрати фреймворк, в залежності від вимог програми її створення може відбуватися за різними методами. За поставленою метою програмний засіб можна створити використовуючи: ARToolkit, Wikitude, Vuforia, OpenCV, ARCore, EasyAR та інші засоби. Кожна з цих бібліотек мають свої характеристики, що надають певні переваги та недоліки. В ході роботи над програмою, ми отримали можливість перевірити на практиці декілька AR фреймворків, популярних серед мобільних розробників.

Vuforia – це один з найбільш популярних наборів інструментів для створення додатків з доповненою реальністю на різних платформах, яка розпізнає 2D зображення, а також різні типи візуальних об'єктів, розпізнавання тексту і оточення, VuMark (поєднання зображення і QR-кодом).

ARkit – це програмна бібліотека для створення додатків з доповненою реальністю для iPhone і iPad. Вона працює на процесорах Apple A9 і старших версіях [7].

ARCore – це базовий рівень, який забезпечує аналогічні можливості, такі як ARKit, але він працює в екосистемі Android. ARCore надає розробникам можливість відстежувати рух і оцінку світла в AR додатках [5].

Wikitude пропонує можливість спробувати безкоштовну пробну версію з водяним знаком та повної міццю платформи [6].

Визначившись з бібліотекою, можна розглянути фреймворки, які дозволяють створювати додатки для вибраної операційної системи Android. До основних фреймворків можна віднести: Unity3D, Unreal Engine, Android Studio, Xcode, Xamarin.

Unity3D – це переважно ігровий інструмент для розробки двомірних і тривимірних відеоігор, однак він також підходить для створення різних додатків. Unity дає користувачам можливість створювати гри як в 2D, так і в 3D, а движок пропонує основний скриптова API на C #, як для редактора Unity у вигляді плагінів, так і для самих ігор, а також для функції перетягування.

Unreal Engine – це ігровий двигун, створений компанією Epic Games, він використовує мову C ++ і підтримує більшість операційних систем [1].

Android Studio - середовище розробки для пристроїв на базі операційної системи Android, розроблена компанією JetBrains. Ґрунтується на IntelliJ IDEA, замінила IDE Eclipse. Android Studio 2.1 підтримує оновлений компілятором Jack на платформі x86, Java 8 і функцію Instant Run, яка скорочується час збірки додатку та має підтримку віртуальної і доповненої реальності [2, с.158-159].

Xamarin – це середовище розробки для розробки додатків під мобільні операційні системи, що використовує мову програмування C# [8, с.101].

На основі огляду переваг та недоліків перерахованих фреймворків, був обраний Unity3D, так як він включає великий набір функцій і можливостей для роботи з доповненою реальністю, а саме має внутрішню підтримку Vuforia, ARCore

та ARKit, що надає можливість працювати з різними бібліотеками доповненої реальності. Також даний двигун може з легкістю компілювати програми під операційну систему Android та iOS.

Отже, запропоноване програмне рішення з доповненою реальністю для вибору меблів з можливістю керування об'єктами. Особливостями розробленого мобільного додатку є зручність використання, оптимізація позиціонування розроблених 3D-моделей та якість відображення. Для більш детального відображення об'єктів на поверхні користувача, розроблено імітавізовану сітку, яка накладається на поверхню і створює умовний поділ площини на окремі трикутні поверхні, форма трикутника обрана з метою створення можливості тривимірного відображення об'єктів. При установці об'єкту визначення поверхні проходить при використанні усіх горизонтальних поверхонь, які є «відносно-горизонтальними» відносно позиції камери мобільного пристрою. Після вдалого розпізнавання поверхні генерується модель, згідно до масштабу та розмірів об'єкту у базі даних.

### **Перелік посилань**

1. Billingham, M., Kato, H. & Poupyrev, I. The MagicBook - Moving Seamlessly between reality and virtuality. IEEE Comput. Graph. Appl. 2001. Vol. 21, No. 3, pp. 6-8.
2. Freeman, R.M., Juliet, S.J. & Steed, A.J. A method for predicting marker tracking error. Proceedings of the 6th IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR). Nara-Ken New Public Hall, Nara, Japan, 13-16 Nov. 2007. pp. 157-160.
3. Irani, M. & Peleg, S. Super resolution from image sequences. Proceedings of the 10th International Conference on Pattern Recognition, 1990. Vol. 2. pp. 115-120.
4. Park, S.C., Park, M.K. & Kang, M.G. Super-Resolution Image Reconstruction: A Technical Overview. IEEE Signal Processing Magazine 2003. Vol. 20, No. 3. pp. 21-36.
5. Pömpeli - A multiple sensory space. 2010. URL: <http://www.pompeii.fi/enindex.html>
6. Rasmussen, N.T., Storrang, M., Moeslund, T.B. & Granum, E. Real-time tracking for virtual environments using scaat kalman filtering and unsynchronised cameras. Proceedings of International Conference on Computer Vision Theory and Applications. Setubal, Portugal, 25-28 February 2006.
7. Siltanen, S., Woodward, C., Valli, S., Honkamaa, P. & Rauber, A. User Interaction for Mobile Devices. In: Multimodal Processing and Interaction - Audio, Video, Text. Multimedia Systems and Applications, Vol. 33. Springer, 2008.
8. Woodward, C., Hakkarainen, M., Korkalo, O., Kantonen, T., Aittala, M., Rainio, K. & Kahkonen, K. Mixed reality for mobile construction site visualization and communication. In: Makanae, Yabuki & Kashiya (eds.). Proceedings of the 10th International Conference on Construction Applications of Virtual Reality (CONVR). Sendai, Japan, 4-5 November 2010. pp. 35-44.

УДК 004.4

Ліщук Д. В, Грибинчук В. І., Кисіль Т. М.

*Хмельницький національний університет*

## **БАГАТОЦІЛЬОВЕ ПЕРЕПРИЗНАЧЕННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ВЕЛИКИХ ЦЕНТРІВ ОБРОБКИ ДАНИХ**

*Розглянуто прикладні аспекти проблеми перепризначення VM у великих центрах обробки даних, тобто де вирішальне значення мають масштаб, множинність цілей оптимізації, розподіл та автономність хостингових підрозділів. Задача багатоцільового перепризначення VM полягає в оптимізації центрів обробки даних при розгляді декількох цілей, тобто декількох незалежних цільових функцій. Метою тут є пошук оптимальних (або майже оптимальних) рішень, що враховують компроміс між двома або більше суперечливими цілями.*

*The applied aspects of the problem of VM reassignment in large data centers are considered, ie where the scale, multiplicity of optimization goals, distribution and autonomy of hosting units are crucial. The task of multi-purpose reassignment of VM is to optimize data centers when considering multiple goals, ie several independent target functions. The goal here is to find optimal (or almost optimal) solutions that take into account the compromise between two or more conflicting goals.*

Центри обробки даних – це засоби, призначені для забезпечення, розміщення та управління великою кількістю комп'ютерних ресурсів, і хоча вони існують десятки років, зараз вони є центром великої уваги, оскільки вони все частіше є вирішальним елементом нашого цифрового життя. Зазвичай центри обробки широко використовують технології віртуалізації для розміщення їх великої кількості послуг, максимізуючи при цьому використання сервера. Ресурси віртуалізації означають, що центри обробки даних виконують більшість своїх послуг на віртуальних машинах (VM), які можуть спільно використовувати однакові фізичні машини, забезпечуючи при цьому ізоляцію послуг, уникаючи конфліктів між робочими навантаженнями.

У роботі здійснюється моделювання проблеми перепризначення центрів обробки даних через переміщення віртуальних машин, щоб заощадити витрати. Ця проблема є складною і вимагає врахування багатьох різних дій та параметрів.

Центри обробки даних стикаються з основною проблемою, пов'язаною з масштабами можливостей. Оптимізація центру обробки даних стає проблемою, особливо з огляду на різні жорсткі обмеження та угоди про рівень обслуговування [1], які ускладнюють пошук простору пошуку. Центри обробки даних, також, постійно розвиваються: в той час як постійно купуються нові більш потужні машини та з різними апаратними налаштуваннями, ніж існуючі. Крім того,

програми постійно розгортаються та випускаються, що призводить до розширення сервера. Більше того, менеджери можуть захотіти підвищити надійність своїх центрів обробки даних і перенести навантаження з перевантажених машин на менш навантажені та / або більш потужні. Нарешті, вони також можуть спробувати перенести навантаження на енергоефективні машини, щоб знизити вартість та вплив своїх центрів обробки даних на навколишнє середовище.

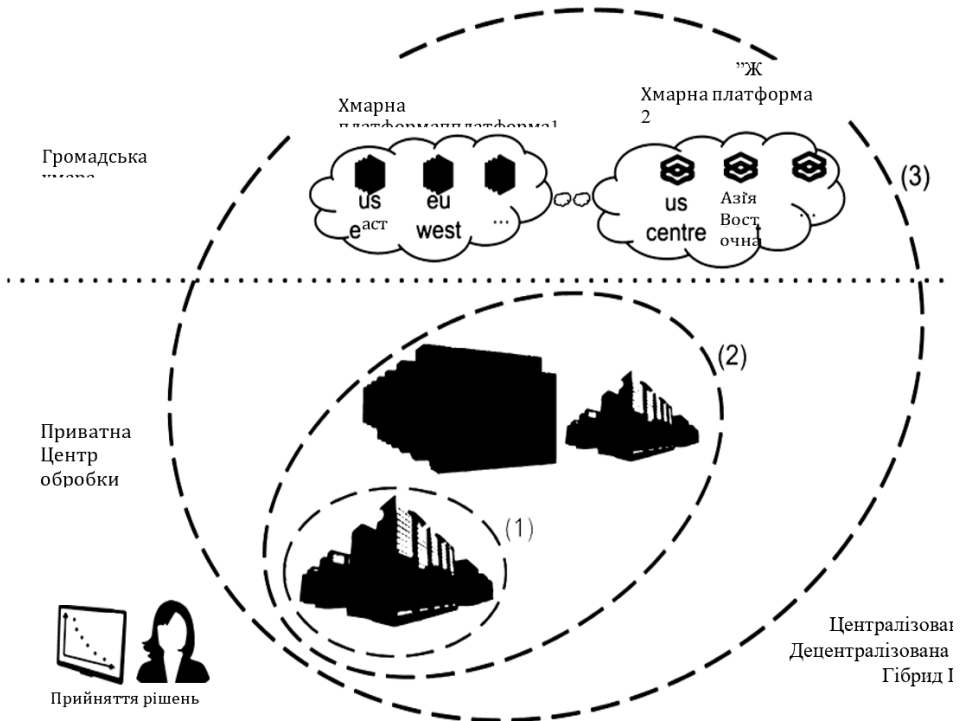


Рисунок 1 – Стратегія: від "єдиного" централізованого центру обробки даних (1), децентралізованого центру обробки даних (2), до гібридного центру обробки даних 3).

В останні роки спостерігається широке розповсюдження хмарних сервісів, починаючи від віртуальних машин різного типу і закінчуючи готовими платформами (наприклад, готовими до використання інструментами машинного навчання). Багато переваг цих хмарних рішень, включаючи, але не обмежуючись їхньою вартістю, пришвидшили впровадження хмарних технологій для компаній. Усі елементи: масштаб, еволюція, автономія відомства та громадські хмари визначають складний пошуковий простір. Поняття найкращого перепризначення є

суперечливим, оскільки це більше про правильний баланс між різними цілями, яким буде надаватися перевага, та покращення виконання однієї цілі, як правило, призводить до погіршення інших. Особи, що приймають рішення у великих організаціях, схильні надавати перевагу інструментам, які дозволяють їм маніпулювати належними перепризначеннями, тобто можливими рішеннями, які є кращими, ніж будь-які інші можливі перепризначення щодо певної комбінації цілей. Зрештою, особи, які приймають рішення, можуть розглянути різні можливі перепризначення та прийняти рішення на основі локальної оптимізації (наприклад, надання переваги цілі 1, яка дає більший вигравш, ніж цілі 2, тоді як остання, як правило, важливіша).

Мета роботи стосується проблеми перепризначення VM у великих центрах обробки даних, тобто де вирішальне значення [2] мають масштаб, множинність цілей оптимізації, розподіл та автономність хостингових підрозділів. Задача багатоцільового перепризначення VM полягає в оптимізації центрів обробки даних при розгляді декількох цілей, тобто декількох незалежних цільових функцій. Метою (рис. 1) тут є пошук оптимальних (або майже оптимальних) рішень, що враховують компроміс між двома або більше суперечливими цілями.

Отже, розглянута постановка задачі перепризначення великих віртуальних машин для великих центрів обробки інформації є актуальною. Проведений аналіз визначив стратегії розв'язування задачі та дозволив запропонувати перспективне вирішення. Напрямами подальших досліджень є розвиток запропонованих стратегій.

### **Перелік посилань**

1. Савенко О.С. Дослідження та аналіз блокування процесів в комп'ютерній системі / О.С. Савенко, Ю.П. Кльоц, С.В. Мостовий // Вісник Хмельницького національного університету. – 2007. - № 3, Том 1.- С.248-251.
2. D. Fitzpatrick, D. Bodeau, R. Graubart, R. McQuaid, C. Olin and J. Woodill, "(DRAFT) Cyber Resiliency Evaluation Framework for Weapon Systems: Foundational Principles and Their Potential Effects on Adversaries," The MITRE Corporation, Bedford, MA, 2019.

УДК 004.048

Марчевська О. Р., Мельник К. В., Багнюк Н. В.

Луцький національний технічний університет

## **МЕТОДИ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ ДЛЯ ЗАДАЧІ РОЗПІЗНАВАННЯ РУКОПИСНОГО ТЕКСТУ**

*Методи попередньої обробки, що застосовано у роботі: кластерування, репрезентативних екземплярів, часткового поширення міток та техніки скорочення вимірності даних, що забезпечують отримання точніших результатів класифікації, а також скорочення часу на опрацювання великої кількості даних.*

*The preprocessing methods used in the work are: clustering, representative instances, partial labels propagation, and data dimensionality reduction techniques that provide more accurate classification results, as well as reduce the time to process large amounts of data.*

Використання немаркованих (сирих) даних – досить поширене явище. Хоча й через відсутність міток такі дані не несуть жодної інформації, проте із застосуванням методів попередньої обробки їх все ж можливо використовувати при тренуванні різноманітних моделей передбачення чи класифікації. Щодо точності таких моделей, то вона лише трохи відрізняється від моделей, тренуваних на повністю маркованому наборі екземплярів. Якщо постає гостре питання в часі впровадження моделі і її успішного використання – то немарковані дані із попередньою обробкою беззаперечний фаворит [1].

Проблему попередньої обробки даних в контексті моделей передбачення вчені почали досліджувати ще до появи спеціалізованих алгоритмів. На даний час вже є досить багато напрацювань в даному напрямку, які продовжують вдосконалюватись. Серед сучасних дослідників дану задачу розглядали у своїй книзі «Елементи статистичного навчання» Тревор Хасті та Роберт Тібшірані – професори статистики в Стенфордському університеті. Вчений-дослідник Кевін Мерфі у своїх працях математично підтвердив важливість попередньої обробки даних. Всебічне застосування даних методів показав консультант-практик у галузі машинного навчання Ауреліен Джерон [2].

Метою роботи є застосування та доведення ефективності роботи таких дієвих підходів в контексті задачі класифікації: кластерування – один з методів попередньої обробки даних у сфері машинного навчання, методи репрезентативних екземплярів та часткового поширення міток у галузі автоматичного та напівавтоматичного навчання [4]. Не менш важливим аспектом є дослідження навчальних даних на предмет скорочення їх вимірності за допомогою таких технік: PCA (Principal Component Analysis), ISOMAP, UMAP (Uniform Manifold Approximation and Projection), LLE (Locally Linear Embedding), SRP (Sparse Random

Projection), GRP (Gaussian Random Projection), Fast ICA (Fast Independent Component Analysis), Truncated SVD (Truncated Singular Value Decomposition) [3].

Відповідно до поставлених завдань:

1. Підібрано найбільш відповідну модель для тренування на обраному наборі даних digits – LogisticRegression (базовий рівень точності передбачень – 96,8%).
2. Доведено, що при попередній обробці даних за допомогою кластерування кількість помилок скорочується (в даному випадку на 35%).
3. Підібрано параметри кластерування, при яких спостерігається очевидний приріст продуктивності моделі до 98,0%.
4. Протестовано техніки машинного навчання зі скорочення вимірності даних (збереження 95% вхідних даних) на предмет затрат часу на тренування та підвищення чи зниження точності передбачень.
5. Досліджено продуктивність алгоритму при частковому маркуванні даних (ЧМД) порівняно з повністю маркованими (ПМД).
6. Перевірено теорію зі збільшення продуктивності моделі після підбору оптимального відсотку поширення репрезентативів та доведено, що частка екземплярів, на які варто поширювати мітки підлягає регулюванню, адже точність передбачень у даному випадку залежить від самого набору даних (тобто характеру розміщення екземплярів навколо центротидів). Регулювання параметра поширення (percentile) призвело до зниження відсотку помилок моделі на 16%.

Отже, проведене дослідження доводить необхідність застосування методів скорочення вимірності даних для зменшення часу на тренування та кращого узагальнення моделі. А у випадку немаркованих даних, їх кластерування з вибором репрезентативів та часткове маркування наближує точність моделі до 94,2% порівняно з 98% точності моделі, тренуваної на повному наборі. Методи напівавтоматичного навчання в поєднанні з алгоритмами попередньої обробки скорочують різницю між моделями на 3,8%. Час, затрачений при цьому на впровадження моделі та часткове маркування невеликий, адже маркується лише невелика частина екземплярів, а методи, що застосовуються за цього типу навчання компенсують його. Подальші дослідження спрямовані на застосування активного навчання, що забезпечить отримання ще вищої точності передбачення, а також скорочення часу на необхідне маркування даних.

### Перелік посилань

1. Geron A. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow, 1 edition. Sebastopol, 2017.
2. Importance of Unsupervised Learning in Data Preprocessing, URL: <https://www.aisoma.de/importance-of-unsupervised-learning-in-data-preprocessing/>.
3. Dimensionality Reduction for Machine Learning, URL: <https://towardsdatascience.com/dimensionality-reduction-for-machine-learning-80a46c2ebb7e>.
4. Unsupervised Machine Learning Clustering Analysis, URL: <https://towardsdatascience.com/unsupervised-machine-learning-clustering-analysis-d40f2b34ae7e>.

УДК 004.522

Муляр І. В, Мурах Б. Р.

*Хмельницький національний університет*

## **ПІДВИЩЕННЯ ПЕРТИНЕНТНОСТІ РЕЗУЛЬТАТІВ ПОШУКУ ЗА РАХУНОК МОДИФІКАЦІЇ АЛГОРИТМУ РАНЖУВАННЯ GOOGLE**

*У роботі вирішено наукове завдання – досліджено основи моделювання роботи інформаційно-пошукових систем. Мета магістерського дослідження полягає в підвищенні пертинентності результатів пошуку за рахунок модифікації алгоритму ранжування Google – PageRank. Для цього розроблено алгоритми пошуку сторінок груп у соціальних мережах з використанням розширених можливостей глобальних пошукових систем та запитів API-методів, які дають змогу виявити сторінки груп у соціальних мережах відповідно їх інформаційного наповнення.*

*За допомогою вдосконаленого алгоритму ранжування ModPR, корисні, актуальні та малопопулярні сайти які часто обговорюють користувачі в тематичних соціальних групах матимуть змогу отримувати свій реальний рейтинг.*

*The scientific problem is solved in the work - the basics of modeling the work of information retrieval systems are investigated. The purpose of the master's study is to increase the pertinence of search results by modifying Google's ranking algorithm – PageRank. To do this, algorithms have been developed to search for group pages on social networks using the advanced capabilities of global search engines and queries of API-methods, which allow to find group pages on social networks according to their content.*

*With ModPR's advanced ranking algorithm, useful, relevant and unpopular sites that are often discussed by users in thematic social groups will be able to get their real ranking.*

**Вступ.** Традиційні способи пошуку відповідних сторінок у випадку односкладових запитів не дають задовільних результатів, оскільки популярні теми завжди знайдуть велику кількість сторінок з однаковою актуальністю. Для того, щоб якось упорядкувати такі сторінки, пошукові системи вдаються до різних інструментів. Для цього Google використовує PageRank, що дає пригломшливі результати [1].

Кількість вихідних посилань з батьківського ресурсу має велике значення для розрахунку рейтингу сайту потомка. Google допускає, що один вебресурс може передати максимум 85% свого вагового коефіцієнту, тоді як її рейтинг не зменшується [2].

**Постановка задачі.** В ході дослідження потрібно модифікувати алгоритм ранжування Google – PageRank для підвищення пертинентності результатів пошуку. Для цього необхідно розробити алгоритм пошуку сторінок груп у соціальних мережах з використанням розширених можливостей глобальних пошукових систем



та запитів API-методів, які дають змогу виявити сторінки груп у соціальних мережах відповідно їх інформаційного наповнення.

**Основна частина.** Модифікований алгоритм також враховує значимість кожної сторінки, що отримала голос, адже голоси деяких сторінок є важливішими, і їх популярність в соціальних групах.

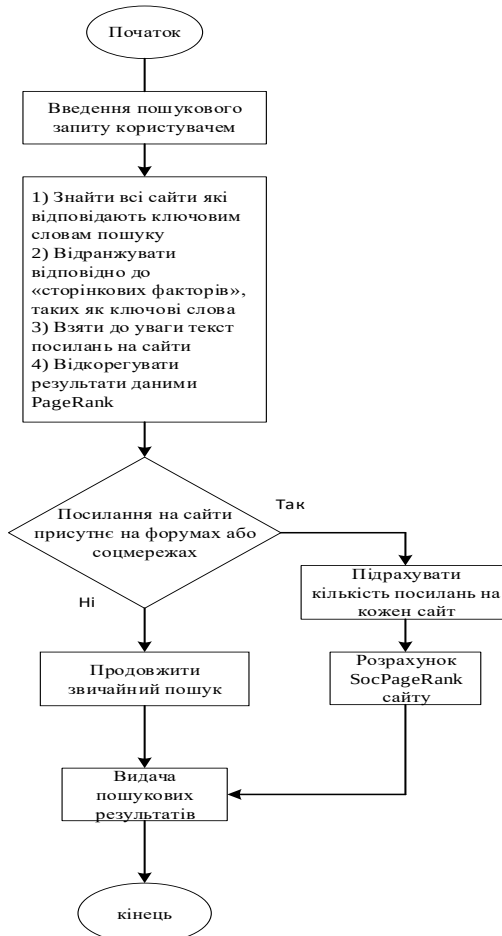


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритму ModPR

За допомогою вдосконаленого алгоритму ранжування ModPR, корисні, актуальні та малопопулярні сайти які часто обговорюють користувачі в тематичних соціальних групах матимуть змогу отримувати свій реальний рейтинг.

Особливістю модифікованого алгоритму нова формула розрахунку ваги сайту – ModPR. Тут враховується додатковий ваговий коефіцієнт популярності сайту на форумах та соціальних мережах.

Пошук сторінок груп здійснюється інструментами соціальних мереж за назвами форумів або за їх коротким змістом. Але це завжди відповідає інформаційному наповненню цих документів.

Як результат, виникла проблема, пов'язана з пошуком необхідної інформації на сторінках груп у соціальних мережах, що значно ускладнюється необхідністю пошуку відповідно до змісту та релевантності сторінки обговорення з урахуванням функціонування сторінки для обговорення в соціальних мережах, а саме [3]:

- сторінки мають низький рейтинг в алгоритмах ранжування сторінок;
- велика кількість вебсторінок для обговорення не класифікуються глобальними пошуковими системами;
- взаємозв'язок вебсторінок для обговорення;
- збереження форумів неактуальної тематичної спрямованості.

Запит глобальної пошукової системи для пошуку відповідних обговорень складається з таких операцій:

- операція локалізації пошукового запиту;
- операція виявлення інформаційного вмісту;
- обмеження часу.

Загальна структура запиту наведена на рис. 2 [4]



Рисунок 2 – Формалізований запит для виявлення релеватних дискусій вебсторінок

Операція локалізації пошукового запиту дозволяє обмежити пошук вебсайтом або доменом. Функціонально ця операція складається з оператора локалізації та специфікатора вебадреси.

Оператор аналізу вмісту - оператори послуг глобальної пошукової системи, які аналізують вміст вебсторінки за заданою темою. Ми будемо розглядати слово чи фразу, що містяться в тілі веб-сторінки, як інформаційний зміст сторінки.

Специфікатор вмісту - це функція, яка характеризує об'єкт пошуку. Ознака інформаційного змісту - це слово або фраза в інформаційному вмісті веб-сторінки.

Соціальна мережа Facebook дозволяє користувачам створювати власні групи та групові сторінки, в яких вони можуть об'єднуватися відповідно до інтересів. Група - це спільнота, в якій люди можуть спілкуватися між собою. Однією з головних особливостей груп є те, що вони **не індексуються** глобальними пошуковими системами. На відміну від груп, сторінки індексуються глобальними пошуковими системами [5].

Отже, пошук груп ведемо за допомогою пошуку сторінок у «Facebook», використовуючи формалізований запит наведений на рис. 3, з подальшим аналізом HTML-коду сторінки.



Рисунок 3 – Формалізований запит для виявлення груп у соціальній мережі «Facebook»

Формалізатор сторінки «спільнота» вноситься до формалізованого запиту на пошук сторінок у соціальній мережі «Facebook» в операції пошуку інформаційного контенту. Пошук здійснюється за специфікатором інформаційного змісту (Ключові слова) - набором ключових слів. Сторінки у "Facebook" чітко структуровані, і для визначення присутності відповідних обговорень ми аналізуємо HTML-код на наявність пункту меню "групи" (рис. 4).



Рисунок 4 – Дослідження HTML-коду сторінки для виявлення URL-адреси сторінки переліку тематично зв'язаних груп

За результатами аналізу формуємо URL-адресу тематично зв'язаних груп.

**Висновки.** В рамках цієї роботи запропоновано алгоритм глибинного пошуку для виявлення інформаційного впливу соціальних мереж на індексацію сторінки та формування переліку зовнішніх гіперпосилань, для зміни коефіцієнтів ранжування відповідних сторінок.

Цей алгоритм підніме маловідомі корисні джерела на вищі позиції, конкретизує та звужує пошук до обсягу теми, щодо якої було зроблено запит. Його ефективно використовувати у конкретних галузях та напрямках пошуку, оскільки він призначений для специфіки пошукової сфери

### Перелік посилань

1. Багузин С. Алгоритм ссылочного ранжирования: PageRank и линейная алгебра [Електронний ресурс] / С.Багузин // Baguzin. – Режим доступу: <http://baguzin.ru/wp/algorithm-ssylochnogo-ranzhirovaniya-pagerank-i/>
2. Как работает Google поиск, основные алгоритмы обновлений [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – [habr.com](http://habr.com) – Режим доступу: <https://habr.com/company/ua-hosting/blog/277819/>
3. Основні фактори ранжування сайтів [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – [lemarbet.com](http://lemarbet.com) – Режим доступу: <https://lemarbet.com/ua/razvitie-internet-magazina/factory-ranzhirovaniya/>
4. Segev E. Google and the Digital Divide: The Bias of Online Knowledge / Elad Segev. - Oxford: Chandos Publishing, 2010. - 221 с.
5. Види пошукових запитів [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – [mylink.org.ua](http://mylink.org.ua) – Режим доступу: <http://mylink.org.ua/vydy-poshukovyh-zapytiv/>

УДК 004.891

Муляр І. В, Рикун В. В.

*Хмельницький національний університет*

## **МЕТОД ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВУЗЛА ЗВ'ЯЗКУ КОРПОРАТИВНОЇ МЕРЕЖІ З ВРАХУВАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ**

*У роботі розглядаються перспективні напрямки розвитку корпоративних мереж, які можуть задовольнити зростаючі потреби користувачів, це перехід від використання власних або орендованих каналів зв'язку до відкритих, побудованих за допомогою Інтернету чи інших мереж зв'язку. Однак використання відкритих мереж Інтернету супроводжується тим, що вони піддаються конкретним загрозам інформаційній безпеці, що впливає на ефективність телекомунікаційних мереж.*

*Аналіз показав, що існуючі методи оцінки ефективності мереж не враховують вплив загроз інформаційної безпеки. В ході подальших досліджень пропонується їх вдосконалення, що дозволяє оцінити ефективність функціонування вузлів зв'язку як елементів телекомунікаційної мережі з урахуванням впливу загроз інформаційної безпеки та технічних збоїв обладнання.*

*Загроза інформаційній безпеці - це сукупність умов та факторів, що створюють потенційну або фактичну загрозу інформації. Запропонований метод дозволяє оцінити ефективність роботи корпоративної мережі з формуванням результату оцінки у вигляді кількісного показника, тим самим покращуючи якість оцінки.*

*The article considers promising areas of development of corporate networks that can meet the growing needs of users, is the transition from the use of own or leased communication channels to open, built using the Internet or other communication networks. However, the use of open Internet networks is accompanied by the fact that they are exposed to specific threats to information security, which affects the efficiency of telecommunications networks.*

*The analysis showed that the existing methods of assessing the effectiveness of networks do not take into account the impact of information security threats. In the course of further research their improvement is offered that allows to estimate efficiency of functioning of communication nodes as elements of a telecommunication network taking into account influence of threats of information security and technical failures of the equipment.*

*An information security threat is a set of conditions and factors that create a potential or actual threat to information. The proposed method allows to evaluate the effectiveness of the corporate network with the formation of the evaluation result in the form of a quantitative indicator, thereby improving the quality of evaluation.*

### **Вступ**

Використання ресурсів у всіх сферах глобальної комунікаційної мережі сприяло тому, що зловмисники вже десятки років активно здійснюють різні

правопорушення у сфері високих технологій [1] і в даний час активно розробляють різні способи та стратегії впливу інформаційних технологій.

Розуміння сутності та функції кіберзлочинів та мережевої безпеки; якісний описовий механізм є найбільш ідеальним засобом збору та аналізу даних завдяки гнучкості, адаптивності та безпосередності теми. Це призводить до властивих упереджень, але ще однією характеристикою таких досліджень є виявлення та моніторинг цих упереджень, включаючи, таким чином, їх вплив на збір та аналіз даних, а не намагання їх усунути. Нарешті, аналіз даних у інтерпретаційному якісному дослідженні є індуктивним процесом. Дані є досить описовими та суттєво сприяють цьому дослідженню.

В магістерській роботі під корпоративними комп'ютерними мережами (ККМ) розуміються в першу чергу ККМ установ банківської системи України, так як характеристики ККМ, статистичні дані про вторгнення, досвід впровадження безпосередньо відноситься до підприємств банківської сфери. У той же час, результати дослідження показали, що їх доцільно використовувати і на підприємствах в інших сферах економіки.

Так як системи зв'язку досить важливі для правильного функціонування організації, вони стають пріоритетом для злочинців. Впливаючи на мережу, організовуються атаки, спрямовані на різні характеристики інформації. Загроза інформаційної безпеки - це сукупність умов і факторів, які створюють потенційну або фактичну загрозу інформації. При атаках зловмисників існує небезпека втрати, перекручення, блокування, копіювання, поширення інформації, а також інших несанкціонованих дій з нею.

Незалежно від конкретних типів загроз необхідно забезпечити наступні основні властивості: цілісність, конфіденційність і доступність [2]. Доступність – це можливість за прийнятний час одержати необхідну інформаційну послугу.

Завдання цілісності і конфіденційності успішно вирішується за рахунок використання криптографічного захисту інформації. У цьому магістерському дослідженні запропоновано метод оцінки ефективності функціонування вузла зв'язку корпоративної мережі з врахуванням інформаційної безпеки. Це дає можливість вжити заходи щодо їх нейтралізації та оцінити ефективність їх використання.

Головним завданням цього дослідження є об'єднання в єдину математичну модель характеристик надійності та інформаційної безпеки. Для моделювання характеристик надійності та інформаційної безпеки можна використовувати марківські процеси і експоненціальний розподіл можливих подій [3]. Як показник, що безпосередньо характеризує властивості системи, доцільно використовувати коефіцієнт готовності ( $F_a$ ). Класичним підходом до моделювання ККМ є приведення її до деревовидного графу. Одним з підходів є нормування  $F_a$  для ККМ та ліній зв'язку для мереж передачі даних, але існуючі правила не застосовуються до корпоративних мереж передачі даних, побудованих поверх Інтернету, оскільки

мережа, сформована таким чином, частково абстрагується від певного постачальника послуг [4].

### Постановка задачі

Отже необхідно дослідити можливість застосування методичного та математичного апарату теорії надійності як методу дослідження ККМ для оцінки впливу загроз ІБ на забезпечення ефективного функціонування ККМ. Проаналізувати можливість підвищення ефективності функціонування вузлів зв'язку ККМ шляхом вдосконалення їх мережевих топологій.

### Основна частина

Оцінка ефективності функціонування базується на порівнянні коефіцієнту готовності ККМ, розрахованих для різних варіантів, кожен з яких відображає можливий стан вузла зв'язку і обладнання на ньому:

1. Коефіцієнт готовності ККМ розраховується без врахування впливу на захищеність мережі.
2. Коефіцієнт готовності ККМ розраховується з урахуванням впливу, але без використання засобів захисту інформації.
3. Коефіцієнт готовності ККМ розраховується з урахуванням впливу загроз захищеності.

Взявши до уваги, що потоки подій, які впливають на стан досліджуваного вузла зв'язку ККМ, мають експоненціальний характер, для визначення імовірностей безвідмовної роботи елементів мережі використаємо математичний апарат марківських випадкових процесів [5].

Для дослідження стану працездатності вузлів зв'язку мережі в умовах впливу загроз доступності інформації, пропонується застосувати метод, особливістю якого є можливість кількісної оцінки ступеня впливу загроз на ефективність функціонування корпоративної мережі. Процес проведення оцінки захищеності ККМ зображена на рис.1.

1. Визначається мінімально допустимий коефіцієнт готовності сегмента ККМ ( $Fa_{min}$ ) відповідно до нормативних вимог комплексної системи захисту інформації.
2. Визначається склад устаткування вузлів мережі, та розраховується коефіцієнт неготовності.
3. Будується модель загроз ІБ
4. Обраховується вплив загроз ІБ на коефіцієнт готовності вузла ККМ, проводиться розрахунок коефіцієнта неготовності
5. Розраховується коефіцієнт готовності усього досліджуваного сегмента ККМ.
6. Порівнюються результати отриманого коефіцієнта готовності з мінімально допустимим. Якщо значення коефіцієнту готовності менше допустимого, необхідно повернутися до етапу 2 і зробити вибір обладнання, що задовольняє критерії захисту.

7. Порівнюються результати, коли в складі обладнання вузла зв'язку використовується тільки маршрутизатор. У разі, коли значення  $Fa_2$  перевищує значення  $Fa_{min}$ , можна дійти висновку, що виявлені загрози захищеності інформації не надають істотного впливу на надійність функціонування мережі.
8. Порівнюються результати, коли в складі обладнання вузла зв'язку встановлений маршрутизатор і засоби захисту інформації. Проводиться порівняння розрахованого значення  $Fa_3$  з  $Fa_{min}$ . В випадку, коли значення  $Fa_3$  перевищує значення  $Fa_{min}$ , робиться висновок, щодо обраного рішення.

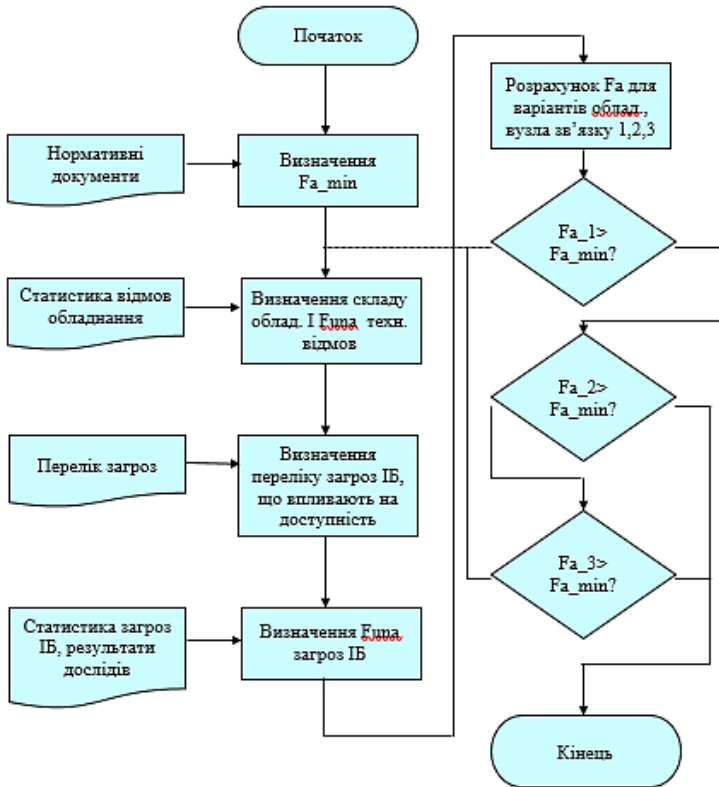


Рисунок 1 – Блок-схема процесу оцінки захищеності ККМ від загроз ІБ

### Висновки

В рамках цієї роботи проведено оцінку можливості застосування засобів захисту інформації для захисту від загроз ІБ, спрямованих на порушення доступу до інформації.



В умовах DoS атаки пропускна здатність вузла мережі значно знижується, що обґрунтовується самою природою атаки, проте застосування засобів захисту інформації на вузлі зв'язку, дозволяє організувати безперебійне функціонування мережі зі зниженими, але допустимими характеристиками

Розроблений метод визначення імовірності знаходження в стані непрацездатності, обґрунтовані впливом загроз ІБ, які промодельовано реальним експериментом. Відповідно до цього методу, імовірність знаходження вузла у стані неготовності (коефіцієнт неготовності) є сумою імовірності загрози безпеці, імовірності реалізації загрози, а також середнього часу знаходження вузла в режимі неготовності.

### **Перелік посилань**

1. Романов А.І. Основи теорії телекомунікаційних мереж: навчальний посібник для вузів / О.І. Романов. - К., 2012. - 152 с.
2. Шувалов В.П. Забезпечення показників надійності телекомунікаційних систем і мереж / В.П. Шувалов, М.М. Егунов, Е.А. Мініна Є.М. : Гаряча Лінія - Телеком, 2015. - 168 с.
3. Каяшев, А.І. Аналіз показників надійності локальних комп'ютерних мереж / А.І. Каяшев, П.А. Рахман, М.І. Шаріпов - 2013. - Т. 17. - №5 (58). - С. 140-149.
4. Казарін, О.В., Підходи до кількісної оцінки захищеності ресурсів автоматизованих систем / О.В. Казарін, С.Є. Кондаков, І.І. Троїцький // Питання кібербезпеки. - 2015. - №2 (10) - С. 31-35.
5. Ярошук, Д.О. Удосконалення методу обрахунку впливу загроз інформаційної безпеки на ефективність функціонування закритої телекомунікаційної мережі [Текст] / Д. О. Ярошук, О. А. Мясіщев // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2017. – № 6. – С. 64-69.

УДК 621.391.26

Нестерук М. П., Слива А. А., Кльоц Ю. П.

*Хмельницький національний університет*

## **ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ ФІЛЬТРАЦІЇ КОЛИВАНЬ У СЕНСОРНИХ ЛЮДИНО-МАШИННИХ ІНТЕРФЕЙСАХ**

*Розглянуто особливості сенсорних людино-машинних інтерфейсів з фільтрацією механічних коливань. Застосування теорії фільтрації дозволяє значно підвищити точність ідентифікації дій оператора, що дає можливість знизити рівень похибок в процесі інтерпретації та виконання команд оператора.*

*The features of sensory human-machine interfaces with filtering of mechanical oscillations are considered. The application of filtering theory can significantly increase the accuracy of operator actions identification, which makes it possible to reduce the level of errors in the interpretation and execution of operator commands.*

На даний час кнопкові панелі керування недостатньо відповідають умовам, необхідним для реалізації ефективної людино-машинної взаємодії [1,2]. Відбувається активний розвиток маніпуляторів та сенсорних панелей, що забезпечують ефективну взаємодію людини із складними системами автоматизації [2-5].

Задача розробки ефективного сучасного людино-машинного інтерфейсу полягає в досягненні високої ефективності подання людині інформації про роботу пристрою та високої ефективності передачі команд від людини до пристрою, з мінімальними часовими затримками.

Основними елементами сучасного сенсорного людино-машинного інтерфейсу є механічні давачі [3] з відповідними електронними інтерфейсами та цифровий пристрій обробки сигналів давачів, який може бути з'єднаний із мережею електронно-обчислювальних машин або з іншою апаратурою [5].

Механічні давачі, побудовані на базі акселерометрів, вимірюють прискорення у точках свого розташування, і через електричні інтерфейси передають сигнали до цифрового пристрою обробки сигналів.

На практиці, крім реакції на дотик оператора, на сенсорній поверхні завжди присутні коливання, викликані іншими зовнішніми механічними впливами. Особливо такі завади поширені на виробничому обладнанні, до складу якого можуть входити механічні приводи великої потужності. Таким чином математична

модель зовнішнього впливу описується сумою тиску дотику людини  $P_0(x, y, t)$  та випадкової складової  $\xi_1(x, y, t)$ , яка визначається сторонніми механічними впливами:

$$P(x, y, t) = P_0(x, y, t) + \xi_1(x, y, t). \quad (1)$$

Тоді на вході цифрового пристрою обробки сигналів від давачів присутній спотворений сигнал  $V(t)$ , який залежить від реакції поверхні на дотик людини  $s_0(x, y, t)$ , та вектора завад  $\mathcal{E}(x, y, t) = \{\xi_1(x, y, t), \xi_2(x, y, t), \xi_3(x, y, t), \dots, \xi_K(x, y, t)\}$ , де  $\xi_1(x, y, t)$  - вплив сторонніх механічних коливань на сенсорну поверхню,  $\xi_2(x, y, t), \dots, \xi_K(x, y, t)$  - інші завади різної природи, які можуть виникати в каналі передачі сигналу від давача до приймача.

Процес фільтрації прийнятого сигналу  $V(t)$  описується функціоналом:

$$s(m) = F[V(t)], \quad (2)$$

де  $s(m)$  -  $m$ -й відлік цифрового сигналу, який є оцінкою реальної реакції сенсорної поверхні на механічний вплив людини-оператора.

Процес лінійної цифрової фільтрації сигналу описується виразом:

$$s(m) = \sum_{k=1}^m h(k)V(m-k), \quad (3)$$

де  $V(k)$  - дискретизований вхідний сигнал,  $h(m)$  - імпульсна характеристика цифрового фільтра,

Якщо кількість давачів на поверхні мала, а взаємодія завад з корисним сигналом є нелінійною, то необхідно використовувати багатовимірну фільтрацію:

$$s(m) = \sum_{k_1=1}^m \sum_{k_2=1}^m \dots \sum_{k_n=1}^m h(k_1, k_2, \dots, k_n) \prod_{q=1}^n V(m-k_q) \quad (4)$$

У такому випадку імпульсна характеристика фільтра  $h(k_1, k_2, \dots, k_n)$  має  $n$  вимірів.

Отже, завдяки зниженню рівня завад, фільтрація механічних коливань сенсорного людино-машинного інтерфейсу дозволяє значно підвищити точність

приймання команд оператора у системі автоматизації при реалізації комп'ютерно-інтегрованих технологій. Це дозволяє уникати збоїв систем автоматизації, які можуть призводити до аварійних ситуацій, особливо при високій складності комп'ютерно-інтегрованих технологій.

### **Перелік посилань**

1. Chiang WJ, Kung CP, Chen SW, Chang CC, Wu CW. Flexible in-cell infrared a-si sensor. Dig. Tech. Pap. - SID Int. Symp., 2012. <https://doi.org/10.1002/j.2168-0159.2012.tb05784.x>.
2. Han SY, Jeon KS, Seo MS, Kim D, Cho B, Jeong K, et al. Characteristics of infrared photosensor using amorphous sige for in-cell touch panel. Dig. Tech. Pap. - SID Int. Symp., 2012. <https://doi.org/10.1002/j.2168-0159.2012.tb05782.x>.
3. Drewniak EI, Crisco JJ, Spenciner DB, Fleming BC. Accuracy of circular contact area measurements with thin-film pressure sensors. J Biomech 2007. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2006.12.002>.
4. Roh JS. Textile touch sensors for wearable and ubiquitous interfaces. Text Res J 2014. <https://doi.org/10.1177/0040517513503733>.
5. Poletkin K, Yap XX, Khong AWH. A touch interface exploiting the use of vibration theories and infinite impulse response filter modeling based localization algorithm. 2010 IEEE Int. Conf. Multimed. Expo, ICME 2010, 2010. <https://doi.org/10.1109/ICME.2010.5582570>.

УДК 004.75

Овсяк О. В., Дрозд А. І., Медзатий Д. М.

*Хмельницький національний університет*

## **РОЗПОДІЛЕНА СИСТЕМА МОДЕЛЮВАННЯ МУРАШИНОГО АЛГОРИТМУ В КОРПОРАТИВНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ**

*Розглянуто мурашиний алгоритм який реалізує розподілену систему, завданням якої є організації КС локальної мережі в одну систему для вирішення складних задач*

*The ant algorithm which implements the distributed system which task is the organization of KS of a local area network in one system for the decision of difficult problems is considered*

Мурашині алгоритми – це сімейство наближених алгоритмів для вирішення різних складних оптимізаційних задач. Ідея цих алгоритмів заснована на моделюванні поведінки мурашиної колонії, яка виконує пошук шляху від мурашника до джерела їжі.

Метою роботи є розробка програмного забезпечення, що реалізує комп'ютерну мережу, її завданням є об'єднання локальної мережі в одну систему, і розробка хостової компоненти розподіленої системи для подальшого закладення в неї функцій, які б дозволили провести експерименти з реалізації мурашиного алгоритму.

Щоб побудувати мурашиний алгоритм для задачі береться колонія з  $N$  мурах і поміщається в одну з вершин графа, яку будемо називати стартовою вершиною. Всі ребра графа позначаються однаковим значенням феромону  $\tau_{ij} = \tau_0$ . Після цього мурахи починають переміщатися по графу. Кожна мураха в процесі свого руху по графу зберігає так званий список заборон  $X$ , в який поміщаються номери всіх місць (вершин), в яких цей мураха вже побував. При виборі наступної вершини для відвідування мураха спирається на значення концентрації феромона на вихідних ребрах і на значення довжин цих ребер. Нехай  $k$ -й мураха знаходиться в  $i$ -й вершині, а його заборонений список  $X_k$  ще не є до кінця заповненим (відвідані ще не все вершини). Тоді ймовірність переміщення в  $j$ -ю вершину визначається формулою

$$p_{ij}^k = \begin{cases} \frac{\tau_{ij}^\alpha \eta_{ij}^\beta}{\sum_{l \notin X_k} \tau_{il}^\alpha \eta_{il}^\beta}, & \text{якщо } j \notin X_k, \\ 0, & \text{якщо } j \in X_k, \end{cases} \quad (1)$$

де  $\alpha$  і  $\beta$  – параметри, що управляють відносною важливістю між феромоною інформацією  $\tau_{ij}$  і евристичної інформацією

$$\eta_{ij} = \frac{1}{d_{ij}}. \quad (2)$$

Якщо ж у  $k$ -го мурахи не залишилося не відвіданих вершин, то він, вже не використовуючи імовірнісного вибору, просто повертається в стартову вершину.

Після того, як всі мурахи повернуться додому, зробивши рівно по  $n$  переміщень, проводиться оновлення значень концентрації феромона на ребрах графа. Кожна мураха оновлює тільки ті ребра, по яким він переміщався. Концентрація феромону на ребрі  $(i, j)$  перераховується за формулою:

$$\tau_{ij} \leftarrow \rho \tau_{ij} + \sum_{k=1}^N \Delta \tau_{ij}^k, \quad (3)$$

де  $\rho$  – коефіцієнт випаровування феромону,  $\Delta \tau_{ij}^k$  – кількість феромону, що залишається на цьому ребрі  $k$ -им мурахою:

$$\Delta T \frac{k}{ij} = \begin{cases} Q/Dk, & \text{якщо } k\text{-й мураха проходив по ребру } (i, j), \\ 0, & \text{інакше} \end{cases}$$

де  $Q$  – деяка фіксована величина.

Таким чином, чим коротше шлях  $k$ -го мурашки, тим більше феромона він залишить на ребрах, по яким він проходив.

Описані дії (переміщення по графу і оновлень феромонів) представляють собою одну ітерацію мурашиного алгоритму. Ітерації повторюються до тих пір, поки не виявиться виконаним котрійсь із критеріїв зупинки алгоритму – вичерпано число ітерацій, досягне встановленої точності, отриманий єдиний шлях (алгоритм зійшовся до деякого рішення).

Розглянутий мурашиний алгоритм може бути реалізований з використанням розподіленої системи, завданням якої є організації КС локальної мережі в одну систему.

### Перелік посилань

1. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895717710002116>
2. [https://msn.khnu.km.ua/pluginfile.php/333045/mod\\_resource/content/2/Лабораторна%20робота№3.pdf](https://msn.khnu.km.ua/pluginfile.php/333045/mod_resource/content/2/Лабораторна%20робота№3.pdf)
3. [https://uk.wikipedia.org/wiki/Мурашиний\\_алгоритм](https://uk.wikipedia.org/wiki/Мурашиний_алгоритм)
4. <https://wiki.loginom.ru/articles/ant-colony-optimization.html>

УДК 004.8

Овчарук О. М., Мазурець О. В.

*Хмельницький національний університет*

## **МЕТОД ФАСЕТКОВОГО ДОРОЗПІЗНАВАЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО РОЗПІЗНАВАННЯ**

*Запропоновано математичну модель фасеткового перетворення зображень, необхідну для практичної реалізації відповідного методу на етапі попередньої обробки зображень при розпізнаванні образів за допомогою нейронних мереж. Фасеткова згортка зображень є процесом обробки зображення, яка супроводжується зменшенням його розміру. Проаналізувавши та протестувавши даний метод вдалось вирішити проблеми збільшення якості зображень на етапі дорозпізнавальної обробки образів.*

*The mathematical model of facet image transformation, which is necessary for practical implementation of the corresponding method at the stage of image pre-processing during image recognition using neural networks, is proposed. Facet image convolution is a process of image processing that is accompanied by a reduction in its size. After analyzing and testing this method, it became possible to solve the problems of image recognition at the stage of image recognition processing.*

У дослідженнях, присвячених проблемі розпізнавання образів, продовжує обговорюватися питання про найбільш доцільні способи реалізації цього процесу [1]. Порівнюються, зокрема, способи зв'язування по стандартам і по складним ознакам. Однак в ряді випадків при такому порівнянні не враховується те, яку кількість одиниць сприйманого матеріалу необхідно ідентифікувати. При розпізнаванні образів складностями є випадки, коли вхідні зразки немасштабовані, мають значне зашумлення або відсутні чіткі межі образів [2]. Ці проблеми варто вирішувати на етапі дорозпізнавальної обробки зображень, тому є актуальною розробка методу фасеткової згортки зображень, що полягає в програмній зміні розмірності вхідного образу на етапі дорозпізнавальної обробки зображень [3].

Для більшості нейромереж основними складностями в розпізнаванні образів є випадки, коли вхідні зразки немасштабовані, мають значне зашумлення або відсутні їхні чіткі межі [4]. Ці проблеми варто вирішувати на етапі дорозпізнавальної обробки зображень. Через складність проблеми розпізнавання образів основні дослідження в цій області були зосереджені на більш реальних задачах, таких як розпізнавання букв латинського алфавіту і класифікація кривих.

Для більшості нейромереж складностями в розпізнаванні є випадки, коли вхідні зразки немасштабовані, мають значне зашумлення або відсутні чіткі межі образів. Ці проблеми на етапі дорозпізнавальної обробки зображень дозволяє

вирішувати метод фасеткової згортки зображень [5], що полягає в програмній зміні розмірів вхідного образу за допомогою спеціального алгоритму перевизначення елементів початкового зображення [6].

Метою роботи є розробка методу фасеткового дорозпізнавального перетворення зображень для нейромережевого розпізнавання та дослідження його ефективності.

При фасетковій згортці образу відбувається перетворення вхідного зображення  $PB$ , яке є множиною елементів (наприклад, пікселів)  $pb \in PB$ , у вихідне зображення  $PM$ , яке є множиною елементів  $pm \in PM$ .

Параметрами, що визначають результат фасеткового перетворення образів  $PB \Rightarrow PM$ , є коефіцієнт фасеткової згортки  $kfz$  та поріг фасеткового перетворення  $u$ .

Коефіцієнт фасеткової згортки  $kfz$  визначає, наскільки зменшиться розмірність вихідного зображення  $PM$  по відношенню до вхідного зображення  $PB$ , й визначає рівність:

$$kfz = \sqrt{\frac{mpb}{mpm}}, \quad mpb = |PB|, \quad mpm = |PM|, \quad (1)$$

де  $mpb$  – кількість елементів  $pb \in PB$  вхідного зображення  $PB$ ,  $mpm$  – кількість елементів  $pm \in PM$  вихідного зображення  $PM$ .

При фасетковій згортці образу  $PB$  до образу  $PM$ , що має розмірність  $n \times m$ , кожен елемент  $pm_{n,m} \in PM$  визначається шляхом аналізу відповідної йому підмножини елементів  $PB'$ , з числа елементів вхідного зображення  $PB$ :

$$PB'_{n,m} \Rightarrow pm_{n,m}, \quad pm_{n,m} \in PM, \quad pb': pb'_{n,m} \in PB'_{n,m}, \quad pb'_{n,m} \in PB. \quad (2)$$

При цьому множини елементів  $PB'$  є підмножинами множини елементів вхідного зображення  $PB$ :

$$PB' \subset PB, \quad |PB'| = mpb / mpm. \quad (3)$$

Кожен елемент  $pb'_{n,m} \in PB'_{n,m}$  при обробці ідентифікується як елемент образу  $pb'_{n,m} \in EP_{n,m}$  чи елемент фону  $pb'_{n,m} \in ZP_{n,m}$ :

$$ZP_{n,m} \subset PB'_{n,m}, \quad EP_{n,m} \subset PB'_{n,m}, \quad |ZP_{n,m}| + |EP_{n,m}| = |PB'_{n,m}|; \quad (4)$$

$$\forall pb'_{n,m} \in PB'_{n,m}: pb'_{n,m} \in ZP_{n,m} \vee pb'_{n,m} \in EP_{n,m}. \quad (5)$$

Поріг фасеткового перетворення  $u$  вказує мінімальну кількість елементів образу в множині  $PB'$ , достатню для визначення відповідного елементу вихідного зображення  $pm_{n,m} \in PM$  як елементу образу  $PM$ .

$$\begin{cases} |EP_{n,m}| \geq u \Rightarrow pb_{n,m} \in EP, \\ |EP_{n,m}| < u \Rightarrow pb_{n,m} \in ZP. \end{cases} \quad (6)$$

Наведеним чином проводиться визначення кожного елементу  $pm \in PM$  шляхом обробки відповідних ділянок вхідного зображення  $PB'$  [7].

Дослідження ефективності методу фасеткової згортки зображень проводилося шляхом порівняння результату розпізнавання вхідних зображень та результату розпізнавання вихідних зображень після фасеткової згортки. Для



розпізнавання було використано зображення, що містять образи з такими спотвореннями, як зашумлення та сегментація.

При проведенні досліджень ефективності роботи системи було використано  $Q_0 = 26$  зразків. Для дослідження було створено та використано тестове програмне забезпечення (рис. 1), що реалізує запропонований фасеткового методу перетворення зображень та дві нейронні мережі для розпізнавання. Було створено двошарову нейронну мережу перцептрон класичної архітектури [4] для розпізнавання 26 літер українського алфавіту в двох модифікаціях – з вхідним вектором 40000 для розпізнавання образів розміром 200x200 пікселів без фасеткового методу та з вхідним вектором 400 для розпізнавання образів розміром 20x20 пікселів з фасетковим методом.

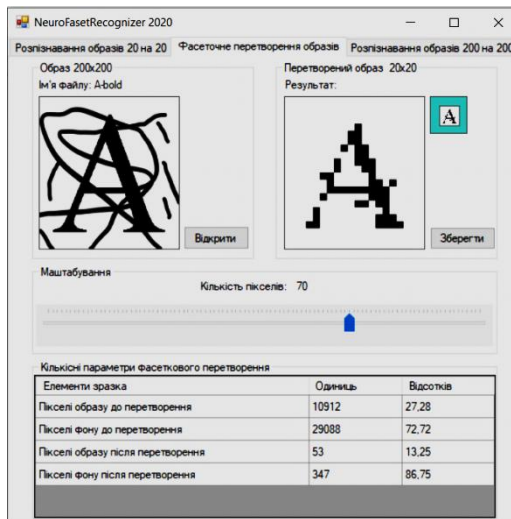


Рисунок 1 – Фасеткова згортка зображення з використанням тестового програмного забезпечення

Розроблена система, що використовує метод фасеткової згортки зображень й призначена для розпізнавання образів, виконує наступні функції:

- завантаження вхідних образів у вигляді графічних зображень;
- привласнення змістовних назв образам;
- навчання системи образам з навчальної вибірки;
- можливість ручного визначення порогового значення зміни розмірності вхідного образу;
- фасеткове перетворення вхідного образу згідно порогового значення зміни розмірності у похідний образ;
- розпізнавання похідного образу за допомогою нейронної мережі;

– визначення показників відповідності тестового зразка навченим образам.

Для визначення ефективності розпізнавання, використано показники ефективності розпізнавання без фасеткового методу  $N_1$  та ефективності розпізнавання з фасетковим методом  $N_2$ :

$$N_1 = \frac{Q_1}{Q_0}, \quad N_2 = \frac{Q_2}{Q_0}, \quad (7)$$

де  $Q_1$  – кількість правильно розпізнавання вхідних образів (200x200), де  $Q_2$  – кількість правильно розпізнавання вихідних образів (20x20),  $Q_0$  – загальна кількість тестових зразків.

Порівняння цих показників ефективності дозволяє встановити ефект від застосування запропонованого методу фасеткової згортки зображень.

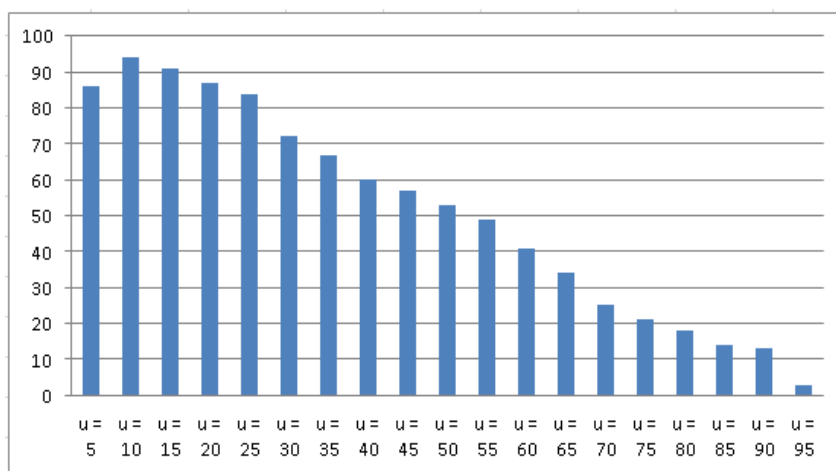


Рисунок 2 – Середні значення ефективності розпізнавання зашумлених образів після фасеткової згортки, %

При розпізнаванні зашумлених образів, для різних значень порогу фасеткового перетворення  $u$  при кроку 5 було одержано середні значення, наведені на рисунку 2. Найвищий показник ефективності розпізнавання  $N_1 = 94,53\%$  було встановлено при значенні  $u = 10$ . При цьому достатньо високе значення  $N_1 > 70\%$  було визначено для значень порогу фасеткового перетворення  $u = 5..25$ .

При розпізнаванні безконтурних та сегментованих образів, для різних значень порогу фасеткового перетворення  $u$  при кроку 5 було одержано середні значення, наведені на рисунку 3. Найвищий показник ефективності розпізнавання  $N_2 = 88,16\%$  було встановлено при значенні  $u = 80$ . При цьому достатньо високе значення  $N_2 > 70\%$  було визначено для значень порогу фасеткового перетворення  $u = 65..95$ .

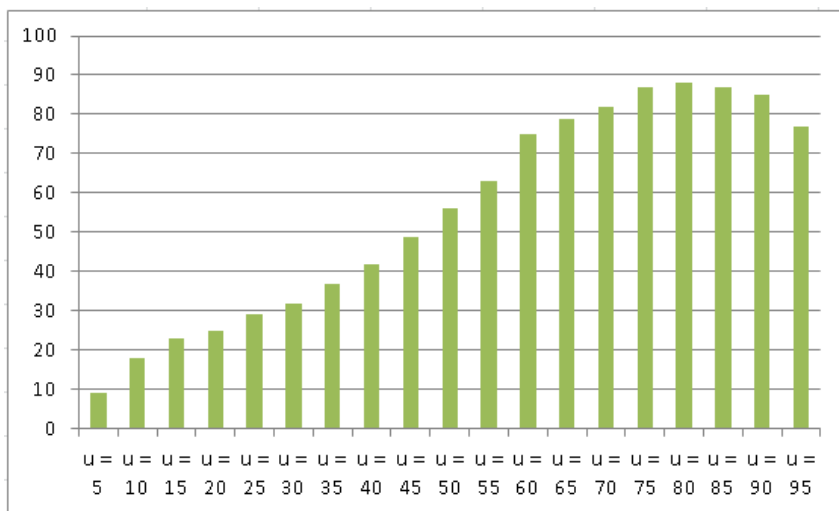


Рисунок 3 – Середні значення ефективності розпізнавання безконтурних та сегментованих образів після фасеткової згортки, %

Для порівняння, середні результати ефективності розпізнавання необроблених зображень та результати ефективності розпізнавання зображень після фасеткової згортки при значенні  $u = 10$ , для зашумлених образів та сегментованих образів, наведено на рисунку 4.

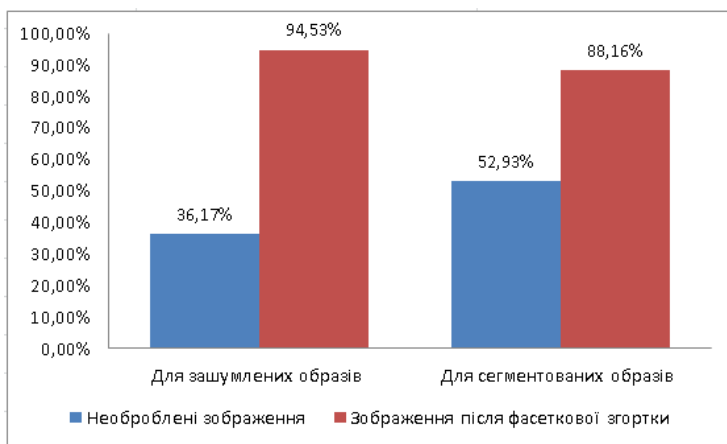


Рисунок 4 – Середні результати ефективності розпізнавання зашумлених образів та сегментованих образів, %

Наведені результати свідчать, що при розпізнаванні зашумлених образів найвищі показники ефективності розпізнавання встановлено для значень порогу фасеткового перетворення  $u = 5..25$ . При розпізнаванні безконтурних та сегментованих образів найвищі показники ефективності розпізнавання встановлено для значень порогу фасеткового перетворення  $u = 65..95$ .

Отже, розроблена математична модель фасеткового перетворення зображень, необхідна для практичної реалізації відповідного методу на етапі дорозпізнавальної обробки зображень при нейромережевому розпізнаванні. Дослідження встановили, що метод фасеткової згортки зображень дозволяє конвертувати зображення таким чином, щоб підвищити ефективність подальшого розпізнавання, зокрема в порівнянні з успішністю розпізнавання необроблених зображень, для зашумлених образів ефективність зростає в середньому з 36,17% до 94,53%, а для безконтурних та сегментованих образів ефективність розпізнавання зростає в середньому з 52,93% до 88,16%.

### Перелік посилань

1. Персептрон Розенблатта [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://habr.com/ru/post/140495/>
2. Дикий О.І. Сучасні методи ідентифікації особистості по зображенню обличчя / О.І. Дикий, О.В. Мазурець // Збірник наукових праць за матеріалами шостої міжнародної науково-технічної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних технологій 2012». Хмельницький – 2012. – С.98-106.
3. Фасеткова система класифікації [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://life-prog.ru/2\\_79230\\_fasetnaya-sistema-klassifikatsii.html](https://life-prog.ru/2_79230_fasetnaya-sistema-klassifikatsii.html)
4. Intuitively Understanding Convolutions for Deep Learning [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://towardsdatascience.com/intuitively-understanding-convolutions-for-deep-learning-1f6f42faee1>
5. Фасеткова система класифікації [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://life-prog.ru/2\\_79230\\_fasetnaya-sistema-klassifikatsii.html](https://life-prog.ru/2_79230_fasetnaya-sistema-klassifikatsii.html)
6. Aurelien G. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow / Geron Aurelien., 2017. – 718 с.
7. Овчарук О. М. Математична модель фасеткового дорозпізнавального перетворення зображень / О. М. Овчарук О. В. Мазурець // Збірник наукових праць за матеріалами XI всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2019» – Хмельницький, 2019, Т.І. – С.151-152.

УДК 004

Островський Д. О.

ТОВ «Креатив Транс»

## СУЧАСНІ АСПЕКТИ МОДЕЛЮВАННЯ ВИРОБНИЧО-ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ В ЛАНЦЮГАХ ПОСТАЧАНЬ

*Висвітлено сучасні тенденції в розробці аналітичних моделей для всього виробничо-транспортного ланцюга і окремих його елементів. Сучасні дослідження в області моделювання виробничо-логістичних систем (ВЛС) і ланцюгів поставок можна класифікувати на наступних основних рівнях: концептуальний рівень моделей; математичний рівень моделей; рівень моделей інформаційних систем (ІС). Використовувані концепції математичного моделювання ВЛС і ланцюгів поставок поділяються на три основні групи: оптимізаційні (аналітичні) методи, імітаційне моделювання та евристики.*

*The article highlights current trends in the development of analytical models for the entire production and transport chain and its individual elements. Modern research in the field of modeling of production logistics systems (PLS) and supply chains can be classified at the following main levels: conceptual level of models; mathematical level of models; level of information systems (IS) models. The used concepts of mathematical modeling of PLS and supply chains are divided into three main groups: optimization (analytical) methods, simulation modeling and heuristics.*

Метою роботи є висвітлення сучасних тенденцій в розробці аналітичних моделей для всього виробничо-транспортного ланцюга і окремих його елементів.

Операційну систему доставки можна представити у вигляді схеми, на вході якої маємо наявність деякої кількості та типу рухомого складу, а також замовлення (попит) на перевезення вантажів, а на виході – своєчасне перевезення вантажів в пункти призначення.

Визначення оптимального співвідношення транспортних операцій при створенні єдиної технології перевезення вантажу належить до задач оптимізаційного типу.

Тому при розробці аналітичних моделей для всього виробничо-транспортного ланцюга і окремих його елементів принципово важливим є [1]:

- вибрати сукупність змінних, які повинні бути визначені в результаті моделювання;
- формалізувати усі вихідні передумови, які потрібно врахувати при знаходженні оптимального рішення;
- сформулювати критерії оптимальності рішення.

Проектування системи моделювання ланцюга постачань є творчим процесом і починається з аналізу і представлення проблем в абстрактному вигляді. На рис. 1. подані у вигляді схеми початкові кроки по наближенню системи

моделювання до реальних проблем ланцюга постачань, які мають бути розв'язані оптимальним чином [2].

Вибір виду моделі має на увазі не тільки використання конкретного математичного апарату, але й експертного досвіду, що разом утворює людино-машинні аналітичні можливості, які перевершують просте сумування знань окремих експертів. Після обговорення і аналізу разом із фахівцями, що приймають рішення, логістичних завдань ланцюга постачань, з якими вони стикаються, обирається певна оптимізаційна модель.



Рисунок 1 – Розробка системи моделювання ланцюга постачань

Другим кроком є розробка програм для реалізації моделі (генератора моделі), які будуть використовувати інформацію з БД ланцюга постачань і подавати його у вигляді модельної матриці. Програма для реалізації моделі подає проблеми як клас моделей, оскільки модель залежить від набору даних. Отже, в залежності від початкових даних кожен фахівець працює із системою, яка створює різні варіанти загальної моделі.

Наступний процес полягає в переході від дослідження проблеми ланцюга постачань до здійснення плану щодо створення загальної моделі. В залежності від досвіду програміста ця робота може починатися з написання математичних рівнянь або відразу з програмування на основі готових бібліотек відповідних класів.

У будь-якому випадку найважливіший крок в розробці загальної моделі - це докладний аналіз даних, які згодом будуть складати БД ланцюга постачань. Кожен набір початкових даних моделі відповідає окремому, достатньо простому для розуміння компоненту логістичної системи (ЛС), що включений в модель. Ці

набори початкових даних поділяються на дві категорії. В першу входять дані, що описують структуру ЛС. Ці структурні дані включають такі найменування [2]:

- існуючих і потенційних постачальників, об'єктів і їх розміщення;
- товарів, що проходять через ЛС, які можуть бути сировиною, комплектуючими або готовою продукцією;
- процесів і способів трансформування товарів, що переміщаються, які використовуються на об'єктах ЛС;
- ресурсів, необхідних для забезпечення логістичних процесів;
- транспортних зв'язків між пунктами відправлення і призначення, включаючи зв'язки постачальників з посередниками і ринками, зв'язки між посередниками і посередників з ринками.

Для структурних даних можна відмітити також такі важливі особливості. Операції на кожному об'єкті ЛС можуть включати декілька процесів або етапів. Кожен процес може відповідати декільком способам переробки вантажів і може використовувати дефіцитні ресурси, які в свою чергу, розподіляються між декількома процесами. Крім того, при описі структури ЛС зазвичай не враховують наявність оберненого матеріального потоку від ринків до посередників або постачальників. Ці потоки складають оборотна тара, порожні контейнери, повернення забракованих товарів і т.п. Ланцюги постачань, в яких враховується обернений матеріальний потік, належать до оборотних логістичних мереж.

До другої категорії початкових даних моделі ЛС належать числові дані, які відповідають структурі ЛС. Кожен набір числових даних відповідає певному сценарію функціонування ЛС і включає в себе такі дані [2]:

- кількість сировини або комплектуючих, які є у постачальників, і її вартість;
- інвестиції і непрямі витрати на придбання і експлуатацію обладнання;
- переробні потужності об'єктів ЛС;
- кількість вхідної і вихідної продукції, яка відповідає кожній операції по переробці вантажів;
- витрати і потужності, які відповідають процесам і ресурсам, що споживаються цими ресурсами;
- логічні обмеження, що відповідають можливим місцезонам розташування об'єктів й інвестиціям;
- витрати і потужності, пов'язані з усіма вантажопотоками;
- таблиці валютних ресурсів для міжнародних ланцюжків постачань;
- кількість кінцевої продукції, що споживається на ринку для мінімізації витрат, або крива чистого доходу для максимізації чистого прибутку.

Сучасні дослідження в області моделювання виробничо-логістичних систем (ВЛС) і ланцюгів поставок можна класифікувати на наступних основних рівнях [3]:

- концептуальний рівень моделей;
- математичний рівень моделей;
- рівень моделей інформаційних систем (ІС).

На кожному з цих рівнів вирішуються завдання синтезу та аналізу ВЛС і ланцюгів поставок стосовно до стадій планування і оперативного управління ВЛС і ланцюгами поставок в цілому. На концептуальному рівні моделюються організаційно-економічні проблеми ВЛС і ланцюгів поставок, бізнес-процеси (БП), оргструктури і т.д. На математичному рівні формалізовано описуються у вигляді математичних моделей і вирішуються на основі різних алгоритмів різні завдання синтезу та аналізу ВЛС і ланцюгів поставок. На рівні ІС моделюються окремі програмні продукти, а також середовища їх взаємодії для інтегрованої підтримки прийняття рішень в ВЛС і ланцюгів поставок.

Нові вимоги висуваються до методів математичного моделювання ВЛС і ланцюгів поставок. Існуючі моделі та алгоритми синтезу ВЛС і ланцюгів поставок орієнтовані на знаходження оптимальних за тими чи іншими критеріями планів, структури постачальників і т.д. При цьому питання аналізу цих планів щодо їх здійсненності та стійкості залишаються відкритими. Завдання аналізу ВЛС і ланцюгів поставок в динаміці і оперативного реконфігурування також залишаються маловивченими. Існуючим методам моделювання ВЛС і ланцюгів поставок властивий і ряд загальних недоліків. Перш за все в них практично не враховується властивість активності елементів ВЛС і ланцюгів поставок в цілому. Структурна і функціональна стадії синтезу ланцюгів поставок, а також завдання планування і управління розглядалися окремо, на основі різних, методологічно не пов'язаних один з одним методів і моделей. Більшість з відомих математичних моделей носять статичний і детермінований характер, не враховує фактори невизначеності при плануванні ВЛС і ланцюгів поставок.

Використовувані концепції математичного моделювання ВЛС і ланцюгів поставок традиційно поділяються на три основні групи: оптимізаційні (аналітичні) методи, імітаційне моделювання та евристики.

Крім розглянутих трьох основних концепцій моделювання ВЛС і ланцюгів поставок слід також розглянути концепцію, яка об'єднує в собі елементи цих трьох концепцій, - теорію систем управління. Сучасні теорії систем і управління мають досить опрацьовану теоретичну базу методів моделювання закритих систем. У той же час можливості формалізації складних відкритих систем з активними елементами обмежені. Багато методів теорії управління, розроблені для технічних систем, не завжди застосовні для аналізу соціально-економічних систем і часто можуть бути використані лише як загальні модельні конструкції, що допомагають зрозуміти основні загальносистемні принципи управління в складних системах.

Важливою особливістю математичного моделювання ланцюгів поставок є складність, взаємопов'язаність і міждисциплінарність завдань синтезу та аналізу ВЛС і ланцюгів поставок. Сучасною тенденцією в моделюванні ланцюгів поставок є комбінування різних методів моделювання. У спеціальній літературі описано безліч прикладів комбінування різних методів моделювання ланцюгів поставок. Існують також розробки в області спеціальних мов моделювання ланцюгів поставок, наприклад SCML (Supply Chain Markup Language), призначений для обміну



моделями ланцюгів поставок незалежно від способу їх розв'язання і комп'ютерної реалізації, а також в області програмних продуктів для підтримки прийняття рішень в розподілених коопераційних системах [3].

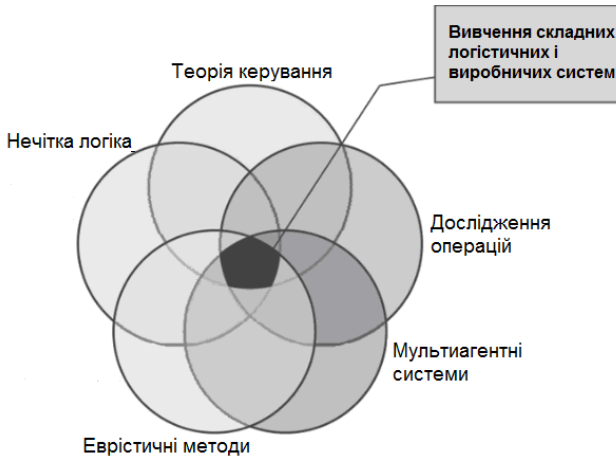


Рисунок 2 – Комбінація різних методів моделювання як основа дослідження ВЛС і ланцюгів поставок

На сьогодні відчувається гостра необхідність в розробці спеціальних методик математичного моделювання ВЛС і ланцюгів поставок, що дозволяють гнучко застосовувати різні методи і алгоритми, а також їх комбіновані модельні конструкції для вирішення різних завдань управління ВЛС залежно від характеру і повноти даних, взаємозв'язку даного завдання з іншими завданнями і т.д. Розробка подібного комплексного підходу до математичного моделювання ВЛС і ланцюгів поставок повинна ґрунтуватися на поєднанні різних дисциплін і методів, таких як теорії систем і управління, дослідження операцій, мультиагентних систем, нечіткої логіки і т.д. (рис. 2).

### Перелік посилань

1. Козаченко Д.М. Основи дослідження операцій у транспортних системах: приклади та задачі: навчальний посібник для ВНЗ / Д.М. Козаченко, Р.В. Вернигора, В.В. Малашкін; Дніпропетр.нац.ун-т залізн.трансп.ім.акад.В.Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2015. – 277 с.
2. Горев А.Э. Информационные технологии в профессиональной деятельности (автомобильный транспорт) : учебник для СПО / А.Э Горев. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 289 с.
3. Сергеев В.И. Корпоративная логистика в вопросах и ответах [Електронне джерело]. Режим доступу: [https://studref.com/402394/logistika/korporativnaya\\_logistika\\_v\\_voprosah\\_i\\_otvetah](https://studref.com/402394/logistika/korporativnaya_logistika_v_voprosah_i_otvetah)

УДК 004.9: 004.05

Павлова О. О., Боднар М. А.

*Хмельницький національний університет*

## **АНАЛІЗ КОРЕКТНОСТІ СТРУКТУРИ СПЕЦИФІКАЦІЙ ВИМОГ ДО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

*Підхід до аналізу коректності структури специфікацій вимог до ПЗ (відповідно до ISO/IEC/IEEE 29148:2018) був розроблений. Такий підхід дав можливість виконувати швидко автоматизовану перевірку специфікації вимог до ПЗ на предмет врахування визначених стандартом пунктів специфікації. Така перевірка дозволяє автоматизовано формувати висновок про коректність/некоректність структури специфікації, про можливість подальшої роботи над проектом згідно такої специфікації або про необхідність доопрацювання специфікації.*

*The approach to the analysis of software requirements specification on its structure correctness (according to ISO/IEC/IEEE 29148:2018) was developed. This approach made it possible to perform a quick automated check of the software requirements specification on consideration of the specification's items. Such check allows making the automatic conclusion about the correctness/incorrectness of the structure of the specification, about the possibility of further work on the project according to such specification or about the need for re-work of the specification.*

Автори [1] довели, що більшість інцидентів та катастроф, пов'язаних з програмним забезпеченням (ПЗ), виникають через помилкові вимоги, через їх недостатню чіткість, через некоректну структуру специфікації тощо, відтак залежність успішності реалізації програмного проекту від специфікації вимог існує, тому поглиблення аналізу специфікації вимог до ПЗ є необхідним. У [2] доведено актуальність та необхідність оцінювання достатності інформації у специфікаціях вимог до ПЗ. На достатність інформації у специфікаціях вимог до ПЗ впливає структура специфікацій, яка повинна відповідати діючому стандарту ISO/IEC/IEEE 29148:2018 [3]. Відомі моделі, методи та засоби для аналізу вимог до ПЗ не розв'язують задачу аналізу коректності структури специфікацій вимог до ПЗ (відповідно до ISO/IEC/IEEE 29148:2018) [4].

Враховуючи вищевикладену актуальність задачі аналізу вимог до ПЗ, метою даного дослідження є розроблення підходу до аналізу коректності структури специфікацій вимог до ПЗ (відповідно до ISO/IEC/IEEE 29148:2018).

Підхід до аналізу коректності структури специфікацій вимог до ПЗ (відповідно до ISO 29148:2018) представлено на рисунку 1.

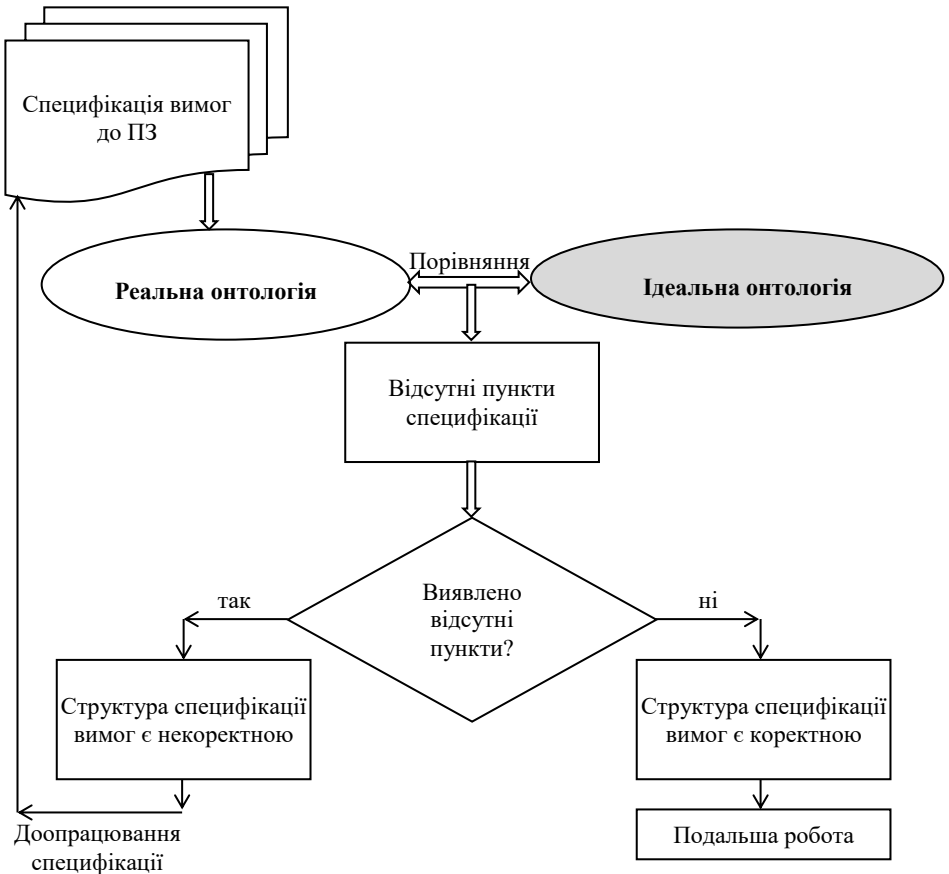


Рисунок 1 – Підхід до аналізу коректності структури специфікацій вимог до ПЗ (відповідно до ISO/IEC/IEEE 29148:2018)

Всі необхідні пункти специфікації вимог до ПЗ представлено у стандарті ISO/IEC/IEEE 29148:2018, де вони структуровані за секціями специфікації. Отже, щоб структура специфікації вимог могла бути визнаною як коректна, необхідно, щоб у специфікації були присутні всі перераховані пункти. Для прискорення та автоматизації такої процедури перевірки наявності всіх пунктів, пропонується розроблення ідеальної онтології на основі стандарту ISO/IEC/IEEE 29148:2018, а також розроблення реальної онтології на основі кожної аналізованої специфікації. Далі відбуватиметься порівняння двох онтологій (ідеальної та реальної), в результаті якого будуть встановлені відсутні пункти у аналізованій специфікації.

Якщо такі відсутні пункти виявлено, то структура специфікації вимог до ПЗ є некоректною, і пропонується доопрацювання специфікації. Якщо таких відсутніх пунктів не виявлено, то структура специфікації вимог до ПЗ є коректною, і пропонується подальша робота над проектом за цією специфікацією.

Використання онтологій у підході до аналізу коректності структури специфікацій вимог до ПЗ (відповідно до ISO/IEC/IEEE 29148:2018) забезпечують можливість автоматизації такого аналізу.

Отже, підхід до аналізу коректності структури специфікацій вимог до ПЗ (відповідно до ISO/IEC/IEEE 29148:2018) був розроблений. Такий підхід дав можливість виконувати швидко автоматизовану перевірку специфікації вимог до ПЗ на предмет врахування визначених стандартом пунктів специфікації. Така перевірка дозволяє автоматизовано формувати висновок про коректність/некоректність структури специфікації, про можливість подальшої роботи над проектом згідно такої специфікації або про необхідність доопрацювання специфікації.

### **Перелік посилань**

1. Pomorova O. The Way to Detection of Software Emergent Properties / O. Pomorova, T. Hovorushchenko // The 8-th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications: Proceedings (Warsaw (Poland), September 24-26, 2015). –Warsaw, 2015. – Vol. 2. – Pp. 779-784.
2. Hovorushchenko T. Information Technology for Assurance of Veracity of Quality Information in the Software Requirements Specification / T. Hovorushchenko // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2018. – Vol. 689. – Pp. 166-185.
3. ISO/IEC/IEEE 29148:2018. Systems and software engineering. Life cycle processes. Requirements engineering. [Introduced 01.12.2018]. Geneva (Switzerland), 2018. 28 p. (International standard).
4. Boyarchuk A. Approach to the Analysis of Software Requirements Specification on Its Structure Correctness / A. Boyarchuk, O. Pavlova, M. Bodnar, I. Lopatto // CEUR-WS. – 2020. – Vol. 2623. – Pp. 85-95.

УДК 004.9: 004.05

Павлова О. О., Лопатто І. Ю.

*Хмельницький національний університет*

## **ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АГЕНТ ВЕРИФІКАЦІЇ ВРАХУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ПРЕДМЕТНОЇ ГАЛУЗІ В ПРОЦЕСІ РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ**

*У статті вперше запропоновано концепцію діяльності інтелектуального агента верифікації врахування інформації предметної галузі в процесі розроблення програмних систем, який базується на порівнянні ідеальної та реальної онтологій, в яких міститься відповідно необхідна та наявна інформація на кожному з етапів життєвого циклу програмної системи. Таке попарне порівняння відповідних онтологій дасть можливість побачити втрати інформації на кожному етапі життєвого циклу й оцінити їх об'єми.*

*The paper first time proposes the concept of activity of intelligent agent of verification of considering the subject area information in the process of software systems development, which is based on the comparison of ideal and real ontologies, that contains, respectively, the necessary and the available information at each stage of the software systems' life cycle. Such pairwise comparisons of the respective ontologies will make it possible to identify the information losses (and knowledge gaps) at each stage of the software systems' life cycle and to estimate their volume.*

Однією з причин низької успішності реалізації програмних систем є недостатність уваги, приділеної інформації предметної галузі (ІПГ) на різних етапах життєвого циклу, її достатності, достовірності, точності. ІПГ може надходити на різних етапах життєвого циклу – як на початкових етапах, так і на етапах реалізації та експлуатації. Деяка ІПГ аналізується прискіпливо, а деяка – взагалі не аналізується. Часто розробники нехтують ІПГ з малою ймовірністю, а інколи нехтують, навіть не оцінивши її ймовірність. Таке нехтування ІПГ на всіх етапах життєвого циклу є одним з критичних факторів при розробленні програмних систем [1-3].

Розроблення програмних систем вимагає врахування ІПГ на усіх етапах його проектування та розробки з метою підвищення його надійності, функціональної безпеки, живучості та гарантоздатності. Відтак, верифікація врахування ІПГ в процесі розроблення програмних систем є важливою та актуальною задачею. Для її розв'язання слід розробити інтелектуального агента (ІА), який проводитиме верифікацію врахування ІПГ в процесі розроблення програмних систем. Інтелектуальний агент аналізує отриману інформацію та

співставляє її з відомими йому фактами, на основі чого формує висновок про подальші дії [4]. Проведений аналіз відомих ІА показав, що вони не розв'язують задачу верифікації врахування ІПГ в процесі розроблення програмних систем.

Метою даного дослідження є розроблення концепції діяльності такого інтелектуального агента.

Незалежно від обраної моделі життєвого циклу, на кожному з етапів життєвого циклу програмної системи (ПС) формується певний документ (план, специфікація вимог до ПЗ, дизайн (архітектура) програмної системи, вихідний код, продукт і т.і.), в якому повинна бути наявна певна (як правило, визначена відповідним стандартом) інформація.

Тоді, враховуючи, яка інформація повинна бути наявна у відповідному документі, слід побудувати ідеальні онтології – для кожного документу. При цьому основну увагу слід приділити інформації предметної галузі, яка може і повинна бути врахована у відповідному документі на відповідному етапі життєвого циклу програмної системи.

В процесі роботи над реальною програмною системою, розробниками формуватимуться такі реальні документи, тоді на їх основі слід формувати реальні онтології – для кожного документу.

Після цього слід порівняти реальні онтології, розроблені по кожному відповідному реальному документу (етапу життєвого циклу програмної системи), з розробленими раніше відповідними ідеальними онтологіями. Порівняння двох відповідних онтологій для кожного документу надасть множини відсутніх у відповідних документах інформаційних елементів, які уможливають побачити втрати інформації предметної галузі у цьому документі, а також оцінити їх об'єми.

Для оцінювання об'ємів інформаційних втрат можуть бути використані запропоновані у [5, 6] формули числової оцінки рівня достатності наявної інформації – з адаптацією до відповідного документу та доступній у ньому інформації.

Концепція діяльності інтелектуального агента верифікації врахування інформації предметної галузі в процесі розроблення програмних систем представлена на рисунку 1.

Для подальших успішних реалізації та використання програмної системи, розмір розриву у знаннях бажано зменшувати, враховуючи якнайбільше інформації предметної галузі протягом її життєвого циклу. Відтак у статті вперше запропоновано концепцію діяльності інтелектуального агента верифікації врахування інформації предметної галузі в процесі розроблення програмних систем, який базується на порівнянні ідеальної та реальної онтологій, в яких міститься відповідно необхідна та наявна інформація на кожному з етапів життєвого циклу програмної системи.

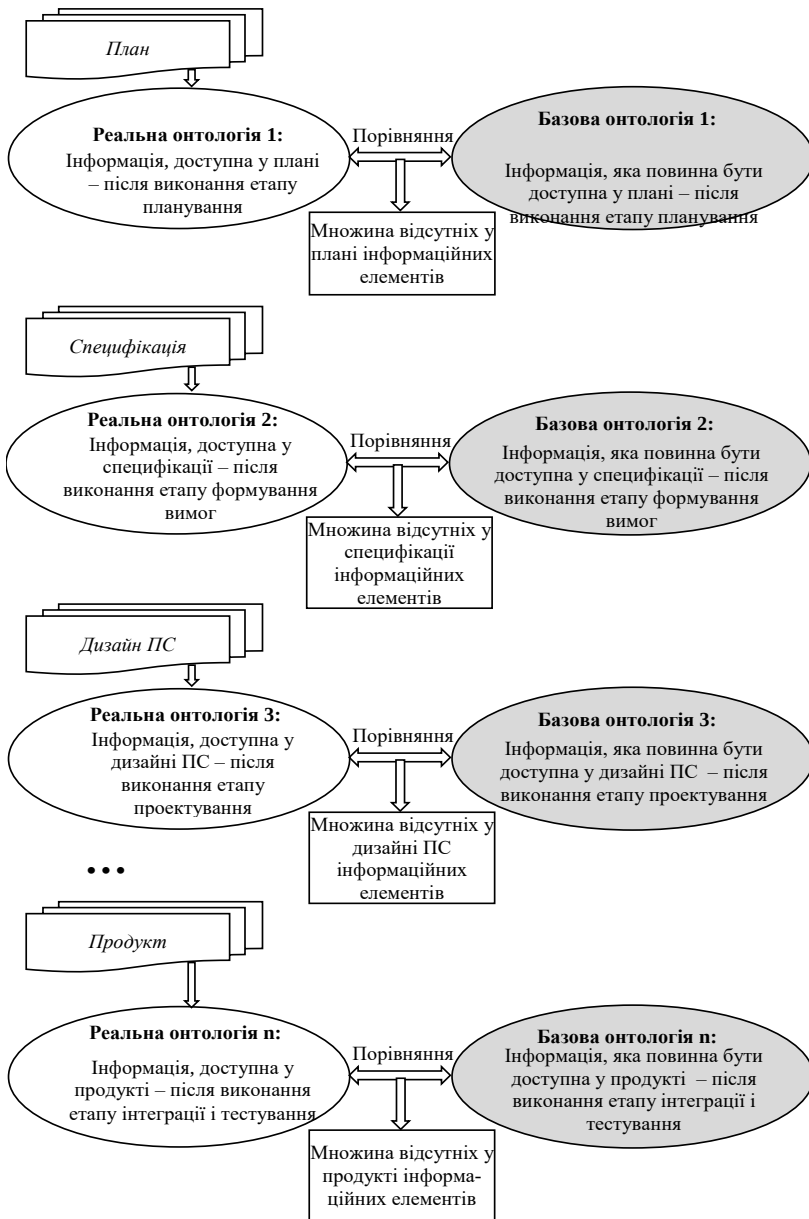


Рисунок 1 – Концепція діяльності інтелектуального агента верифікації врахування інформації предметної галузі в процесі розроблення програмних систем

Таке попарне порівняння відповідних онтологій дасть можливість побачити втрати інформації на кожному етапі життєвого циклу, а також оцінити їх об'єми.

### **Перелік посилань**

1. Pomorova O. The Way to Detection of Software Emergent Properties / O. Pomorova, T. Hovorushchenko // The 8-th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications: Proceedings (Warsaw (Poland), September 24-26, 2015). – Warsaw, 2015. – Vol. 2. – Pp. 779-784.
2. Munch J. Perspectives on the future of software engineering / J. Munch, K. Schmid. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013. – 365 p.
3. Diaz V. G. Handbook of research on innovations in systems and software engineering / V. G. Diaz, J. M. Lovelle, B. C. Garcia-Bustelo. – Hershey, 2015. – 745 p.
4. Wooldridge M. Intelligent agents – theory and practice / M. Wooldridge, N. R. Jennings // Knowledge Engineering Review. – 1995. – Vol. 10. – Issue 2. – Pp. 115-152.
5. Hovorushchenko T. Development of an Intelligent Agent for Analysis of Nonfunctional Characteristics in Specifications of Software Requirements / T. Hovorushchenko, O. Pavlova, M. Bodnar // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2019. – Vol. 1. – No. 2 (97). – Pp. 6-17.
6. Hovorushchenko T. Method of Activity of Ontology-Based Intelligent Agent for Evaluating the Initial Stages of the Software Lifecycle / T. Hovorushchenko, O. Pavlova // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2019. – Vol. 836. – Pp. 169-178.



УДК 004.4

Панчук В. А., Скрипник Т. К.

*Хмельницький національний університет*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОРОТКОСТРОКОВОЇ АРЕНДИ НА СТАН ІНДУСТРІЇ НА БАЗІ АНАЛІТИЧНОГО ПІДХОДУ**

*Проведенні дослідження впливу короткострокової аренди на стан індустрії рентування житла та проведено порівняння з такими класичними сервісами як готельні послуги. В роботі розроблено та реалізовано аналітичний підхід з використанням засобів машинного навчання по аналізу прогнозованості завантаження приватних житлових сервісів та проведено аналіз впливу на індустрію адміністративних факторів. За адміністративні фактори прийнято обмеження та регулювання місцевої влади в сфері адміністрування сервісу послуг зі здачі приватного житла в короткостроковий найм.*

*A study of the impact of short-term rent on the state of the rental industry and a comparison with such classic services as hotel services. The paper develops and implements an analytical approach using machine learning tools to analyze the predictability of the load of private housing services and analyzes the impact on the industry of administrative factors. Restrictions and regulation of local authorities in the field of administration of short-term rental housing services have been adopted as administrative factors.*

Поява Airbnb, безсумнівно, є одним з найбільш значущих і трансформативних останніх подій у світовому туристичному секторі. Незважаючи на те, що Airbnb існує лише приблизно 10 років, зробивши революцію в віковій практиці однорангового житла з новою технологічною платформою дистрибуції, компанія створила своєчасне нововведення, яке виросло швидше, ніж практично будь-хто очікував.

Методика оцінки ефектів за відсутності справжнього експериментального підходу за допомогою природного експерименту широко проводилася в емпіричних дослідженнях в галузі фінансів, економіки та інших галузях соціальної науки. У зв'язку з цим часто проводяться квазі-експериментальні дослідження там, де існують відповідні умови; це допомагає подолати обмеження експериментального підходу та дозволяє дослідникам проводити дослідження в природних умовах.

Числовий ефект регулювання вартості по суті такий же, як і в порівнянні щомісячного доходу або кількості лістингів, що не дивно, оскільки не було незвичайних середньодобових змін курсу при проходженні регламенту. Оцінка OLS  $\delta$  виражена наступним чином:

$$\delta = [(\bar{Y}_{NY,R,1} - \bar{Y}_{NY,R,0}) - (\bar{Y}_{NY,NR,1} - \bar{Y}_{NY,NR,0})] - [(\bar{Y}_{DC,R,1} - \bar{Y}_{DC,R,0}) - (\bar{Y}_{DC,NR,1} - \bar{Y}_{DC,NR,0})] \quad (1)$$

Основною метою поточного дослідження було вивчення впливу нового регулювання на Airbnb, що вимірюється змінами кількості списків та щомісячного доходу.

На відміну від негативного впливу регулювання на конкуренцію, це може мати деякі позитивні ефекти з точки зору орієнтації ринку. Положення про фірми спочатку можуть бути руйнівними, але в кінцевому підсумку заохочуватимуть фірми підвищувати свої мотивації і спонукати їх стати більш відповідними ринку. Це означає, що регулювання може виробляти кращі продукти і привести компанії до підвищення задоволеності клієнтів.

Також метою дослідження було проведення аналізу впливу Airbnb на сектор аренди житла на базі зібраних даних. Проведений аналіз впливу особливостей (features) показав що тільки 10% наявних будинків мали кращу угоду з допомогою Airbnb. Тобто викиристання сервісу Airbnb в незначній мірі дозволяє підвищити ефективність аренди. Це дозволяє припустити, що власники нерухомості в Airbnb можуть заробляти більше, повертаючись до традиційної моделі оренди. З цією інформацією, наприклад, можна формувати стимули для власників нерухомості Airbnb в сферах житлових питань через оренду Airbnb, щоб повернутися до традиційної оренди. Однак це залежить від традицій оренди в тій чи іншій області.

### **Перелік посилань**

1. Coyle, D., & Yeung, T. (2017). Understanding Airbnb in fourteen European cities. Manchester: The Jean-Jacques Laffont Digital Chair.
2. Dolnicar, S. (2018). Peer-to-peer accommodation networks: Pushing the boundaries. Oxford: Goodfellow Publishers.
3. Dzieza, J. (2015). Airbnb comes under fire in New York City.
3. Edelman, B. G., & Geradin, D. (2016). Efficiencies and regulatory shortcuts: How should we regulate companies like Airbnb and Uber? *Stanford Technology Law Review*, 19(2), 293–328.

УДК 519.688

Пасічник О. А., Скрипник Т. К., Білик П. Р.

*Хмельницький національний університет*

## **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ДИСКРЕТНОГО ФУР'Є-ПРОДОВЖЕННЯ В ПРОГНОЗУВАННІ ЕКОНОМІЧНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ**

*Розглянуто актуальність та перспективність використання алгоритму Дискретного Фур'є-продовження для прогнозування фінансово-економічних часових рядів за допомогою використання технологій нейронних мереж задля корегування похибок та нормалізації результатів отриманих внаслідок дії алгоритму. Аргументовано релевантність їх застосування.*

*The relevance and prospects of using a discrete Fourier algorithm for forecasting financial and economic time series using neural network technologies to correct observational error and normalize the results obtained using the algorithm are considered. Argued appropriateness of their application.*

На даний час актуальною задачею є прогнозування часових рядів економічної динаміки в дослідженні фінансово-економічних систем різної складності. У своїй роботі М.Д. Кондаратьєв [1] помітив та пояснив циклічність поведінки економічних систем.

В якості методики прогнозування низькочастотної складової часового ряду, Д.М. Чабаненко [2] запропонував алгоритм дискретного Фур'є-продовження. Запропонований алгоритм дозволяє подолати зазначені вище проблеми, виділяючи моночастотні гармонічні складові, які легко екстраполюються в часі.

Використання продовження Фур'є (ПФ) вважається традиційним математичним апаратом для аналізу стаціонарних процесів. При цьому відбувається розклад сигналів у базисі комплексних експонент або синусів та косинусів.

Незаперечною перевагою ПФ є його гнучкість – перетворення може використовуватися як для безперервних функцій часу, так і для дискретних. В останньому випадку воно називається дискретним ПФ – ДПФ.

З практичної точки зору і з позицій точного представлення довільних сигналів ПФ має ряд обмежень і недоліків. При відсутньому дозволі воно має гарну локалізацію по частоті. ПФ навіть для однієї заданої частоти вимагає знання сигналу не лише у минулому, але і в майбутньому. Це обумовлено тим, що базисною функцією при розкладанні в ряді Фур'є є гармонійне коливання, яке математично визначене на часовому інтервалі: від  $-\infty$  до  $+\infty$ . ПФ не враховує, що

частота коливання може змінюватися в часі. Локальні особливості сигналу (розриви, сходинки, списи і тому подібне) дають ледве помітні складові спектру, по яких виявити ці особливості, і тим більше їх місце і характер, практично неможливо.

Відома велика кількість робіт, в яких пропонується дослідження частотного спектру сигналу і побудова прогнозу, заснованого на використанні його найбільш характерних гармонік. За допомогою спектра перетворення Фур'є вчені виявили наявність низькочастотних і середньочастотних циклів в різних часових рядах [3]. Однак класичний Фур'є-аналіз має ряд недоліків, серед яких значні похибки для частот, не кратних проміжку дискретизації. Особливо цей недолік є критичним для низькочастотних коливань. При використанні досить великого числа гармонік перетворення Фур'є хоча й задовільно описує такі коливання, однак визначення частоти (довжини періоду) переважаючих коливань здійснюється з помітними методичними похибками. Про це свідчать відхилення в спектрах перетворення Фур'є реальних фінансово– економічних рядів, які спостерігаються в роботах різних авторів [2].

ПФ внаслідок простоти обчислення (особливо при використанні алгоритмів швидкого перетворення) знайшло широке використання при розв'язанні диференційних рівнянь динамічної рівноваги лінійних систем.

Слід зазначити, що побудову й аналіз складних моделей залежностей між сукупністю багатьох змінних можна здійснювати з використанням нейронних мереж. Нейронні мережі є порівняно новими і досить перспективними обчислювальними технологіями, які дають змогу використовувати нові підходи до дослідження динамічних завдань у сфері економічних досліджень [3]. Саме для компенсації недоліків Фур'є-продовження доцільним буде використання технології нейронних мереж.

### **Перелік посилань**

1. Дербенцев В.Д. Синергетичні та еконофізичні методи дослідження динамічних та структурних характеристик економічних систем: монографія / В.Д. Дербенцев, О.А. Сердюк, В.М. Соловйов, О.Д. Шарапов. – Черкаси–Брама–Україна, 2010. – 300 с.
2. Сапцін В.М. Фур'є-продовження низькочастотних складових рядів економічної динаміки / В.М. Сапцін, Д.М. Чабаненко // Проблеми економічної кібернетики: тези доп. XIV Всеукр. наук.-метод. конф. (8–9 жовт.). – Харків : ХНУ ім.В.Н.Каразіна, 2009. – С. 132–133.
3. Поспелов И.Г. Моделирование экономических структур. – Москва :. ФАЗИС \* ВЦ РАН, 2003. – 208 с.

УДК 57.087

Пирогов П. А, Чумаченко Д. І.

*Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»*

## **ВИЗНАЧЕННЯ ЙМОВІРНОСТІ ЗАХВОРЮВАННЯ ХВОРОБАМИ СЕРЦЯ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ DATA MINING**

*Дослідження присвячено аналізу існуючих моделей та методів визначення ймовірності захворювання на основі діагностичних характеристик пацієнта, та розробці програмного забезпечення для визначення ймовірності захворювання на основі удосконалених методів. Розроблено інформаційну систему для визначення ймовірності захворювання пацієнта із заданими діагностичними характеристиками на основі методів Data Mining. Для розробки програмного комплексу мова програмування С#. Проаналізовано існуючі моделі та методи визначення ймовірності захворювання на основі діагностичних характеристик пацієнта. За допомогою мови програмування С# розроблено програмний комплекс, визначення ймовірності захворювання на основі діагностичних характеристик пацієнта.*

*The study is devoted to the analysis of existing models and methods for determining the probability of a disease based on the diagnostic characteristics of the patient, and the development of software for determining the probability of a disease based on advanced methods. An information system has been developed to determine the probability of a patient's disease with specified diagnostic characteristics based on Data Mining methods. To develop a software package, the C # programming language. The existing models and methods for determining the likelihood of a disease based on the diagnostic characteristics of the patient are analyzed. Using the C # programming language, a software package has been developed that determines the probability of a disease based on the diagnostic characteristics of the patient.*

Методи діагностики в медицині грають важливу роль. Точність діагнозу і швидкість, з якою його можна поставити, залежать від дуже багатьох чинників: від стану хворого, від наявних даних про симптоми і ознаки захворювання, результати лабораторних аналізів, але найголовніше - від кваліфікації самого лікаря. Точно поставлений діагноз в найкоротші терміни дозволяє збільшити шанс на одужання хворого. Виходячи з усіх цих міркувань, цілком природно спробувати визначити умови, при яких діагноз може бути поставлений максимально швидко і точно.

Потрібно знайти залежність, яка покаже які пацієнти відносяться до класу «Здорові», а які до класу «Хворі». Для такого завдання раціонально використання логістичної регресії, яка широко використовується для знаходження ймовірностей.

Кожен пацієнт може належати за результатами ЕКГ до трьох класів «Normal», «Нур» і «Abnormal». Також розглядаються дві події: пацієнт хворий ( $y = 1$ ) і здоровий ( $y = 0$ ).

Умове середнє для логістичної регресії визначається за формулою (1):

$$\rho(x) = \frac{e^{g(x)}}{1 + e^{g(x)}} \quad (1)$$

де  $g(x) = \beta_0 + \beta_1 C_1 + \beta_2 C_2$ ;  $C_1, C_2$  – змінні для квантування значень в трьох інтервалах;  $x$  – пояснювальна змінна;  $\beta_0, \beta_1, \beta_2$  – параметри, що шукаються,  $c(x)$  – ймовірність події.

Розглянемо вибірку з 303 пацієнтів з вхідними характеристиками, представленими на рис. 1. У табл. 1 представлені коефіцієнти якості моделі.

|    | age | sex    | chestpain       | bloodpressure | cholesterol | Fastingbloodsugar... | restingecg | maximumheartrate |
|----|-----|--------|-----------------|---------------|-------------|----------------------|------------|------------------|
| 1  | 60  | Male   | Asymptomatic    | 130           | 206         | 0                    | Hyp        | 132              |
| 2  | 49  | Male   | Abnormal Angina | 130           | 266         | 0                    | Normal     | 171              |
| 3  | 64  | Male   | Angina          | 110           | 211         | 0                    | Hyp        | 144              |
| 4  | 63  | Male   | Asymptomatic    | 130           | 254         | 0                    | Hyp        | 147              |
| 5  | 53  | Male   | Asymptomatic    | 140           | 203         | 1                    | Hyp        | 155              |
| 6  | 58  | Female | Angina          | 150           | 283         | 1                    | Hyp        | 162              |
| 7  | 58  | Male   | Abnormal Angina | 120           | 284         | 0                    | Hyp        | 160              |
| 8  | 58  | Male   | NoTang          | 132           | 224         | 0                    | Hyp        | 173              |
| 9  | 63  | Male   | Angina          | 145           | 233         | 1                    | Hyp        | 150              |
| 10 | 67  | Male   | Asymptomatic    | 160           | 286         | 0                    | Hyp        | 108              |
| 11 | 67  | Male   | Asymptomatic    | 120           | 229         | 0                    | Hyp        | 129              |
| 12 | 37  | Male   | NoTang          | 130           | 250         | 0                    | Normal     | 187              |
| 13 | 41  | Female | Abnormal Angina | 130           | 204         | 0                    | Hyp        | 172              |
| 14 | 56  | Male   | Abnormal Angina | 120           | 236         | 0                    | Normal     | 178              |
| 15 | 62  | Female | Asymptomatic    | 140           | 268         | 0                    | Hyp        | 160              |
| 16 | 57  | Female | Asymptomatic    | 120           | 354         | 0                    | Normal     | 163              |
| 17 | 57  | Male   | Asymptomatic    | 140           | 192         | 0                    | Normal     | 148              |
| 18 | 56  | Female | Abnormal Angina | 140           | 294         | 0                    | Hyp        | 153              |
| 19 | 56  | Male   | NoTang          | 130           | 256         | 1                    | Hyp        | 142              |
| 20 | 44  | Male   | Abnormal Angina | 120           | 263         | 0                    | Normal     | 173              |
| 21 | 50  | Female | NoTang          | 120           | 219         | 0                    | Normal     | 158              |
| 22 | 58  | Female | NoTang          | 120           | 340         | 0                    | Normal     | 172              |
| 23 | 66  | Female | Angina          | 150           | 226         | 0                    | Normal     | 114              |
| 24 | 43  | Male   | Asymptomatic    | 150           | 247         | 0                    | Normal     | 171              |

Рисунок 1 – Фрагмент даних про вибірку пацієнтів в файлі SPSS

Таблиця 1 – Зведена таблиця моделі

| Крок | -2 Log<br>правдоподібність | R-квадрат Кокса та<br>Снелла | R-квадрат<br>Нейжелкерка |
|------|----------------------------|------------------------------|--------------------------|
| 1    | 348.461                    | 0.210                        | 0.281                    |

У даній роботі визначені, проаналізовані і реалізовані методи, які дозволяють оцінити ймовірність захворювання пацієнта із заданими діагностичними характеристиками. Отримані дані дозволять більш точно оцінювати стан здоров'я в умовах постійно мінливих діагностичних параметрів.

### Перелік посилань

1. P. Baldi and S. Brunak, Bioinformatics: The Machine Learning Approach (2nd ed.) / MIT Press, 2001.
2. Rubin G, The expanding role of primary care in cancer control [Text] / Rubin G, Berendsen A, Crawford SM, Dommert R, Earle C. Lancet Oncol, 2015 – pg. 31–72.
3. Supplemental Excel Data Sets [Electronic resource] / Access Mode: <http://mercury.webster.edu/aleshunatas/DataSets/Supplemental%20Excel%20Data%20Sets.htm>.

УДК 004.4

Плацідим В. В., Міхалевський В. Ц.

*Хмельницький національний університет*

## **РЕКОМЕНДАЦІЙНА СИСТЕМА ПОШУКУ ЖИТЛА ТА СПІВМЕШКАНЦІВ В БЮДЖЕТНОМУ СЕГМЕНТІ**

*Проведено дослідження можливості отримання рекомендацій на основі даних про уподобання людини з рекомендацій співмешканця по кімнаті з орієнтацію на студентську аудиторію. Рекомендаційна система уникає деяких класичних недоліків: вона не має проблеми з розподілом, оскільки рекомендації не залежать від бази оцінок користувачів, не вимагає інженерного процесу знань, і не повинна збирати інформацію про конкретного користувача, оскільки подібність суджень не залежить від індивідуальних смаків і т.д. Несприйнятлива до статистичних аномалій, оскільки рекомендації базуються на знаннях, які оновлюються механізмами навчання. Рекомендаційна система має чітко визначену модель знань, яка розглядає знання про користувачів, елементи, домен, контекст і критику.*

*A study of the possibility of obtaining recommendations based on data on the preferences of the person from the recommendations of a roommate with a focus on the student audience. The recommendation system avoids some classic shortcomings: it has no problem with distribution, because the recommendations do not depend on the user rating base, does not require an engineering knowledge process, and should not collect information about a particular user, because the similarity of judgments does not depend on individual tastes, etc. . Not susceptible to statistical anomalies, as the recommendations are based on knowledge that is updated by learning mechanisms. The recommendation system has a clearly defined knowledge model that considers knowledge of users, elements, domain, context, and critique.*

Навчальний механізм дозволяє оновлювати ці знання, які спочатку визначаються за допомогою контекстних та доменних відомостей, і використовуються в перших висновках. Потім рекомендаційна система використовує знання, отримані навчальним механізмом, особливо про користувачів, щоб підвищити його продуктивність.

Відповідно до вибору парадигми існують конкретні механізми міркування, які можуть бути використані. Головний момент полягає в тому, що ці механізми повинні допускати висновки. Користувачеві потрібно враховувати всі наявні знання, якщо цілі користувача не задоволені поточними елементами. Існує три основні механізми міркування, які можуть бути використані: індукція, викрадення та відрахування. Кожен з них може бути використаний для різних завдань, таких як аналіз того, чому рекомендація може бути надана, прогнозування елемента, який може бути цікавим для користувача і це означає, що він дозволяє різні види міркувань: знайти «релакс» або «компроміс» (наприклад, Що робити, якщо вимоги

користувача не можуть бути виконані?), знайти «діагноз» (наприклад, Чому рекомендується певний пункт?), провести «перевірку» і «репарацію-налагодження» (наприклад, Що робити, якщо вимоги користувача є непослідовними?), і так далі. Ідея полягає в тому, щоб визначити логічні пояснення про різні аспекти, які будуть розглянуті під час процесу рекомендацій, використовуючи наявні знання. Класичні відповіді рекомендаційної системи є тільки на деякі з них.

Причинно-наслідкові зв'язки є позитивними або негативними ознаками з питомою вагою. Значення вузла є ступенем активації концепції в даний момент часу. Це значення визначається як сума всіх значень понять у попередньому стані та вхідних краях.

Зокрема, система визначається  $n$  поняттями (математично це  $n$ -вектор стану  $A$ ), а  $n * n$  зважена матриця  $E$ . Кожен елемент  $E_{ij}$  матриці є значенням ваги між поняттями  $C_i$  і  $C_j$  (він вимірює, скільки  $C_i$  спричинює  $C_j$ ). Рівень активації  $A_i$  для кожної концепції  $C_i$  обчислюється так:

$$A_i = f\left(\sum_{j=1}^n A_j E_{ji}\right) + A_i^{\text{old}} \quad (1)$$

Тут  $A_i$  є рівень активації  $C_i$  в момент часу  $t+1$ ,  $A_j$  є рівень активації  $C_j$  в момент часу  $t$ ,  $A_i^{\text{old}}$  є рівень активації  $C_i$  в момент часу  $t$ , і  $f$  є порогова функція. Таким чином, новий вектор стану  $A$  визначається зміною рівня активації однієї концепції за рахунок інших понять.

Реалізація рекомендаційної системи показує універсальність фреймворку. Основними аспектами, які повинні гарантувати інтелектуальні методи, що будуть використовуватися для впровадження, є можливості міркування, представлення різноманітних знань і навчання. Зокрема, здатність до навчання легко використовується, а аргументації визначаються ітераційним процесом.

Представлено новий тип рекомендаційної системи, який називається «Інтелектуальна рекомендаційна система». Система покращує якість рекомендацій завдяки представленню знань, а також завдяки механізмам навчання та міркування. Класичні рекомендаційні системи мають не всі ці характеристики одночасно; наприклад, не можуть використовувати ту саму техніку, яку використовували для реалізації нашого прикладу. Отже, пропонується система має кращу поведінку завдяки характеристикам, що використовуються одночасно.

### Перелік посилань

1. D. Jannach, M. Zanker, A. Felfernig, G. Friedrich, Recommender Systems: An Introduction, Cambridge University Press, New York, 2011.
2. W. Liu, L. Gao, Recommendation system based on fuzzy cognitive map, J. Multimedia 9 (7) (2014) 970–976.
3. B. Ojokoh, M. Omisore, O. Samuel, T. Ogunniyi, A fuzzy logic based personalized recommender system, Int. J. Comput. Sci. Inform. Technol. Secur. (IJCSITS) 2 (5) (2012) 1008–1015.



УДК 004.9

Хмельницький національний університет

Придачук Ю. Р., Залуцька О. О., Кравчук Я. О.

## **ПАРАМЕТРИ МОДЕЛІ ТЕСТОВОГО ЗАВДАННЯ ПРИ АВТОМАТИЗОВАНОМУ ФОРМУВАННІ ТЕСТІВ**

*Запропоновано подання множини тестових завдань, що використовуються для автоматизованого формування наборів тестових завдань. Врахування значень наведених параметрів елементів множини тестових завдань при формуванні збалансованих вибірок тестів дозволить досягти високої якості автоматизованого формування репрезентативних наборів тестових завдань. За допомогою такого конструювання тесту можна забезпечити відповідний рівень репрезентативності й дискримінативності наборів тестових завдань, що формуються в системах тестування сучасних навчальних середовищ.*

*The representation of test tasks set used for automated formation of sets of test tasks is offered. Taking into account the values of the above parameters of the elements of the set of test tasks in the formation of balanced samples of tests will achieve high quality automated formation of representative sets of test tasks. By means of such construction of the test it is possible to provide the corresponding level of representativeness and discriminativity of sets of test tasks which are formed in systems of testing of modern educational environments.*

Контроль знань є важливою частиною процесу навчання і дозволяє отримати об'єктивну оцінку рівня знань студентів. Однією з форм контролю знань, що добре себе зарекомендувала, є тестування. Тестові технології, які застосовуються в системі вищої професійної освіти, покликані забезпечувати отримання оперативної та достовірної інформації про якість навчальних досягнень студентів. Тестова перевірка включає в себе набір тестових завдань із різними параметрами, що робить результат тестування більш об'єктивним.

Інформаційні технології на сучасному етапі широко використовуються для забезпечення комп'ютерного тестування рівня знань. Зокрема, функція тестування реалізована в відомих системах дистанційного навчання: ATutor, Claroline LMS, Dokeos, eFront, ILIAS, Moodle, OLAT, Open Elms, OpenACS, Sakai, TrainingWare Class, WebTutor тощо. Найбільш широко на сучасному етапі використовується середовище Moodle – безкоштовна, відкрита система управління навчанням, що реалізує взаємодію між викладачами та учнями через мережу Інтернет.

В рамках розробки інформаційної технології гнучкого тестування рівня знань [1], яка забезпечує формування репрезентативних наборів тестових завдань та адаптивно обирає тестові завдання в процесі тестування, вирішується проблема

рівномірного використання тестових завдань в кожній окремій вибірці тесту за рядом параметрів. При вирішенні цієї проблеми є актуальною задача визначення параметрів тестів, значення яких слід автоматизовано враховувати при формуванні збалансованих вибірок тестів.

Частина актуальних для задачі параметрів тестів визначає безпосередньо середовище Moodle. До них належать: тип питання, бал за замовчуванням і кількість правильних відповідей.

Тип питання у середовищі Moodle є первинним класифікатором тестових завдань. Передбачено питання множинного вибору, логічного вибору (Так/Ні), відповідності, короткої відповіді, числової відповіді, есе та вбудованої відповіді. Параметр типу питання впливає на логічну однорідність структури тесту.

Бал за замовчуванням є оцінкою за питання у разі правильної відповіді й штрафним балом при неправильній відповіді, параметр істотно впливає на результуючу оцінку й як правило визначає складність тестового завдання.

Кількість правильних відповідей може варіюватися в залежності від типу завдання й виділяється одна або кілька правильних відповідей. Цей параметр впливає на логічну однорідність структури тесту та складність тестового завдання.

Іншу частину актуальних для задачі параметрів тестів визначає його семантичне ядро. Семантичне ядро тесту пропорційно якості тесту в максимально можливій мірі відповідає семантичному ядру навчальних матеріалів, по яких проводиться тестування. До параметрів тестового завдання, що стосуються семантичного ядра тесту, належать важливість терміна та кількість використаних термінів.

Важливість терміна, засвоєння сенсу якого пріоритетно перевіряється – визначається шляхом ручного чи автоматизованого семантичного аналізу контенту відповідних навчальних матеріалів [2].

Кількість термінів, засвоєння яких перевіряється – визначається кількістю термінів із числа ключових для відповідних навчальних матеріалів, що використані при композиції тестового завдання.

Виходячи з наведеного, якщо до множини тестових завдань  $M_{TestEx}$  належать всі тестові завдання визначеного тесту, то кожен елемент цієї множини тестових завдань  $M_{TestEx}$  є короткем наступного вигляду:

$$M_{TestEx} = (Type, Answers, Points, Model, Key, NumTerms),$$

де  $Type$  – тип питання,  $Answers$  – кількість правильних відповідей ( $Answers \in \mathbb{Z}$ ),  $Points$  – бал за замовчуванням,  $Model$  – модель, за якою сформоване тестове завдання,  $Key$  – важливість ключового терміна,  $NumTerms$  – кількість використаних у тестовому завданні термінів.

Отже, сформована множина тестових завдань  $M_{TestEx}$  є складовою інформаційної моделі семантичної структури навчального курсу [3], яка є формальним поданням інформаційного та тестового навчальних матеріалів

навчального курсу дисципліни й використовується для автоматизованого формування наборів тестових завдань [4].

Врахування значень наведених параметрів елементів множини тестових завдань  $M_{TestEx}$  при формуванні збалансованих вибірок тестів дозволить досягти високої якості автоматизованого формування репрезентативних наборів тестових завдань. За допомогою такого конструювання тесту можна забезпечити відповідний рівень репрезентативності й дискримінативності наборів тестових завдань, що формуються в системах тестування сучасних навчальних середовищ.

### Перелік посилань

1. Бармак О. В. Застосування інформаційної технології гнучкого тестування рівня знань у середовищі Moodle / О. В. Бармак, О. В. Мазурець, А. О. Матвійчук // Науковий журнал „Вісник Хмельницького національного університету” серія: Технічні науки. Хмельницький, 2017, №3. – С.103-115.
2. Мазурець О. В. Інформаційна технологія автоматизованого визначення семантичних термінів в елементах навчальних матеріалів / О. В. Мазурець // Науковий журнал «Вісник Хмельницького національного університету» серія: Технічні науки. Хмельницький, 2018, №3. – С.223-230.
3. Бармак О. В. Інформаційна модель семантичної структури навчального курсу / О. В. Бармак, О. В. Мазурець // Науковий журнал «Вісник Хмельницького національного університету» серія: Технічні науки. Хмельницький, 2018, №6, Т.1. – С.92-97.
4. Мазурець О. В., Придачук Ю. Р. Множина параметрів моделі тестового завдання при автоматизованому формуванні тестів / О. В. Мазурець, Ю. Р. Придачук // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи». Тернопіль – 2019. – С.134-135.

УДК 004.4

Прокопов Р. І., Манзюк Е. А., Скрипник Т. К.

*Хмельницький національний університет*

## **ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОДІБНОСТІ ДОКУМЕНТІВ**

*В роботі досліджено методи кластеризації, що використовують у якості критерію для порівняння тільки заздалегідь заданих елементів бібліографічного опису документів, не враховуючи індивідуальні пошукові можливості даних документів і думки споживачів про їхню корисність.*

*The paper studies clustering methods that use as a criterion for comparing only predefined elements of the bibliographic description of documents, without taking into account the individual search capabilities of these documents and consumers' opinions about their usefulness.*

Щорічно у світі публікуються мільйони наукових статей. Навіть у вузькоспеціалізованих галузях науки переглядати весь обсяг інформації практично неможливо.

Крім цього в кожного дослідника за роки його роботи утворюється картотека бібліографічних описів статей, книг і т.д., що представляють для нього інтерес. Основний критерій їх відбору - особисті інтереси вченого. У цей час такі картотеки зберігаються, як правило, на електронних носіях. Це дозволяє організовувати інтегровані картотеки шляхом об'єднання ресурсів спільно працюючих дослідників.

Таким чином, виникає завдання автоматизації процесу відбору публікацій з електронних баз даних, які можуть становити інтерес для конкретного дослідника або групи спільно працюючих дослідників. Для знаходження потрібної статті дослідник звертається або до реферативних журналів, або до їхніх електронних аналогів[1]. Тому що існують досить ефективні алгоритми пошуку конкретної публікації на електронних носіях, те найбільш актуальною серед проблем інформаційного пошуку на даний момент є завдання знаходження по даному документу класу схожих по змісту документів.

У даній роботі вирішується завдання автоматизації процесу відбору публікацій з даних. Для баз даних, які можуть становити інтерес для конкретного дослідника або групи спільно працюючих дослідників. Із цією метою на першому етапі роботи досліджуються алгоритми виміру міри подібності між двома документами електронної бази даних, а також алгоритми кластеризації документів, що становлять цю базу. У якості шкал для визначення міри пропонується брати атрибути бібліографічного опису документів.

Під кластирізацією розуміється процес розбивки множини документів електронної бази на класи, при якому елементи, поєднувані в один клас, мають більша подібність, ніж елементи, що належать різним класам (у нашому випадку порівняння документів при формуванні кластерів ведеться по атрибутах їх бібліографічного опису [2]. Кожний кластер при цьому звичайно описується за допомогою одного або декількох ідентифікаторів, названих профілем або центроїдом. Профіль кластера може бути представлений деяким формальним об'єктом, розташованим у центрі кластера, або будь-яким представницьким об'єктом, здатним характеризувати інші об'єкти цього кластера (докладніше про різні методи визначення центроїдів буде розказано нижче). З використанням поняття центроїда можна шукати схожі документи, порівнюючи пошукові запити спочатку із профілями кластерів[3], а потім, перевіряти записи, що входять у кластери, та мають дуже близькі профілі.

Завдання полягає у знаходженні подібності на множині документів.

Як уже згадувалося, у якості шкал для визначення міри подібності між двома документами використовуємо атрибути бібліографічного опису даних документів. Перелічимо основні елементи бібліографічного опису, що заносяться в картотеку документів: автори; заголовок; назва журналу або видавництва; рік виходу; тому, номер, сторінки (для публікацій у періодичних виданнях); анотація; коди класифікатора; ключові слова.

Викладемо алгоритм визначення міри подібності нового документа з документами з наявного набору (тобто особистої бібліографічної бази). Кількісна характеристика міри подібності визначається на множини документів  $D$  у такий спосіб:

$$m: D \times D [0, 1],$$

причому функція  $m$  у випадку повної подібності ухвалює значення 1, у випадку повної відмінності - 0. Обчислення міри подібності здійснюється по формулі виду

$$m(d_1, d_2) = \sum [a_i m_i(d_1, d_2)] , \quad (1)$$

де  $i$  – номер елемента (атрибута) бібліографічного опису,

$a_i$  – вагові коефіцієнти, причому  $\sum [a_i = 1]$  ,

$m_i(d_1, d_2)$  – міра подібності по  $i$ -му елементу(іншими словами, по  $i$ -й шкалі).

Оскільки в описуваній ситуації практично всі шкали - номінальні, то міра подібності по  $i$ -й шкалі визначається в такий спосіб: якщо значення  $i$ -х атрибутів документів збігаються, то міра близькості рівний 1, інакше 0. При цьому необхідно враховувати, що значення атрибутів можуть бути складовими. У такому випадку  $m_i = n_i / n_0$ , де  $n_i = \max \{n_i(d_1), n_i(d_2)\}$ , а  $n_0(d_j)$  – загальна кількість елементів, що становлять значення  $i$ -го атрибута документа  $d_j$ ,  $n_{i1}$  – кількість співпадаючих елементів.

Помітимо, що викладений алгоритм виміру міри подібності, може бути покладений в основу деякої експертної системи, що володіє певними продуктивними правилами. Так, значення вагових коефіцієнтів  $a_i$  у формулі (1) може визначатися передбачуваною апостеріорною вірогідністю даних відповідної шкали. Наприклад, повний (або навіть «майже повний») збіг значень атрибута

«автори» документів d1 і d2 більш вагомі у випадку, коли кількість значень цього атрибута в документі d1 досить велика (у порівнянні з випадком, коли документ d1 має всього одного автора). У такій ситуації можемо збільшувати значення відповідного вагового коефіцієнта у формулі (1) з одночасним пропорційним зменшенням інших коефіцієнтів.

*Методи кластеризації документів.* Основна проблема кластеризації документів полягає в такому рознесенні документів по групах, при якому елементи кожної групи були б настільки подібні один з одним, щоб у деяких випадках можна було зневажити їхніми індивідуальними особливостями. Зокрема, робити пошук у систематизованому файлі набагато легше, чим у несистематизованому, тому що групи документів, профілі яких не мають подібності з пошуковим приписанням, не включаються в поглиблений процес пошуку. При кластеризації документів важливо прийти до розумного компромісу щодо розміру кластерів, уникаючи як формування великого числа дуже дрібних кластерів (що знижує ефективність кластеризації як виділення множин схожих документів), так і невеликої кількості дуже великих класів (що може викликати зменшення точності пошуку).

Прийнято розрізняти ряд завдань класифікації: формування кластерів на основі відомостей (властивостей і характеристик) про об'єкти; віднесення об'єктів до сформованих кластерів або кластерів, що перебувають у процесі формування; витяг інформації, необхідної для ідентифікації й опису класів документів. Властиво формування класів виконується звичайно на основі зіставлення векторів документів, причому клас визначається як множина усіх об'єктів, що мають досить високі значення коефіцієнта подібності. Складання характеристик класу еквівалентно побудові профілю; віднесення об'єктів до класів залежить від ступеня подібності між ідентифікаторами об'єктів і профілями класів.

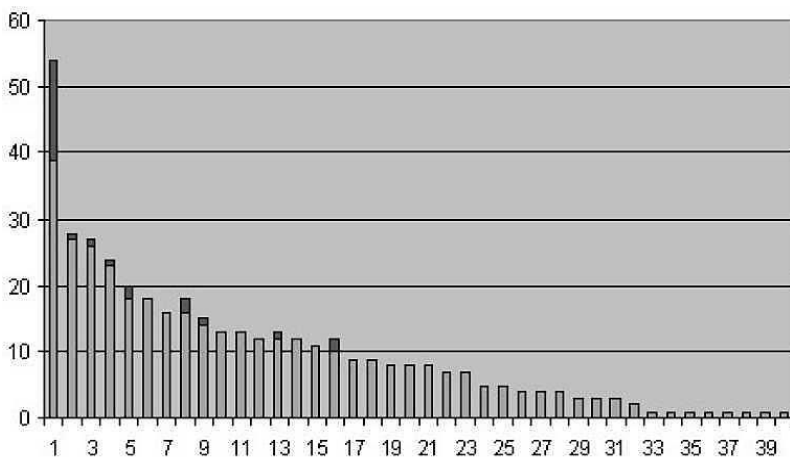


Рис. 2. FriS-алгоритм

Рис. 1 Алгоритм кластиризації Роккіо

Виявлення оптимального способу завдання міри подібності на множини документів

У якості потенційно придатних для розв'язку поставленого завдання були проаналізовані три класичні методи кластеризації документів: кластеризація шляхом знаходження клік у повній матриці подібності документів, кластеризація по методу Роккіо і метод, що базується на так званому жадібному алгоритмі, а також новий алгоритм, заснований на використанні функції конкурентної подібності. Коротко викладемо суть перерахованих алгоритмів.

Процес знаходження подібності заснований на побудові повної матриці подібності, за допомогою якої кожній парі документів ( $d_1$ ,  $d_2$ ) ставиться у відповідність коефіцієнт подібності  $S(d_1, d_2)$ . Звичайно вибирається граничне значення  $T$ , і матриця подібності приводиться до бінарного виду шляхом заміни всіх коефіцієнтів подібності таких, що  $S(d_1, d_2) > T$ , одиницею, а всіх інших - нулем. Далі шукані класи визначаються як значення, які можуть бути отримані з бінарного ряду подібності.

В алгоритмі Роккіо побудова матриці подібності замінюється перевіркою щільності простору деяких документів. У якості можливих центрів кластерів виступають тільки ті документи, які за результатами обчислень виявилися розташованими в щільних зонах простору. Документ відносять до того класу, подоба із центроїдом який виявився найбільш високим.

При використанні жадібного алгоритму в матриці подібності знаходять рядок (або стовпець - матриця симетрична), сума компонентів якого буде максимальною. Документ, відповідний до цього рядка, визначається центром першого кластера та включають у кластер усі документи, коефіцієнти подібності до яких більше або рівні якогось наперед заданого граничного значення. Далі викидають усі документи, що потрапили в кластер, викреслюючи з матриці відповідні рядки та стовпці, після чого процес повторяється кілька раз, поки всі документи не будуть кластеризовані.

У методі кластеризації з використанням функції конкурентної подібності при визначенні міри подібності між двома документами розглядається конкурентна ситуація: розв'язок про приналежність документа  $d$  до першого кластера ухвалюється не в тому випадку, коли відстань  $r_1$  до цього кластера «мало», а коли воно менше відстані  $r_2$  до конкуруючого кластера. Для обчислення міри конкурентної подібності, обмірюваної в абсолютній шкалі, використовується нормована величина  $F12 = (r_2 - r_1)/(r_2 + r_1)$ , називана функцією конкурентної подібності або Фріс-Функцією (від Function of Rival Similarity). Зрозуміло, на первісному етапі кластеризації кластерів доводиться працювати з деякою модифікацією (редукцією) Фріс-Функції, що використовує віртуальний кластер-конкурент. Суть алгоритму полягає в тому, що з використанням скороченої функції в якості центроїдів вибираються центри локальних «згустків» розподілу документів, після чого формуються лінійно роздільні кластери.

*Вибір оптимального алгоритму.* У якості практичної мети застосування проаналізованих алгоритмів стояло завдання автоматизації процесу відбору публікацій з електронних баз даних, які можуть становити інтерес для конкретного дослідника або групи спільно працюючих дослідників.

*Знаходження оптимального алгоритму кластеризації.* У якості міри на просторі документів використовується визначена раніше конструкція, однак порівняння ведеться по одному єдиному атрибуту - кодам класифікатора. Оскільки збіг даних кодів для групи документів є об'єктивним критерієм збігу тематики даних документів, то такий міра можна вважати ідеальною.

Завдання міри на множини документів, яка після кластеризації бази дасть результат, близький до результату з використанням міри, визначеної в п. 1.

Порівняння трьох класичних алгоритмів показало, що метод визначення кластерів на множинах, отриманих з матриці подібності, показав себе малоприслужним для розв'язку поставленого завдання, тому що має тенденцію до утворення великої кількості дуже дрібних груп. Алгоритм Роккіо показав трохи кращі результати: оскільки в даному методі кластеризація відбувається навколо вибіркового документів, то стало можливим поява достатньо великих класів. Однак обчислена щільність простору документів виявилася такою, що більша частина документів не ввійшла ні в один кластер.

Більш якісний результат показав жадібний алгоритм. Його використання привело до формування кластерного масиву, у якому кожний кластер містить у середньому порядку 6-10 записів. При цьому, незважаючи на необхідність побудови матриці подібності, тимчасові витрати несуттєво відрізнялися від необхідних в алгоритмі Роккіо. Таким чином, у порівнянні з алгоритмом Роккіо жадібний алгоритм має ряд переваг.

1. Відсутня проблема занадто великої кількості великих кластерів.
2. Відсутня проблема занадто великої кількості дрібних кластерів.
3. Неможлива поява документів, що не потрапили ні в один кластер.
4. Немає проблеми визначення профілів документів, тобто центрів, навколо яких формуються кластери.

Однак при кластеризації великих баз таке збільшення складності стає не настільки істотним, до того ж для створення системи, що автоматизує процес відбору наукових публікацій, кластеризацію бази даних потрібно проводити тільки один раз.

### **Перелік посилань**

1. Zhou et al., 2003b D. Zhou, J. Weston, A. Gretton, O. Bousquet and B. Schölkopf. Ranking on data manifolds. In Proceedings of NIPS'2003.
2. "Manifold-Ranking Based Topic-Focused Multi-Document Summarization" [Електронний ресурс] DUC 2003. - Режим доступу <http://www.ijcai.org/papers07/Papers/IJCAI07-467.pdf>
3. Barzilay R. Sentence Ordering in Multidocument Summarization. [Електронний ресурс] Computer Science at Columbia University, Web site, 2007. - Режим доступу [http://www.cs.columbia.edu/nlp/papers/2001/barzilay\\_al\\_01.pdf](http://www.cs.columbia.edu/nlp/papers/2001/barzilay_al_01.pdf)



УДК 004.043

Протоковський А. О., Форкун Ю. В.

*Хмельницький національний університет*

## МЕТОДОЛОГІЯ РОЗРАХУНКУ РЕКОМЕНДАЦІЙ В РЕКОМЕНДАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

*Проаналізовано публікації на теми рекомендаційні системи та факторизація матриць, описано основні методологічні підходи до формування рекомендацій, наведено найпоширеніші методи розрахунку подібності в рекомендаційних системах, перераховано популярні та ефективні методи факторизації матриць.*

*Were analysed publications on recommendatory systems and matrix factorization, were named the main methodological approaches to the formulation of recommendations, and were listed the most common methods for calculating similarities in recommendatory systems and popular and effective matrix factorization methods.*

Рекомендаційні системи виконують важливу функцію фільтрації вмісту мережі інтернет, з метою підбору та ранжування лише того вмісту, який найкраще задовольнить конкретного користувача.

Різні наукові роботи по-різному класифікують методології рекомендаційних систем. У роботах [1, 2, 3] виділяють три базових методології рекомендаційних систем: фільтрація вмісту (вона ж контентна), колаборативна фільтрація та гібридна фільтрація. В загальному випадку рекомендаційні системи формують рекомендації використовуючи окремо, або комбінуючи методи розрахунку подібності, кластеризації та розкладання (факторизації) матриці.

Метою роботи є аналіз публікацій на тему «рекомендаційні системи» з метою виявлення та опису основних методологій, популярних методів розрахунку рекомендацій, що використовуються в рекомендаційних системах.

Розрахунок подібності в рекомендаційних системах може здійснюватися багатьма методами: Евклідова відстань, коефіцієнт кореляції Пірсона, коефіцієнт Жаккара, косинус подібності тощо. Робота [2] описує використання різних способів розрахунку подібності для різних ситуацій: косинус подібності у випадках, коли дані розріджені (деякі координати вектора рівні 0), в інших випадках рекомендується використовувати Евклідову відстань або Манхеттенську відстань. Саме тому в рамках цієї роботи вирішено висвітлити два способи – косинус подібності та Евклідову відстань. В загальному випадку ці методи дозволяють, за наявності матриці об'єктів (користувачів)  $X$  виду (об'єкт  $\times$  ознака) розмірністю  $n$  об'єктів та  $m$  ознак (наприклад інтересів), знайти матрицю подібності між

об'єктами  $S$  виду (об'єкт $\times$ об'єкт) та розмірності  $(n \times n)$ . Кожен елемент  $s_{ij}$  цієї матриці буде означати міру подібності об'єкта  $x_i$  до об'єкта  $x_j$ .

Косинус подібності може виступати в якості основного або допоміжного методу для розрахунку подібності користувачів. Він виводиться із геометричної формули скалярного добутку двох векторів і розраховується за формулою:

$$sim_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^m x_{ik} x_{jk}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m x_{ik}^2} \sqrt{\sum_{k=1}^m x_{jk}^2}} \quad (1)$$

де  $sim_{i,j}$  – значення, що відображає подібність двох користувачів;

$m$  – кількість ознак (інтересів);

$x_i$  – перший користувач;

$x_j$  – другий користувач.

Чим більше значення косинусу подібності, тим більше схожі два вектори, або в нашому випадку два користувачі або два об'єкти.

Евклідова відстань походить від геометричної формули відстані між двома векторами. Чим більша відстань між двома векторами, тим більше вони відрізняються. Міра подібності двох користувачів виражається через Евклідову відстань за формулою:

$$sim_{ij} = x_i - x_j = \sqrt{\sum_{k=1}^m (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (2)$$

де  $sim_{i,j}$  – різниця між користувачами;

$x_i$  – перший користувач;

$x_j$  – другий користувач;

$m$  – кількість ознак (інтересів);

$x_{ik}$  – вага  $k$ -того фактора користувача  $x_i$ ;

$x_{jk}$  – вага  $k$ -того фактора користувача  $x_j$ .

Розкладання або факторизація матриці оцінок відображають користувачів та об'єкти в єдиний простір прихованих (латентних) факторів розмірності  $f$  в такий спосіб, що матриця взаємодії користувачів та об'єктів представляється як скалярний добуток в цьому просторі. Величина  $f$  визначається в процесі розкладання матриці і означає кількість факторів, за якими відбувається класифікація користувачів та об'єктів. Ідея полягає в тому, щоб з матриці оцінок  $R(n \times m)$ , де  $n$  – кількість користувачів, а  $m$  – кількість об'єктів, вирахувати матрицю (фактори $\times$ користувачі)  $P(f \times n)$  та матрицю (фактори $\times$ об'єкти)  $Q(f \times m)$  добуток яких буде давати матрицю

$\hat{R}(n \times m)$ , значення якої будуть максимально близькими до значення оригінальної матриці  $R$  [4].

Кожен об'єкт представлений в цьому просторі як вектор  $Q_i \in \mathbb{R}^f$ , а кожен користувач як вектор  $P_u \in \mathbb{R}^f$ . Для кожного  $i$ -того об'єкта координати вектора  $Q_i$  виражають ступінь в якому об'єкт задовольняє тим чи іншим факторам. Для кожного  $u$ -того користувача координати вектора  $P_u$  виражають ступінь зацікавленості користувача в об'єктах, що мають яскраво виражений відповідний фактор. Скалярний добуток  $Q_i^T P_u$  виражає ступінь зацікавленості  $u$ -того користувача в  $i$ -тому об'єкті а також може використовуватися як прогнозована оцінка  $u$ -тим користувачем  $i$ -того об'єкта. Задачею факторизації матриці є пошук таких векторів  $Q_i$  та  $P_u$ , скалярний добуток яких співпадає із наявними оцінками [4].

Сингулярний розклад матриці (SVD) це доволі популярний метод розкладу матриці, який реалізовано в багатьох рекомендаційних системах. Недоліком цього методу є те, що його традиційній формі він невизначений на розріджених даних, а його використання на таких даних може привести до перенавчання всієї моделі і як наслідок зменшення точності рекомендацій на реальних даних. Тому класичний сингулярний метод розкладу матриці практично не використовується у нових системах. Проте останні модифікації цього методу дозволяють проводити навчання на лише наявних оцінках навіть за умови їх розрідженості, зменшуючи перенавчання шляхом мінімізації регульованої квадратичної помилки [4]. Обчислення векторів факторів  $Q_i$  та  $P_u$  відбувається шляхом вирішення наступної задачі оптимізації:

$$\min_{Q^*, P^*} \sum_{(u,i) \in K} (r_{ui} - Q_i^T P_u)^2 + \lambda (Q_i^2 + P_u^2) \quad (3)$$

де  $u$  – індекс користувача;  
 $i$  – індекс об'єкта;

$K$  – множина пар  $(u,i)$ , для яких відомий  $r_{ui}$ , яку також називають навчальною множиною;

$r_{ui}$  – реальна оцінка  $u$ -тим користувачем  $i$ -того об'єкта;

$\lambda$  – константа, що контролює ступінь регуляризації і зазвичай визначається шляхом перехресної перевірки.

Метод стохастичного градієнтного спуску (SGD) є популярним підходом мінімізації рівняння (3) і поєднує простоту реалізації з відносно швидким часом роботи. Існує декілька варіацій цього методу, але далі буде наведено той, що описується в роботі [4]. До сильних сторін цього методу можна віднести гнучкість, можливість паралельних обчислень. До його слабких сторін можна віднести необхідність проходження великої кількості ітерацій для досягнення хороших результатів навчання.

Для кожного тренувального випадку система передбачає  $r_{ui}$  та обчислює відповідну помилку прогнозування  $e_{ui}$  за наступною формулою:

$$e_{ui} = r_{ui} - q_i^T p_u \quad (4)$$

Потім він змінює параметри на величину, пропорційну  $\gamma$  в протилежному напрямку градієнта, даючи результат:

$$q_i \leftarrow q_i + \gamma(e_{ui} p_u - \lambda q_i) \quad (5)$$

$$p_u \leftarrow p_u + \gamma(e_{ui} q_i - \lambda p_u) \quad (6)$$

де  $\gamma$  – коефіцієнт швидкості навчання;

$\lambda$  – параметр регуляризації.

У вигляді псевдокоду алгоритм SGD можна описати як:

```
Initialize Q, V
repeat
  for random  $r_{ui} \in R$  do
     $e_{ui} = r_{ui} - q_i^T p_u$ 
     $q_i \leftarrow q_i + \gamma(e_{ui} p_u - \lambda q_i)$ 
     $p_u \leftarrow p_u + \gamma(e_{ui} q_i - \lambda p_u)$ 
  end for
until convergence
```

Варто звернути увагу на метод найменших квадратів ALS – метод мінімізації рівняння (3). До його сильних сторін можна віднести можливість розпаралелення обчислень, краща робота на розріджених даних. До його слабких сторін відносять більшу складність, в порівнянні з SGD.

Оскільки  $q_i$ , і  $p_u$  невідомі, рівняння (3) не є опуклим. Однак, якщо зафіксувати одне з невідомих, завдання оптимізації стає квадратичним і може бути оптимально вирішено. Таким чином, в методі ALS чергуються фіксація  $q_i$  та фіксація  $p_u$ . Коли всі  $p_u$  зафіксовано, система перераховує  $q_i$ , вирішуючи задачу найменших квадратів, і навпаки. Це гарантує, що кожен крок зменшує рівняння (3) до співпадіння заданої міри подібності [4].

Помилка класичного методу найменших квадратів розраховується за формулою:

$$\sum_{(u,i) \in K} (r_{ui} - q_i^T p_u)^2 \quad (7)$$

Алгоритм ALS мовою псевдокоду матиме вигляд:

```
Initialize Q, V
repeat
  for u=1 to n do
```

```


$$p_u = \left( \sum_{i=1}^m q_i q_i^T + \lambda I_f \right)^{-1} \sum_{i=1}^m r_{ui} q_i$$

end for
for i=1 to m do

$$q_i = \left( \sum_{u=1}^n p_u p_u^T + \lambda I_f \right)^{-1} \sum_{u=1}^m r_{ui} p_u$$

end for
until convergence
    
```

Модифікацією методу найменших квадратів, що чергуються є метод зважених найменших квадратів, що чергуються (WALS). Цей метод відрізняється від класичного ALS тим, що він враховує не лише наявні оцінки. За рахунок системи вагових коефіцієнтів можливе тонке налаштування системи. Його помилка розраховується за формулою:

$$\sum_{(u,i) \in K} w_{i,j} (r_{ui} - q_i^T p_u)^2 + w_0 \sum_{(u,i) \notin K} (0 - q_i^T p_u)^2 \quad (8)$$

де  $w_{i,j}$  – гіперпараметр, що регулює вагу визначених оцінок;  
 $w_0$  – гіперпараметр, який регулює вагу відсутніх оцінок.

До популярних та простих методів розрахунку подібності належать косинус подібності та Евклідова відстань.

Методи розкладу матриці є зручним способом для передбачення оцінок від користувачів, але потребують навчального набору даних. Гнучкість методів розкладу матриці дозволяє виконувати тонкі налаштування системи шляхом введення в процес навчання вагових коефіцієнтів.

Отримані від алгоритму розкладу матриці вектори латентних факторів користувачів та об'єктів в подальшому можна використовувати не лише для прогнозування оцінок, але й для пошуку подібних користувачів та об'єктів або навіть для їх кластеризації. Приховані, або латентні фактори можуть бути корисним допоміжним інструментом в інтересоорієнтованій системі.

### Перелік посилань

1. Luo J. THREE ESSAYS ON FRIEND RECOMMENDATION SYSTEMS FOR ONLINE SOCIAL NETWORKS / Jiaxi Luo. – Wisconsin-Milwaukee: The University of Wisconsin-Milwaukee, 2016. – 153 с.
2. Gorripati S. Community-Based Collaborative Filtering to Alleviate the Cold-Start and Sparsity Problems / S. Gorripati, V. Vatsavayi. // International Journal of Applied Engineering Research. – 2017. – Т. 12, вип. 15 – С. 5022–5030.
3. Adomavicius, G. and Tuzhilin, A., “Toward the next generation of recommender systems: a survey of the state-of-the-art and possible extensions”, IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, vol. 17, no. 6, pp.734-749, June, 2005.
4. Y. Koren, R. Bell and C. Volinsky. “Matrix Factorization Techniques for Recommendation Systems”, IEEE computer, 2009.

УДК 004.4

Пупченко О. О., Цололо С. О.

*Донецький національний технічний університет*

## **ПЕРЕСУВАННЯ КОЛІСНОГО ТРАНСПОРТУ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ СПЛАЙНІВ В ІГРОВИХ ДОДАТКАХ НА UNREAL ENGINE**

*В роботі запропоновано реалізацію способу керування автомобілем за допомогою сплайнів на основі методу прямого слідування із ручною та автоматичною побудовою маршрутів. Метод передбачає реалізацію двох класів в ігровому движку Unreal Engine 4 за допомогою Blueprint, які залежать один від одного та функціонують одночасно. В роботі також реалізований алгоритм визначення контрольних точок для побудови сплайну на основі алгоритмів пошуку шляху.*

*The paper proposes the implementation of a method of driving a car using splines based on the method of direct follow-up with manual and automatic route-planning. The method involves the implementation of two classes in the game engine Unreal Engine 4 using Blueprint, which depend on each other and function at the same time. The algorithm also defines the control points for spline construction based on path finding algorithms.*

### **Вступ**

В наш час вельми актуальним є питання безпілотного керування колісним транспортом (автомобілями). При цьому сфера застосування відповідних алгоритмів не має переважного значення. Й для керування реальними механізмами, і для керування об'єктами в ігрових додатках підходять однакові базові алгоритми. Звісно, вони ускладнюються в залежності від реальної галузі застосування, але основні принципи залишаються загальними.

Так, в сучасних ігрових движках (фреймворках) ця проблема вирішена лише частково. Наприклад, в Unreal Engine 4 (UE4) [1] є стартовий клас людини, який відмінно пересувається по місцевості. У той же час, стартовий клас автомобіля надає лише ручне керування машиною із клавіатури. Функції ж пересування, що працюють для класу людини, не працюють для класу автомобіля. Отже, в роботі розглядається метод пересування колісного транспорту в ігрових додатках на UE4.

### **Керування транспортом за методом прямого слідування**

Одним із популярних способів реалізації безпілотного керування колісним транспортом (автомобілем) є метод прямого слідування (рис. 1а). Він базується на використанні кривої, що призначена для переміщення точки прив'язки (сфери), яка

впливає на параметри руху транспорту. Ця сфера рухається за кривою і віддаляється від автомобіля на певну дистанцію. При цьому автомобіль намагається переслідувати сферу і не пов'язаний з кривою безпосередньо.

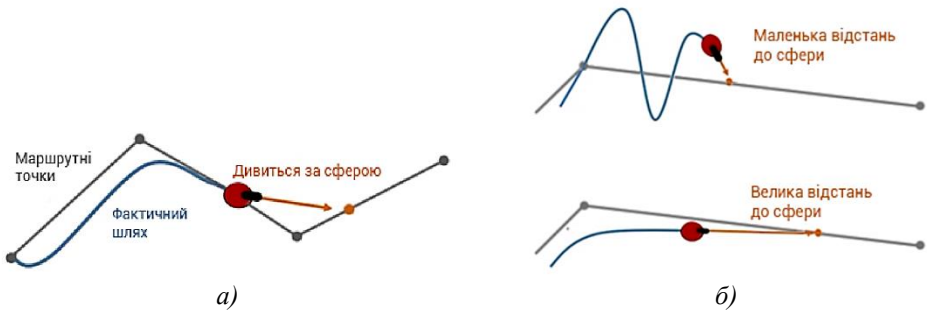


Рисунок 1 – Метод прямого слідування:  
а) загальний принцип; б) окремі випадки

Якщо неправильно підібрати необхідні вхідні параметри, наприклад дистанцію видалення сфери від автомобіля, то даний метод може працювати некоректно (рис. 16).

В цьому випадку при достатньо малому віддаленні сфери занадто від автомобіля, він буде постійно виляти та рухатися зигзагами. У той же час, якщо віддалення сфери буде занадто великим, то автомобіль буде зрізати кути.

Розглянутий метод має ключову перевагу над простим наслідуванням за контрольними точками – це більш плавна і природна їзда на поворотах, можливість змінювати коефіцієнти при роботі із різними маршрутами і загально більш точне проходження маршруту.

### Побудова маршруту пересування транспорту

Метод прямого слідування вимагає введення контрольних точок (визначення маршруту руху) для побудування сплайну. В найпростішому варіанті вказувати контрольні точки можна вручну, але це повністю нівелює універсальність методу. Набагато більш прийнятним є варіант із використання одного з відомих алгоритмів пошуку шляху. Це дозволить будувати мінімізувати втручання користувача і будувати маршрут в автоматичному режимі.

Розглянемо роботу двох алгоритмів пошуку шляху – в ширину та алгоритм Дейкстри. Суть алгоритму пошуку в ширину полягає в тому, що необхідно обійти зв'язний граф таким чином, щоб спочатку розглянути батьківські вузли, а потім по черзі пройти по всіх предках, перейти на нижчий рівень спадкування тощо.

Алгоритм Дейкстри дуже схожий на алгоритм пошуку в ширину. Різниця в тому що, Дейкстри може шукати шлях з урахуванням ваги на подолання шляху, і тому є більш ефективним.

### Реалізація моделі прямого слідування

У роботі пропонується підхід, заснований на використанні сплайнів для реалізації механізму пересування колісного транспорту (автомобіль) в ігрових додатках на Unreal Engine 4. Сплайни в UE4 фактично є кривими Безьє. З їх допомогою можна створювати 3D-моделі різноманітної форми і довжини, такі як дроти, водопровідні труби, що значно спрощує і прискорює процес розробки ігрових додатків, і позбавляє від необхідності зайвий раз використовувати 3D-редактор для створення моделі [3].

Існуючі рішення задачі пересування автомобіля на основі сплайнів [4] можуть бути вдосконалені і доповнені. Так, в запропонованому підході роль сплайна буде не тільки у вказівці маршруту, а й переміщенні двох точок прив'язки (кубів), які впливають на параметри руху транспорту. Для цього в клас сплайна додаються два куба: перший буде регулювати швидкість автомобіля, другий – регулювати поворот коліс.

Ці куби будуть рухатися за сплайном і віддалятися від автомобіля на певну дистанцію, яка в подальшому буде задаватися розробником. Так, якщо спочатку об'єкт і обидва куба рухалися по прямій ланцюжком, то при появі повороту їх положення відносно один одного змінюється (рис. 2, зеленим відображаються вектори на основі кутів між поточним становищем автомобіля і кубами).



Рисунок 2 – Автомобіль перед поворотом

Обчисливши в класі автомобіля кут між поточним напрямком автомобіля і кожним з кубів, можна задати силу повороту коліс авто (червоний куб) і силу



прискорення або гальмування (синій куб). При цьому у випадку червоного куба – чим більший кут, тим сильніше будуть повернуті колеса, і навпаки. У випадку синього куба – чим більший кут, тим меншим буде прискорення, і навпаки. Дистанція видалення кубів від автомобіля забезпечує зміщення кубів (вліво і вправо щодо машини) на поворотах. При цьому важливе значення має настройка коефіцієнтів – їх некоректні значення можуть привести до поведінкових помилок.

Для реалізації запропонованого підходу в якості автомобіля взято дефолтний клас колісного транспорту, доступний в стартових проектах. В цьому класі будуть обчислення сили прискорення і напрям повороту.

В класі Spline було вказане посилання на автомобіль і зазначена дистанція для кожного з кубів. Посилання на автомобіль потрібне для визначення його положення і для передачі з Spline в клас автомобіля положення кубів в просторі. Переміщення кубів здійснюється в класі Spline. Крім того, у класі Spline кожен відлік часу відстежується положення автомобіля і куби переміщуються на задану дистанцію (рис. 3).

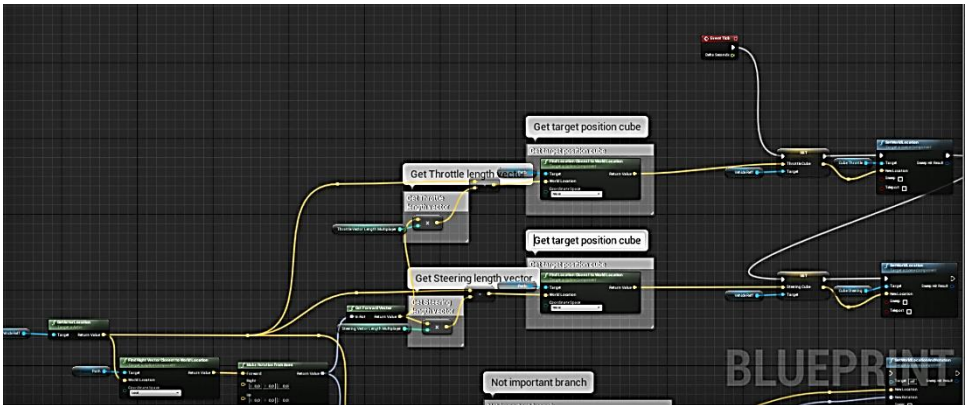


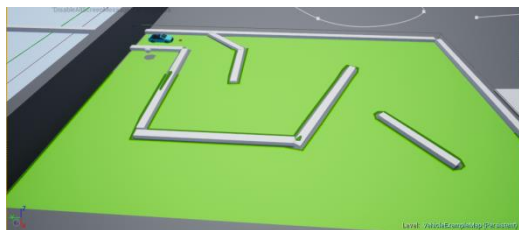
Рисунок 3 – Event Graph класа Spline

В класі «Автомобіль» був прибраний базовий ручний контроль автомобілем і замінений іншою логікою, яка задає автоматичне переміщення за сплайном.

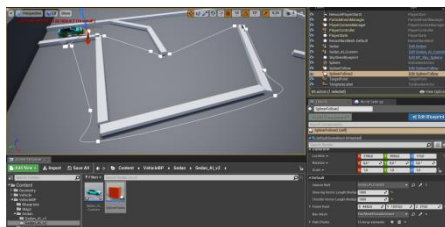
### Алгоритм автоматичного побудування маршруту

Одним із очевидних шляхів вдосконалення запропонованого підходу є автоматична генерація маршруту без виставлення контрольних точок сплайну вручну. Для цього знадобиться NavMeshBoundsVolume – зона, в якій автоматично визначається, де можна пересуватися, а де ні через зовнішні перешкоди, (рис. 4а,

зелена зона – NavMeshBoundsVolume). За допомогою цієї зони можна побудувати маршрут, по якій буде рухатися автомобіль.



а)



б)

Рисунок 4 – Локація:

а) з NavMeshBoundsVolume; б) з маршрутом

Функція «AI Move to» теж використовує дану зону для прорахунку шляху – на рис. 4 маршрут не побудований до початку гри. Результати створення шляху на основі NavMeshBoundsVolume показаний на рис. 4б. Необхідно відзначити, що можливість зміни параметрів (дистанція до кубів повороту і прискорення) дозволяє поліпшувати проходження маршруту.

Отже, загальним результатом роботи є реалізація запропонованого алгоритму за методом прямого слідування, його порівняльна характеристика із базовим алгоритмом, а також визначення діапазонів коректних значень для вхідних параметрів. Подальші дослідження спрямовані на доопрацювання функції автоматичної побудови маршруту

### Перелік посилань

1. Unreal Engine [електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.unrealengine.com](http://www.unrealengine.com).
2. Blueprints Visual Scripting | Unreal Engine Documentation [електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docs.unrealengine.com/en-US/Engine/Blueprints/index.html>
3. Add spline-meshes procedurally [електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=7YUxM0NDWRY>
4. Unreal Engine 4 Vehicle Spline Path [електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=FVyUVJra3KI>

УДК 004.4

Рибчинський Б. О., Доброловський В. В., Медведчук В. Ю.

*Хмельницький національний університет*

## **ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАВАНТАЖЕНОСТІ РЕСТОРАНУ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ**

*Розроблений і реалізований метод отримання інформації на підставі аналізу та застосування методів машинного навчання з метою прогнозування завантаженості ресторану у різні періоди функціонування. Запропоновані методи та підходи можна застосовувати в практичному руслі а також в порівняних сферах із предметною областю.*

*Developed and implemented a method of obtaining information based on the analysis and application of machine learning methods to predict the load of the restaurant in different periods of operation. The proposed methods and approaches can be applied in practice, as well as in comparable areas with the subject area.*

Збільшення попиту на туризм і конкуренція між напрямками були пов'язані з наслідками глобалізації. Напрямки конкурують на дедалі більш конкуруючих ринках, мало що відрізняє їх один від одного. Це змусило напрямки зосередитися на відмінності місця, використовуючи місцеві атрибути при запуску інноваційних, нових продуктів і брендів, що може допомогти створити більш унікальну пропозицію продажу.

Асимптотичні рамки, розглянуті тут, є, мабуть, найпростішою нетривіальною моделлю для матриці ознак. Це дозволяє обчислити, в основному будь-яку кількість відсотків, для будь-якого денозера інтересу. Недаментальні елементи матриці денозуючий білий шум, який є менш складними моделями, присутні ще зрозумілі і кількісні. Для наприклад, AMSE будь-якого показника на основі зниження особливого значення містить компонент через шумове забруднення в однині даних, і цей компонент визначає фундаментальну нижню межу. Кон'юнктура, як результати обрахунків, розраховані в цій моделі, які не прикріплені до конкретного припущення про ранг (наприклад, константи, які визначають мінімакс) залишаються по суті правильними в більш складних моделях.

Спостереження, мінімум відвідувачів, які можемо спостерігати з цього сюжету, майже досягає нуля. Серед відвідувачів 20 відсотків.

Максимальна кількість відвідувачів становить від 55 до 60. спостерігаємо певні дуже високі значення (outlier) більше 60 і навіть більше, ніж 100 відвідувачів. 25-і процентильне та 75-і процентильні значення 13. Спостереження, поширення бронювання вище, ніж у резервації HPG.

Існує велика кількість бронювань в НРГ з відвідувачами розраховувати від 5 до 10. Є кілька застережень в НРГ, де кількість відвідувачів більше 20 або навіть досягнення 40.

Це дослідження намагається зрозуміти взаємозв'язок між важливістю і продуктивністю (задоволенням) досвіду місцевої кухні, а також вивчити вплив досвіду їдальні на задоволення призначення. Що стосується важливих факторів для їдальні, найбільш важливим фактором для мандрівників є продовольчі культурні аспекти. Зокрема, туристи очікують, що місцева їжа буде відображати унікальні культурні аспекти для приготування їжі, презентації та зовнішнього вигляду. Дотримуючись культурних аспектів, соціальних аспектів, які є співробітниками та інші поведінки клієнтів, є другим за важливості фактором для іноземних мандрівників.

Крім важливості, респонденти також оцінювали своє задоволення кожним фактором. Як показує аналіз, заклади харчування демонструють високі показники якості продуктів харчування та продовольчих культурних аспектів. Однак якість продуктів харчування не оцінюється як така важлива, як продовольчі культурні аспекти. Отже, продовольчі культурні аспекти являють собою точку диференціації для місцевих ресторанів. Тобто, як цільові організації, так і заклади харчування повинні зосередитися на культурних аспектах харчування та позиціонувати місцеву кухню, підкреслюючи унікальні аспекти харчування. Інша важлива знахідка цього дослідження стосується соціальних аспектів. Незважаючи на те, що респонденти вважають соціальні аспекти важливими, рівень задоволеності був низьким для цього фактора. Цей результат передбачає, що заклади харчування повинні більше зосередитися на службовій поведінці співробітників. Нарешті, фізичне середовище було встановлено, щоб мають низький пріоритет для обідніх стабілізацій.

Машинне навчання має багато застосувань в ресторанах від допомоги кухарям на кухнях до прогнозування майбутніх продажів, що, в свою чергу, допомагає опрацювати вимоги до управління робочою силою та інвентаризацією.

### **Перелік посилань**

1. Jang, SooCheong Shawn, and Young Namkung. 2009. Perceived quality, emotions, and behavioral intentions.
2. Application of an extended Mehrabian–Russell model to restaurants. *Journal of Business Research* 62: 451–60.
3. Jenkins, Ian, and Andrew Jones. 2003. A Taste of Wales–Blas Ar Gymru': Institutional malaise in promoting Welsh food tourism products. In *Tourism and Gastronomy*. London: Routledge, pp. 129–45.

УДК 004.732:657.21

Римар П. В., Волошанов О. В.

*Донецький національний університет імені Василя Стуса, м. Вінниця*

## **РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ «MYMONEY»**

*Кожна людина має смартфон, тому дуже зручно мати спеціальне програмне забезпечення для слідкування за власними фінансовими витратами. Люди, які слідкують за своїми витратами – більш раціонально використовують власний бюджет. Запропонований мобільний додаток дозволить покращити процес збору інформації про витрати.*

*Everyone has a smartphone, so it is very convenient to have special software for tracking your own financial expenses. People who keep track of their expenses - use their own budget more efficiently. The proposed mobile app will improve the cost information collection process.*

Актуальність. Відслідковування дозволяє полегшити підрахунок витрат та робить можливими зрівняння подібних покупок. Проводячи опитування серед друзів та знайомих, було чути багато розмов на тему того, що є багато пустих трат, що в свою чергу доводить проблему в даній сфері. Дана проблема може вирішуватись записом витрат або ведення власних фінансів. Проблема в паперовому записнику полягає в потребі наявності при собі блокнота та ручки. Задля цього було вирішено розробити мобільний додаток для відслідковування своїх витрат.

Новизна роботи полягає в створенні мобільного додатку, за допомогою якого користувач буде фіксувати всі свої витрати, які він робить кожного дня. Витрати можна переглядати за різними параметрами: конкретними товарами/послугами, датою, магазином та інше.

Мета роботи полягає в:

- 1) огляді існуючих мобільних додатків даної тематики для різних платформ, виявленні їх переваг та недоліків;
- 2) за допомогою мови програмування Swift розробити мобільний додаток для відстеження власних витрат.

Задачі дослідження:

1. Проаналізувати існуючі аналоги.
2. Створити назву та логотип додатка.
3. Створення бази на сервісі Firebase.
4. Розробка логіки додатка.
5. Розробка екранів.

Об'єктом дослідження виступає мобільний додаток. Предметом дослідження є процес створення мобільного додатку для платформи iOS.

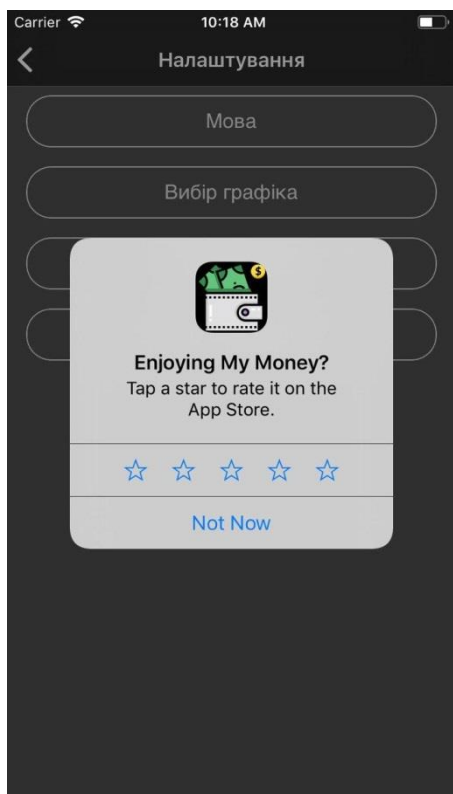


Рисунок 1 – Головний екран додатку

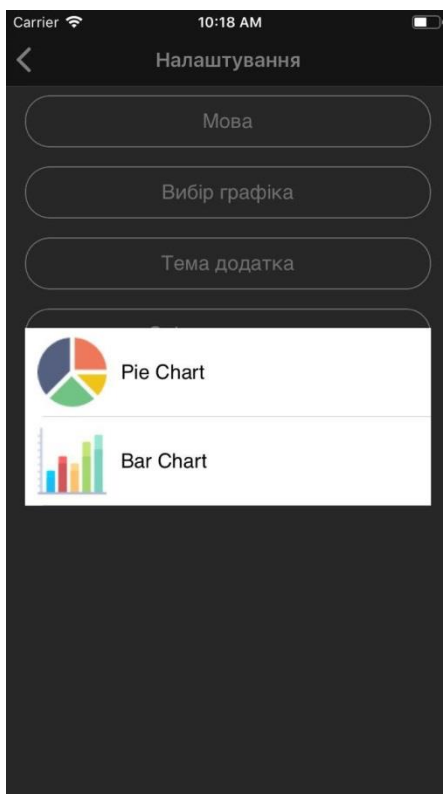


Рисунок 2 – Вибір типу графіку

Для порівняльної характеристики були обрані вже існуючі найбільш популярні мобільні додатки [1-5]. В більшості аналогів цього додатку потрібно реєструватися через соціальні мережі або створювати акаунти, це дуже не зручно тому, що встановивши додаток, ви не маєте змоги відразу ним користуватись і витрачаєте зайвий час на авторизацію. Тому в розробленому додатку не має функції для авторизації та кожен користувач може легко та просто почати ним користуватись. Для захисту даних додана перевірка на Face id or Touch id or passcode. Цим було створено комфортне користування додатком без доступу сторонніх людей до особистих даних.

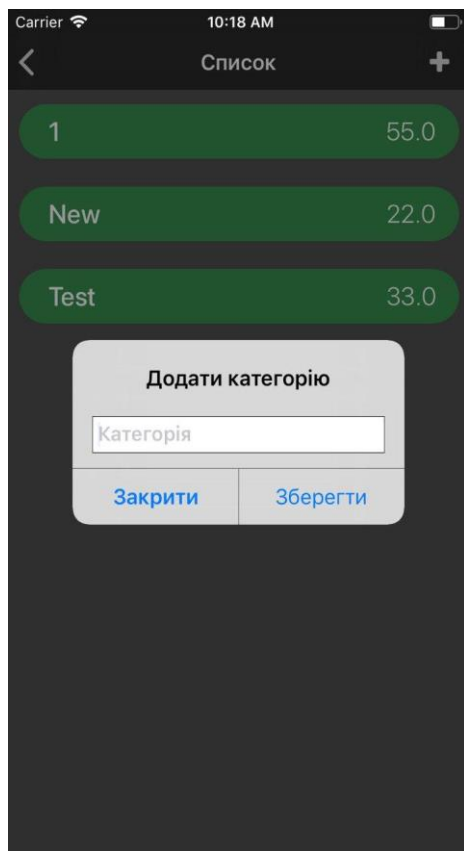


Рисунок 3 – Створення нової категорії витрат

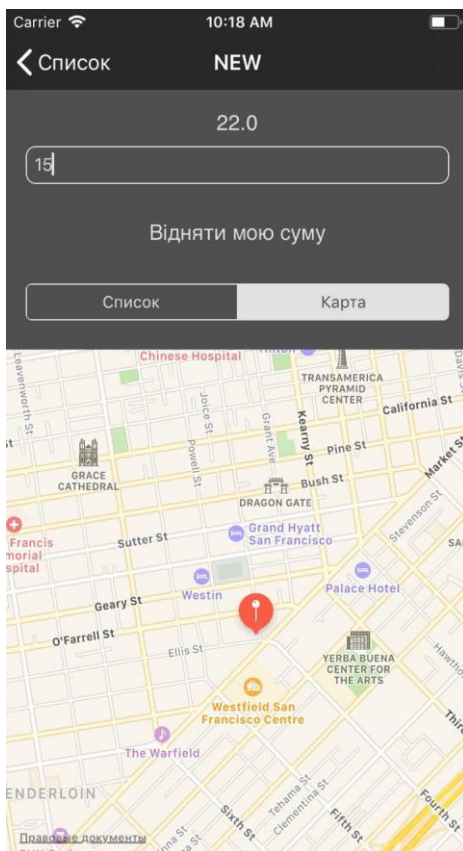


Рисунок 4 – Карта здійснених покупок

Користувач мобільного додатку може в налаштуваннях обирати: тему додатку, мову інтерфейсу, тип графіку для відображення витрат по кожній категорії, карту, на якій відображаються заклади, де була здійснена покупка. На наступних рисунках наведені основні екрани мобільного додатку.

Висновки. Розроблений мобільний додаток дозволяє вести облік використання власних коштів для подальшої оптимізації цих витрат. Зручний функціонал дозволяє користуватися додатком людині довільного віку.

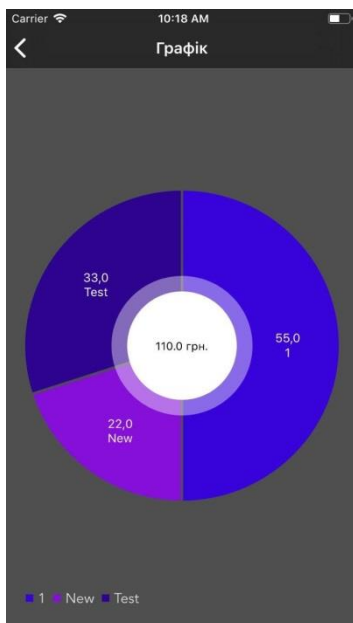


Рисунок 5 – Відображення витрат

Подальші дослідження спрямовані на розширення функціональних можливостей додатку, до яких можна віднести розширення різних типів графіків, встановлення лімітів по категоріям витрат та інше.

### Перелік посилань

1. Електронний ресурс. Режим доступу: [https://itunes.apple.com/ua/app/wallet-daily-budget-profit/id1032467659?mt=8&fbclid=IwAR38a-tmJZLLNmcJLGhQZCGqrW2pMDkh2kT53skz\\_cCz53aLqSIWrEfFvM](https://itunes.apple.com/ua/app/wallet-daily-budget-profit/id1032467659?mt=8&fbclid=IwAR38a-tmJZLLNmcJLGhQZCGqrW2pMDkh2kT53skz_cCz53aLqSIWrEfFvM)
2. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://itunes.apple.com/ua/app/moneon-money-budget-tracker/id906363437?mt=8&fbclid=IwAR3gl77Hx2ri--J6GZcDt9E2vDtoqKGMFx5shZjy1NWLuz0ssdMwjgkVBdc>
3. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://itunes.apple.com/ua/app/cost-track-expense-tracker/id797459670?mt=8&fbclid=IwAR3B7FtZxWbe3eFNCubC8nHerApjKOhQQ1wJE0w6YVjKadVDVd7G0JlhEmU>
4. Електронний ресурс. Режим доступу: [https://itunes.apple.com/ua/app/money-ok-personal-finance/id606031670?mt=8&fbclid=IwAR2ePuy27RbXoaMGuZmyjMjTiOsv6kBBNedDHh\\_nuzk6HpGSwxwDPQd6fWo](https://itunes.apple.com/ua/app/money-ok-personal-finance/id606031670?mt=8&fbclid=IwAR2ePuy27RbXoaMGuZmyjMjTiOsv6kBBNedDHh_nuzk6HpGSwxwDPQd6fWo)
5. Електронний ресурс. Режим доступу: [https://itunes.apple.com/ua/app/money-planner-pro-personal-finance-account-tracker/id908957739?mt=8&fbclid=IwAR0iWS\\_uHiutHFjf\\_ewfDU4iI-2bdwdXhF-j0jLo1XYbp6ZxGohgqrKVI](https://itunes.apple.com/ua/app/money-planner-pro-personal-finance-account-tracker/id908957739?mt=8&fbclid=IwAR0iWS_uHiutHFjf_ewfDU4iI-2bdwdXhF-j0jLo1XYbp6ZxGohgqrKVI)



УДК 007:316.773.3:654.195

Римар П. В., Наскальний Д. С.

*Донецький національний університет імені Василя Стуса, м. Вінниця*

## **ВЕБ-ДОДАТОК ДЛЯ ПРОСЛУХОВУВАННЯ РАДІОСТАНЦІЙ**

*В роботі розглянуто процес створення веб-додатку для прослуховування радіостанцій та перегляду трендів Ютуба. Даний сайт дає змогу слухачам знаходитись на одній сторінці з великим вибором різноманітних радіостанцій. Користувач з легкістю може знайти ту радіостанцію, яка задовольнить його музичним вподобанням, скориставшись пошуковою системою веб-додатку або меню жанрів музики.*

*This paper describes the process of creating a web application for listening to radio stations and viewing YouTube trends. This site allows listeners to be on the same page with a wide variety of radio stations. The user can easily find the radio station that will satisfy his / her musical preferences by using the search engine of the web application or the menu of genres of music.*

Актуальність. Роль музики в нашому житті дуже велика. Люди слухають музику не просто заради естетичних вражень та переживань, а також для регуляції емоційного стану, збудження, заспокоєння та соціалізації. І важливу роль тут відіграє радіо. Так як на зміну старим приймачам вже давно прийшли персональні комп'ютери та смартфони, з яких можна слухати будь-які радіостанції, незважаючи від місцезнаходження, було б корисно створити веб-додаток, за допомогою якого можна прослуховувати музику.

Однією із найпопулярніших тенденцій сьогодні є веб-додаток. Його мета – створити версію для настільних комп'ютерів, а потім перетворити її на рідний додаток мобільної платформи. Дані додатки мають велику кількість переваг: безпека, швидкість, адаптивність, кросбраузерність та зручність для користувача [1]. Адаптивність веб-додатку [2, 3] – це запорука того, що ним будуть користуватись з будь якого пристрою, незалежно від розміру діагоналі екрана. На сьогоднішній день адаптивний дизайн відіграє дуже велику роль в «житті» кожного веб-сайту. Адже від цього залежить, чи будуть люди користуватись даним сервісом. Тому дана тема є популярною на даний час, а її вирішення має багато різних варіацій.

Новизна роботи полягає в створенні веб-додатку для прослуховуванні радіостанцій з наступними функціями:

- реєстрація і кабінет користувача, в якому можна буде робити налаштування функцій додатку під конкретного користувача;
- можливість перегляду трендів Ютуба;
- наявність інформації про виконавців;

– збереження історії прослуховування радіостанцій.

Об'єкт дослідження. Методи проектування та технології створення веб-додатків.

Предмет дослідження. Популярні інструменти та фреймворки [4], які можна використати для створення адаптивного кросбраузерного веб-додатку «Радіо Mitya FM».

Мета дослідження. Полягає в розробці веб-додатку для прослуховування різних музичних радіостанцій та пісень певних музичних виконавців. Необхідно створити адаптивний, кросбраузерний веб-додаток, який буде містити різні музичні радіостанції для прослуховування музики. Розділ «Тренди Ютуба» містить цікаву інформацію для любителів оцінювати роботу кліпмейкерів. Самі популярні музичні кліпи, а також коротка і цікава інформація про їх створення чи автора, розміщається на головній сторінці сайту. Всі радіостанції відсортовані по жанрах.

Задачі дослідження полягають в створенні адаптивного кросбраузерного веб-додатку, за допомогою якого можна прослуховувати різні музичні радіостанції.

На головній сторінці сайту реалізувати можливість перегляду всіх доступних радіостанцій. При натисканні на радіостанцію з'являється її логотип, музичний плеєр, коротка інформація про дану радіостанцію та її соціальні мережі.

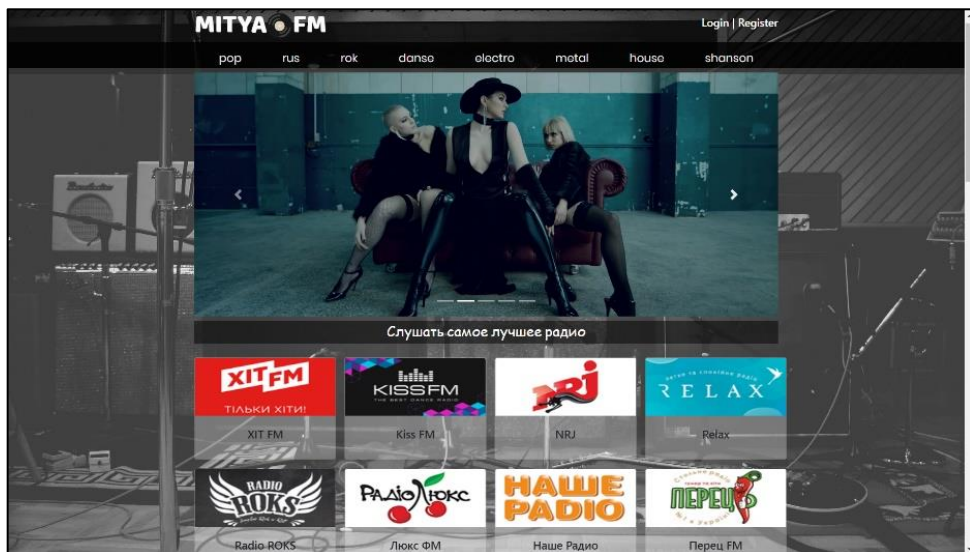


Рисунок 1 – Головна сторінка веб-додатку

Також необхідно реалізувати можливість фільтрувати радіостанції по їх музичним жанрам, що дозволить відвідувачу з легкістю знайти бажану музику для

прослуховування. Ще однією задачею є можливість для реєстрації або авторизації користувача на сайті.

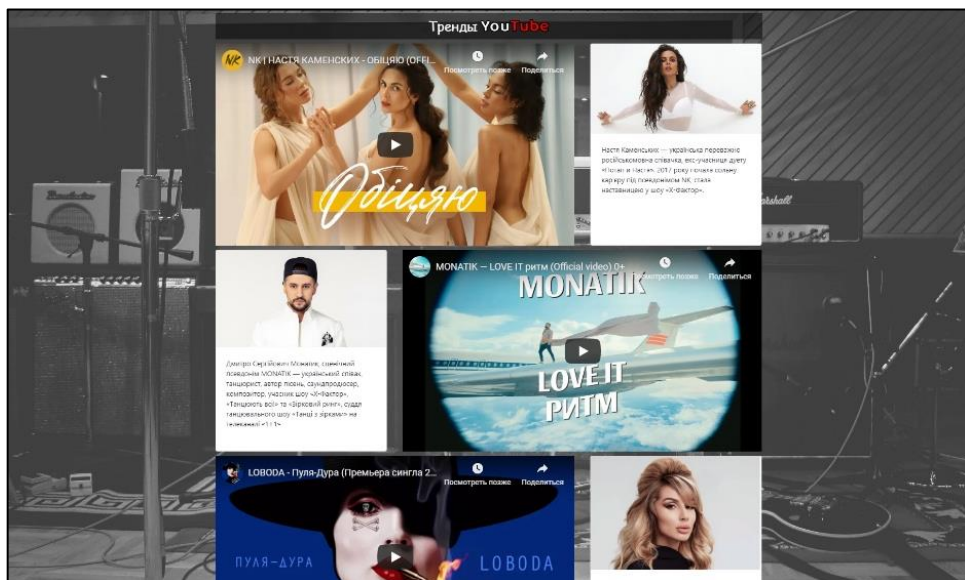


Рисунок 2 – Тренди Ютуба



Рисунок 3 – Сторінка з радіостанцією

Для створення веб-додатку було проведено огляд існуючих аналогів. Для підключення радіостанцій використовувався спеціальний ресурс [5], який дозволяє транслювати музику з радіостанцій на власному веб-додатку. Задля цього створено музичний плеєр, який керує процесом прослуховування пісень. Якщо дозволяють можливості самої радіостанції – відображається перелік пісень, які будуть відтворені найближчим часом. Розроблено окремі сторінки для популярних груп та виконавців. Головна сторінка також містить розділ з трендами Ютуба, де міститься цікава інформація для поціновувачів роботи кліпмейкерів. На рисунках 1 – 3 наведені основні веб-сторінки створеного веб-додатку.

**Висновки.** Створений веб-додаток дозволяє прослуховувати вітчизняні та зарубіжні радіостанції різних жанрів. В веб-додатку присутній розділ з трендами Ютуба. Кабінет користувача дозволяє після реєстрації кастомізувати налаштування веб-додатку під конкретного користувача.

### Перелік посилань

1. Веб-додаток [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://sites.znu.edu.ua/webprog/lect/1191.ukr.html>
2. Что такое Bootstrap? [Електронний ресурс] // WebforMyself. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://webformyself.com/chto-takoe-bootstrap/>
3. Bootstrap [Електронний ресурс] // twbs.docs.org.ua – Режим доступу до ресурсу: <https://twbs.docs.org.ua/>
4. Топ фреймворки для веб-разработки [Електронний ресурс] // JETRUBY BLOG. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://jetruby.com/ru/blog/top-freimworki-2018/>
5. RadioPotok [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://radiopotok.ru/radio\\_on\\_site/](https://radiopotok.ru/radio_on_site/)

УДК 004.4

Савенко Б. О., Каштальян А. С.

*Хмельницький національний університет*

## **МОДЕЛЬ АНТИВІРУСНИХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПРИМАНОК В КОМП'ЮТЕРНІЙ МЕРЕЖІ**

*Розглянуто модель та концепцію побудови мережі інтелектуальних приманок, розгорнутої в комп'ютерній мережі. Система приманок є мережею із власною архітектурою та системою сервісів, вбудована в мережу робочих сервісів, що значно підвищує контрольованість та захищеність. Мережа містить статичні та динамічні приманки із розташуванням, що забезпечує моніторинг як зовнішнього, так і внутрішнього втручання. Мережа приманок забезпечує збір, захоплення, інтелектуальний аналіз та контроль даних, раннє виявлення зловмисних дій та визначення їх характеру*

*The article proposes a model and concept of building a network of intelligent honeynet deployed in a computer network. The bait system is a network with its own architecture and service system, built into the network of working services, which significantly increases controllability and security. The network contains static and dynamic lures with a location that monitors both external and internal interference. The honeynet provides data collection, capture, mining and control, early detection of malicious actions and determination of their nature.*

Для виявлення зловмисних дій використовується широкий спектр систем. Проблеми захисту інформаційних ресурсів мереж вирішуються за допомогою брандмауерів (firewall), антивірусів, систем виявлення атак (Intrusion Detection System, IDS), систем контролю цілісності, криптографічних засобів захисту [1].

Характерними особливостями цих систем є або їх періодичне та короткочасне застосування для розв'язку визначеної проблеми, або постійне використання, але із статичними налаштуваннями. В результаті методи аналізу, що здебільшого використовуються в сучасних системах, направлені на виявлення відомих та описаних втручань, але часто не можуть виявити їх модифікації або нові типи, що може зробити їх неефективними.

Сучасним перспективним напрямом для виявлення нових типів загроз є використання приманок в комп'ютерних мережах[2].

Приманка встановлюється в мережі з метою бути атакованою, і не виконує інших функцій. Тому, передбачається, що на приманках немає ніякого корисного трафіку. Якщо ж на приманці фіксується будь-яка активність, то така активність вважається зловмисною. Виходячи з такого визначення задач приманок і їх місця в

системах захисту можна представити узагальнену модель приманки в складі таких елементів (рис. 1) [3]:

1. Продукційна система приманки (production system, virtual production system) – власне «приманка». Вона забезпечує honey-файли та фальшиві системні ресурси для зловмисників. Система автоматично реагує на запити зловмисників з метою імітації реальної продукційної системи.

2. Брандмауер – забезпечує файли реєстрації інформації спроб зловмисника отримати доступ до приманки. Брандмауер налаштовується на запис у файл усіх активностей щодо приманки.

3. Вузол моніторингу – відслідковує, оцінює та фіксує загрози, що виникають в мережі внаслідок активності зловмисників. Аналіз порядку, послідовності, часових відміток та типів пакетів, що використовуються зловмисником для доступу до приманки, комбінації кнопок, системний доступ, зміни файлів тощо дозволяє ідентифікувати інструменти та методологію, що використовує зловмисник, а також їх наміри (несанкціонований доступ до даних, спроби віддаленого керування тощо).

4. Вузол попередження – призначений для генерування попереджень про отриманий або відправлений з приманки трафік адміністратору або системі контролю.

5. Вузол реєстрації – забезпечує ефективне зберігання для всіх файлів реєстрації трафіку між брандмауером та приманкою.

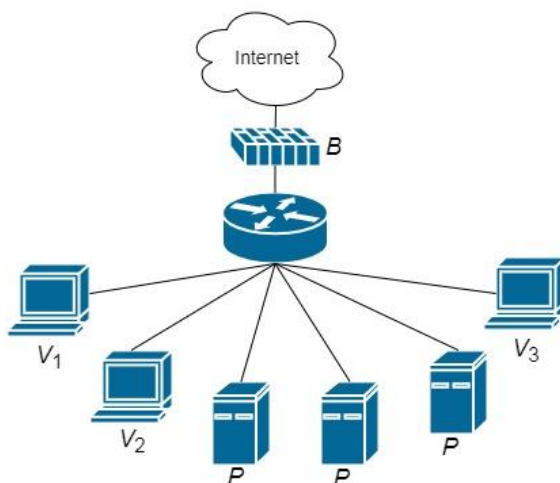


Рисунок 1 – Узагальнена модель приманки

Задамо узагальнену модель приманки з врахуванням її складових:

$$M = \langle P, B, (V_1, V_2, V_3) \rangle \quad (1)$$

де  $P$  – продукційна система приманки;  $B$  – брандмауер;  $V_1$  – вузол моніторингу;  $V_2$  – вузол попередження;  $V_3$  – вузол реєстрації.

Робота приманки в циклі виявлення та захисту від зловмисних дій розповсюджується на етапи попередження, виявлення, реагування та дослідження зловмисних дій та атак.

Функція попередження базується на тому, що атаки передбачають пошук вразливих складових, систем та сервісів та здійснення щодо них певних несанкціонованих дій. Приманка виконується в якості такого вразливого сервісу, привабливого для зловмисників. Таким чином, часто зловмисні сервіси починають атакувати в першу чергу приманку. Захопивши активність зловмисника сервіс-приманка використовує засоби для утримання зловмисника, сповільнюючи його доступ до робочих сервісів, або в найкращому випадку запобігаючи йому. В цьому випадку використання приманки дозволяє попередити атаки щодо діючих сервісів та систем.

Функція виявлення модифікованих атак та нових типів атак приманками є критично важливою функцією для швидкого реагування та попередження втручання в мережу. На цьому етапі приманки формують невеликий та змістовний об'єм інформації про несанкціоновані дії.

Функція реагування на дії зловмисників вимагає попередньої інформації як щодо самого зловмисника, так і щодо його попередніх дій та завданої шкоди. Приманки збирають всю інформацію про атаку з самого її початку, на відміну від робочих сервісів з системами виявлення втручань. Крім того, взаємодія приманки із зловмисником може надати додаткову інформацію, яка необхідна для ефективного реагування на атаку.

Функція дослідження. Приманки є одним з найпотужніших засобів для ефективного дослідження нових видів зловмисних дій та їх модифікацій. Вся інформація, зібрана приманками, стосується тільки несанкціонованих дій, тому це є найбільш ефективний спосіб отримання такої інформації у порівнянні з іншими, наприклад з аналізом усього трафіку робочих сервісів.

Для розробки мереж приманок орієнтованих на використання в корпоративних мережах підприємств (організацій) необхідно розв'язати наступні наукові задачі: провести аналіз відомих мереж приманок; аналіз методів використовуваних в приманках; архітектури приманок; концептуальні питання побудови мереж приманок на задачах антивірусних методів; розробка методу

організації взаємодії компонентів приманок; формалізувати антивірусні приманки, виділити ключові особливості, аналогічно формалізувати зловмисне програмне забезпечення, виділивши в ньому дотичні для приманок особливості, які можуть проявлятися при виявленні; здійснити обробку апаратом штучних нейронних мереж події в корпоративних мережах та динамічну зміну конфігурування всієї мережі приманок, провести налаштування штучних нейронних мереж; здійснити експерименти та провести їх обробку.

Розв'язання цих задач дозволить здійснити побудову мережі приманок, які динамічно змінюватимуть свою конфігурацію та матимуть систему прийняття рішень для оперативного реагування на події, що протікатимуть в мережі.

### **Перелік посилань**

1. Савенко О.С., Паюк В.П., Савенко Б.О., Каштальян А.С. Моделі незадокументованих закладок програмного забезпечення в локальних комп'ютерних мережах / Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах / 2019. - №2. – С.84-90.
2. Sochor Tomas/ Study of Internet Threats and Attach Methods Using Honeypots and Honeynets// Tomas Sochor, Matej Zuzcak - Springer International Publishing Switzerland 2014, A. Kwiecień, P. Gaj, and P. Siera (Eds.): CN 2014, CCIS 431, pp. 118–127, 2014.
3. R.C. Joshi Honeypots. A new Paradigm to Information Security/ R.C. Joshi, Anjali Sardana - Science Publishers, P.O. Box 699, Enfield, NH 03748, USA, 2011. – 323p.



УДК 004.4

Савінський В. В.

*Хмельницький національний університет*

## **SOCIAL PLATFORM FOR MAKING LABELED AUDIO DATASETS FOR SPEECH SYNTHESIS OF HUMAN VOICE**

*В данній роботі розроблена архітектура соціальної платформи для створення аудіо датасетів. Платформа може бути реалізована як незалежний веб-сайт або вбудована всередину існуючого проекту як окремий модуль. Дана платформа корисна як для відвідувачів і учасників, так і для розробників-програмістів, які розробляють системи синтезу голосу на базі методів машинного навчання, де дані являються основним ресурсом для побудови моделі. Метою платформи є збагачення існуючих аудіо датасетів для машинного навчання за допомогою колективної озвучки.*

*The architecture of social network for making audio dataset is developed in this work. The platform can be implemented as independent website or embedded inside of the existing project as a separate part. The platform is useful for both visitors with participants and researchers-programmers, who develop speech synthesis system based on machine learning methods, where data is the main resource for building a model. The purpose of the platform is to enrich the existing audio datasets for machine learning with collective voice acting.*

Finding a dataset for training neural network is one of the important steps in process of building, training and tuning a neural network. Currently public datasets is used for training deep neural network, evaluating result and understand the score for other models. Also, depending on type of the datasets, dataset itself can be useful not only for deep learning practicioners, but also for domain experts and other public as well. For example, explanatory dictionary is a dictionary that gives additional information, like pronunciation, grammar, meaning, etymology[1], is useful for everybody, but, on other hand, it can be a basis for a dataset, that can contain a categories of words in hierarchy[2].

Audio dataset are less common compared to visual datasets due to complexity with software for labeling process of each picture. Existing LibriVox is a free public domain audiobooks site. According to the Librivox statistics, it has more then 14000 cataloged works and more then 1500 non-english works. All those works are in form of a collection on wav files without associated text to each file. LibriVox only records material that is in the public domain in the United States, and all LibriVox books are released with a public domain dedication. Because of copyright restrictions, LibriVox produces recordings of only a limited number of contemporary books.

LibriTTS[3] is a speech corpus, designed for text-to-speech use. It is derived from the original audio and text materials of the LibriSpeech corpus, which has been used

for training and evaluating automatic speech recognition systems. The new corpus inherits desired properties of the LibriSpeech corpus while addressing a number of issues which make LibriSpeech less than ideal for text-to-speech work. The released corpus consists of 585 hours of speech data at 24kHz sampling rate from 2,456 speakers and the corresponding texts.

LJ Speech Dataset[4] is a public domain speech dataset consisting of 13,100 short audio clips of a single speaker reading passages from 7 non-fiction books. A transcription is provided for each clip. Clips vary in length from 1 to 10 seconds and have a total length of approximately 24 hours. The texts were published between 1884 and 1964, and are in the public domain. The audio was recorded in 2016-2017 by the LibriVox project and is also in the public domain.

CSS10[5] paper is a collection of single speaker speech datasets for ten languages. It is composed of short audio clips from LibriVox audiobooks and their aligned texts.

All described audio datasets were build upon existing audiobooks with manually alignmning text for audio files. Audio datasets generally are in format of (wavfile, text) pairs or (wavfile, text, transcription) triplets.

In this work an architecture for social platform designed for text and audio blogposts is given. This social platform will be used like a regular blog, but users can attach a audio-version on their blogpost. Also other people can voice-over other users blogpost too. A blogpost is a text work, that can be a anything from list of sentences to a small novel or a book.

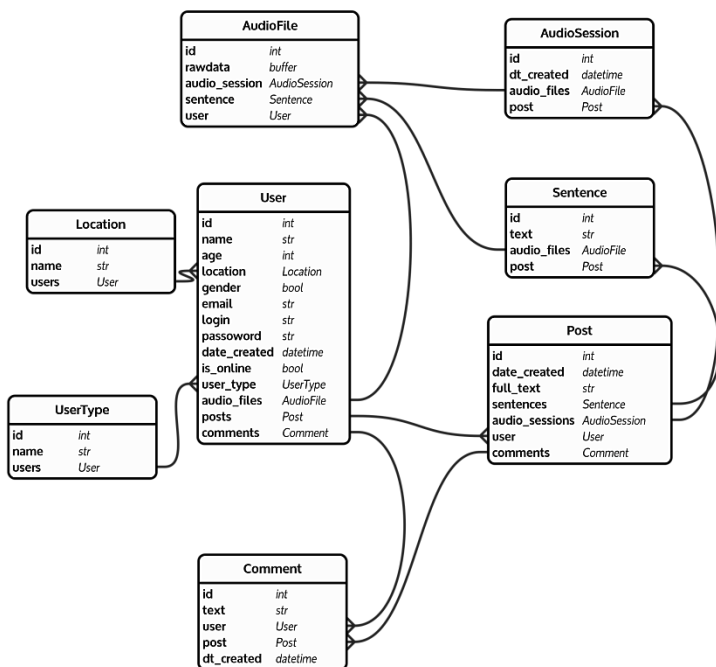
If a speaker wants to make an audio version of his blogpost, then a audio-editor is given to him, where he can manage his audio version, align text, automatically split text into sentences and give detail information about himself, like gender, age, geographical location.

Information about speaker allows to have a detail picture of his voice and can be used to synthesize a specific type voice. A database schema for social platform is shown on picture 1.

This platform is useful for both authors, speakers, deep learning researchers and guests users, which is shown on picture 2. For making and managing audio versions of posts, a user interface is given on picture 2. The overall picture of communication between users and social platform is shown on picture 3.

It is possible to make a specific local audio datasets, which can contains information, like common accent or dialect of some language. Application, that can use such datasets, can build models for speech synthesis from specific region of country, tune age or gender of a speaker.

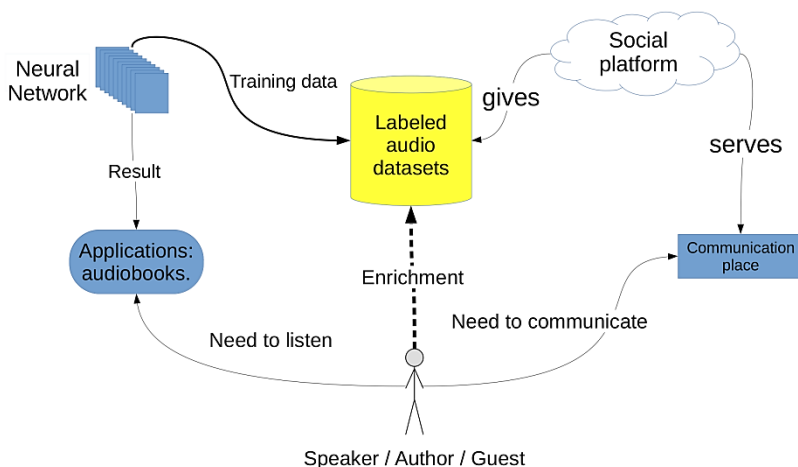
A datasets gathered from this platform can be used in projects, which are related to audio signal recognition, speech recognition, end-to-end speech recognition, text-to-speech synthesis, speaker verification, speaker identification and related supervised learning problems.



Picture 1 – Database schema for social platform

The interface is titled "Post" and displays a list of posts on the left. The selected post (ID 1) is "post on 10.18 12:15 #9, Trial preven...". The main area shows the "Date created" as "18.10.2020 12:15" and the "Full text" of the post. Below the full text, there are buttons for "Autosplit Sentences" and "Split manually..". The "Sentences:" section shows a list of sentences extracted from the full text, with the first sentence "Trial prevent suggest pressure." selected. At the bottom, there is an "Audio session" section with a "+" button, a "play" button, and a "record" button. The "Export" section has buttons for "csv" and "json".

Picture 2 – User Interface for managing audio version of posts



Picture 3 – Interaction between users and social platform

In conclusion, the architecture of social platform for communication and crowdsourcing labeled audio dataset is given. This platform can be implemented as an independent website or embedded in the existing project as a module if the project itself is a blogging platform or related media distributor. Finally, a simple and effective interface for collecting, managing and building labels audio datasets is given. Future work will involve improving the collected audio files, making models for notifying user about quality of recording, automatically clean background noise with custom parameters, adding additional valuable metadata to audiofiles.

### Перелік посилань

1. Explanatory dictionary [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Explanatory\\_dictionary](https://en.wikipedia.org/wiki/Explanatory_dictionary)
2. Miller G. A. WordNet: An Electronic Lexical Database [Електронний ресурс] / George Armitage Miller // MIT Press. – 1998. – Режим доступу до ресурсу: <https://mitpress.mit.edu/books/wordnet>.
3. Park K. CSS10: A Collection of Single Speaker Speech Datasets for 10 Languages [Електронний ресурс] / K. Park, M. Thomas // Interspeech. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <http://dx.doi.org/10.21437/Interspeech.2019-1500>.
4. Zen H. LibriTTS: A Corpus Derived from LibriSpeech for Text-to-Speech [Електронний ресурс] / H. Zen, V. Dang, R. Clark // Interspeech. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <http://dx.doi.org/10.21437/Interspeech.2019-2441>.
5. LJSpeech Dataset [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://keithito.com/LJ-Speech-Dataset/>

УДК 004.4

Сафоник А. П., Міщанчук М. М

*Національний університет водного господарства та природокористування*

## **ОПТИМІЗАЦІЯ МАРШРУТУ MESH МЕРЕЖІ ЗАСОБАМИ ШТУЧНОЇ НЕЙРОННОЇ МОДЕЛІ**

*Розглянуто топології Wi-Fi мереж, проаналізовано їхні переваги та недоліки. Розроблено нейронну мережу для побудови статичних маршрутів в MESH мережі. Проведено дослідження для визначення найкращої функції для використання її як функцію активації в прихованому шарі. Також знайдена оптимальна кількість нейронів для прихованого шару.*

*Wi-Fi network topologies are examined, their advantages and disadvantages are analyzed. A neural network for constructing static routes in the MESH network has been developed. Research is conducted to determine the best function to use as a function of activation in the hidden layer. Also found the optimal number of neurons for the hidden layer*

MESH – це топологія мережі, де кожен вузол зв'язаний один з одним і передають дані по ньому. Кожен вузол може не напряму бути зв'язаним один з одним тому вони не прив'язані один до одного. В будь-який час один вузол або вузли мережі можуть бути розформовані і сформовані знову. Вузли скоректуються автоматично незалежно від їхніх попередніх сусідів. Тобто якщо маршрут йде через послідовний маршрут і якийсь вузол виходить з ладу то мережа переформується і дані дійдуть в даному порядку. Розглянемо детальніше топології бездротових мереж, та виділимо переваги MESH над іншими топологіями.

Традиційна архітектура бездротової мережі передбачає лише одну головну точку доступу через яку проходить весь потік інформації до вузлів які підключені до неї. (див. рис. 1.). Традиційна архітектура має суттєвий недолік, адже клієнти які не знаходяться в радіусі дії головної точки доступу не можуть бути до неї підключені. А отже, така архітектура бездротової технології підходить тільки для створення мережі невеликої площі покриття.

Архітектура бездротового ретранслятора призначена для прийому бездротових сигналів та подальшої зазначеної передачі і не може створювати власний сигнал. (див. рис. 2) Якщо хоча б один вузол вийде з ладу, то інформація не дійде до зазначеного вузла і відбудеться втрата інформації.

Перевагою даної системи над традиційною архітектурою є те що сигнал дійде до кінцевих вузлів навіть якщо вони не будуть в радіусі дії головної станції. Отже архітектура підходить для створення локальної мережі де не потрібно створювати сигнали на кожному вузлі окремо.

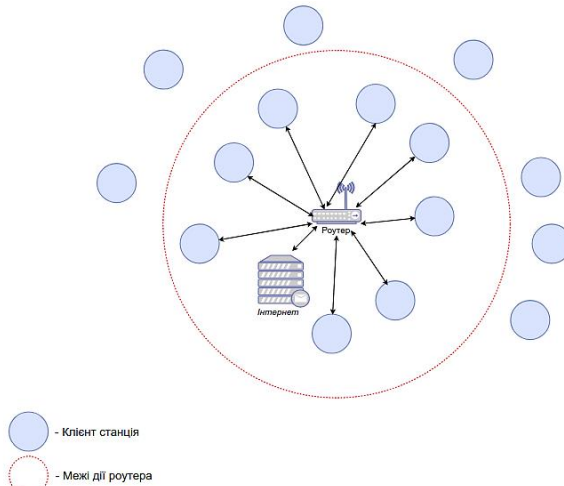


Рисунок 1 – Традиційні архітектури мережі Wi-Fi

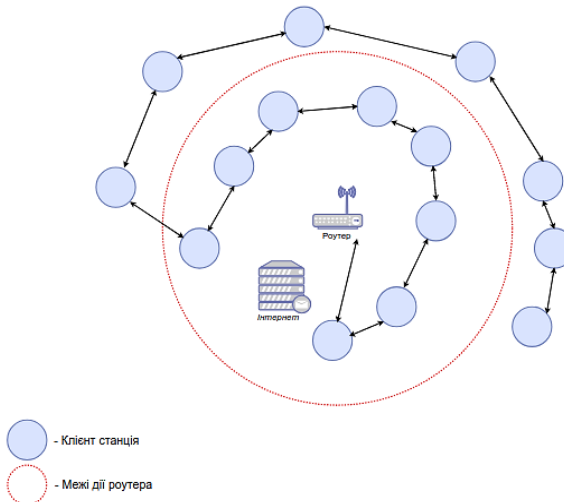


Рисунок 2 – Архітектура бездротового ретранслятора

На відміну від вище зазначених архітектур MESH архітектура рис. 3 не має такий недоліків які має традиційна архітектура та архітектура ретранслятора. Адже MESH мережа при втраті одного із вузлів автоматично переформується і доставить дані в заданий вузол мережі. Також дана мережа не залежить від головного вузла

тому навантаження йде не на головну станцію, а розподіляється між всіма вузлами, а це сприяє підключенню більшої кількості вузлів.

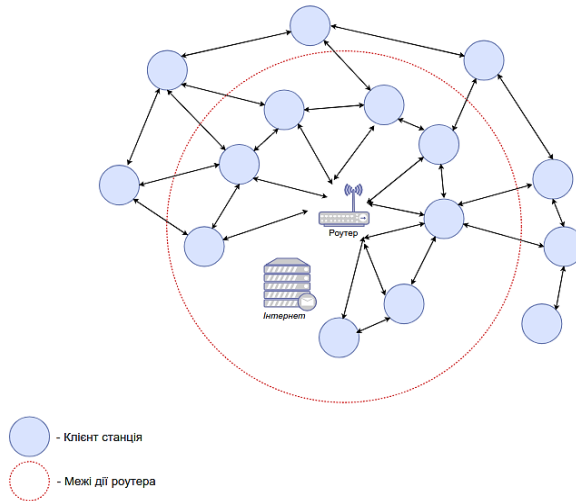


Рисунок 3 – MESH архітектура мережі Wi-Fi

Використаємо в MESH мережі статичну маршрутизацію, яка як відомо працює швидше за динамічну. Але так як MESH мережа має складну структуру та має можливість переформування це ускладнює побудову статичних маршрутів у середині мережі тому було розроблено нейронну мережу для даної задачі.

Нейронна мережа має 3 шари вхідний вихідний та прихований. Кожен нейрон зв'язаний з кожним нейроном наступного шару. У перший вхідний шар приходять вектор з'єднань мережі з параметром сили сигналу до наступної станції. Далі дані потрапляють у прихований шар де обробляються та передаються на вихідний шар. В результаті отримується вектор з ймовірностями вибору певного з'єднання для передачі даних між вузлами.

Для реалізації нейронної мережі виокристовуються наступні програми компоненти Keras, Tensorflow, NetworkX та мову програмування Python версії 3.6.

Keras - API нейронних мереж високого рівня, написаний на Python і здатний працювати над TensorFlow, CNTK або Theano.[1]

TensorFlow – це відкрита платформа з відкритим кодом для машинного навчання. Яка має вичерпну гнучку екосистему інструментів, бібліотек та ресурсів, яка дозволяє легко створювати та розгортати програми, керовані машинним навчанням. [2].

NetworkX – це пакет Python для створення, маніпулювання та вивчення структури, динаміки та функцій складних мереж.

NetworkX забезпечує:

- інструменти для вивчення структури та динаміки соціальних, біологічних та інфраструктурних мереж;
- стандартний інтерфейс програмування та реалізація графіків, який підходить для багатьох програм.

Для визначення кількості нейронів у прихованому шарі було проведено експеримент у якому було визначено похибку в залежності від кількості нейронів як видно з таблиці 1, що для нейронної мережі достатньо 500 нейронів.

Таблиця 1 – Результати дослідження оптимальної кількості нейронів

|                           |        |        |        |        |        |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <i>Кількість нейронів</i> | 100    | 500    | 1000   | 1500   | 2000   |
| <i>Похибка</i>            | 0.0182 | 0.0152 | 0.0154 | 0.0152 | 0.0168 |

Для створення нейронної мережі необхідно було визначити найоптимальнішу функцію активації прихованого шару. Для цього було вибрано 8 найбільш вживаних функцій та проведено порівняння їх роботи.

Для цього було проведено дослідження в якому було використано кожен функцію як функцію активації. Для проведення дослідження було згенеровано базу для навчання розміром в 2500 прикладів та базу для тестів 500 прикладів.

Після проведеного навчання та тестування нейронної мережі було отримано наступні результати для нейронних мереж з усіма досліджуваними функціями ще є можливість навчання. Помилку для функцій наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Результати визначення оптимальної функції активації

|                |        |        |        |         |        |        |
|----------------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|
| <i>Функція</i> | elu    | exp    | line   | sigmoid | relu   | selu   |
| <i>Помилка</i> | 0.0367 | 0.0147 | 0.0379 | 0.0164  | 0.0353 | 0.0281 |

Як видно з результатів для даної задачі найкраще підходить експоненціальна функція і тому використана в нейронній мережі для побудови маршрутів в MESH мережі.

Отже як видно з результатів дослідження MESH мережа має значні переваги перед іншими топологіями бездротових мереж. Для покращення маршрутизації можна використати нейронну мережу в для якої оптимальною функцією активації є експоненціальна функція, а оптимальна кількість нейронів 500.

### Перелік посилань

1. Keras: The Python Deep Learning library [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://keras.io/>
2. Tensorflow [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.tensorflow.org/>
3. Overview of NetworkX [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://networkx.github.io/documentation/stable/>



УДК 004.92

Слободзян В. О., Мазурець О. В.

*Хмельницький національний університет*

## **АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПОШУКУ КЛЮЧОВИХ ТЕРМІНІВ У НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛАХ**

*В роботі наведено результати досліджень, призначених для визначення ефективності інформаційної технології автоматизованого формування семантичної структури інформаційного навчального матеріалу. Дослідження проводилось з метою визначити частку контенту інформаційного навчального матеріалу, що містить автоматизовано знайдені ключові терміни.*

*Дослідження ефективності пошуку ключових термінів у контенті елементів інформаційних навчальних матеріалів підтвердили можливість ефективно автоматизовано формувати множини ключових семантичних термінів до контенту елементів інформаційних навчальних матеріалів. При цьому встановлено, що за значення показника щільності 11% ключові терміни з автоматизовано одержаної множини містяться в середньому в 87,3% речень, тобто 90,1% текстового контенту. Це надає підставу для використання автоматизовано сформованих за розглянутою ІТ множин ключових термінів для автоматизованої побудови семантичної структури навчального матеріалу, автоматизованої перевірки відповідності навчальних матеріалів вимогам та автоматизованої побудови тестових завдань.*

*The paper presents the results of research dedicated to determining the effectiveness of information technology for the automated generation of the semantic structure of teaching-learning material. The research was conducted to determine the proportion of teaching-learning material content that contains automatically found key terms.*

*Research of the effectiveness of the search of key terms in the content of elements of informational learning materials has confirmed the possibility of effectively automated generation of sets of key semantic terms to the content of elements of informational educational materials. It was found that for the value of the density index of 11%, the key terms from the automatically generated set are contained in an average of 87.3% of sentences, and 90.1% of text content. This provides a basis for the use of automatically generated by the considered IT sets of key terms for automated generation of the semantic structure of teaching-learning material, automated verification of compliance of educational materials with the requirements, and automated generation of test tasks.*

Інформаційний навчальний матеріал (ІНМ) являє собою складну систему, яка має свою структуру зі специфічними елементами й зв'язками між ними. Він містить всю інформацію, яка подана для засвоєння й сприяє засвоєнню. Контент ІНМ зазвичай включає тексти, малюнки, таблиці та інші форми графічного вираження інформації. За характером інформації ІНМ подається у вигляді

підручника, навчального посібника, конспекту лекцій тощо. Контент ІНМ містить слабо структуровану символічну (переважно текстову) інформацію, засвоєння якої забезпечує набуття відповідних знань та вмінь суб'єктом, що вивчає навчальний курс.

У попередніх роботах було розглянуто інформаційну модель семантичної структури навчального курсу [1], з використанням якої розглянута інформаційна технологія [2] дозволяє автоматизовано формувати семантичну структуру ІНМ. Така структура, подана у вигляді ряду множин, може бути використана для вирішення ряду задач – визначення відповідності ІНМ вимогам, допомога при розробці ІНМ, оцінка відповідності наборів тестових завдань до ІНМ, допомога при створенні тестів й інших.

Дане дослідження проводилось з метою визначити частку контенту інформаційних навчальних матеріалів (ІНМ), що містить автоматизовано знайдені ключові терміни. Для пошуку ключових термінів було використано тестове програмне забезпечення (рис. 1), створене відповідно до інформаційної технології автоматизованого формування семантичної структури ІНМ [2]. Наведена інформаційна технологія дозволяє за результатом парсингу та обробки документів з ІНМ визначати їх семантичну структуру, що містить елементи рубрикації та співвіднесені з елементами структури ранжовані множини ключових термінів. Створені множини ключових термінів у структурі ІНМ можуть бути використані для автоматизованої побудови семантичної структури навчального матеріалу, автоматизованої перевірки відповідності навчальних матеріалів вимогам, а також автоматизованого створення тестових завдань [1].

| Результат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Структура документу | Ключовий термін  |    | Кількість |     | Оцінка            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|----|-----------|-----|-------------------|-----|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     | Фільтрувати...   |    | Min       | Max | Min               | Max |
| Параметри<br>Організація баз даних і знань (всіх теорій/ідеальна структура)<br>Історія та етапи розвитку баз даних<br>> 1. Історія розвитку баз даних<br>1.1. Історія розвитку баз даних<br>1.2. Файли і файлові системи<br>> 2. Етапи розвитку БД<br>> Основні поняття й архітектура систем баз даних<br>> Моделі та типи даних<br>> 1. Моделі даних<br>1.1. Фізичні моделі<br>1.2. Інфологічні моделі<br>1.3. Деталогічні документальні моделі<br>1.4. Деталогічні фототрофічні моделі<br>1.5. Ієрархічна модель<br>1.6. Мережева модель<br>1.7. Реляційна модель даних<br>1.8. Постреляційна модель<br>1.9. Багатовимірні моделі<br>1.10. Об'єктно-орієнтована модель<br>2. Типи даних<br>> Реляційна модель даних та нормалізація<br>> Мови запитів SQL та QBE |                     | користувач       | 35 |           |     | 3.346433180669... |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     | пам'ять          | 10 |           |     | 3.321450379119... |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     | модель           | 23 |           |     | 3.014427388304... |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     | рівень           | 8  |           |     | 2.821789690016... |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     | база даних       | 24 |           |     | 2.681515986108... |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     | запит            | 17 |           |     | 2.589576720329... |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     | керування даними | 6  |           |     | 2.565406217510... |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     | шлісність        | 7  |           |     | 2.555043627513... |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     | дані             | 98 |           |     | 2.537720503988... |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     | програма         | 20 |           |     | 2.440678971238... |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     | додаток          | 28 |           |     | 2.420718379030... |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     | незалежність     | 4  |           |     | 2.256299342624... |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     | модель даних     | 9  |           |     | 2.199503126840... |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     | банк даних       | 15 |           |     | 2.170099056092... |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     | реалізація       | 7  |           |     | 2.142805248173... |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     | функція          | 12 |           |     | 2.140455171914... |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     | зміна            | 12 |           |     | 2.139001772551... |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     | мова             | 14 |           |     | 2.138612770638... |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     | журнал           | 7  |           |     | 2.112783455385... |     |

Рисунок 1 – Результати автоматизованого пошуку ключових термінів

За матеріал дослідження було використано розділи навчальних дисциплін тестової вибірки, яка складається з множини всіх фахових дисциплін освітнього

рівнів «бакалавр» та «магістр» спеціальності «122 – Комп'ютерні науки», що використовуються в навчальному процесі на кафедрі Комп'ютерних наук та інформаційних технологій Хмельницького національного університету, й розміщені в системі Модульного середовища для навчання ХНУ [3] і Навчального центру заочно-дистанційної освіти ХНУ [4]. Вибірка має наступні структурні параметри: кількість дисциплін – 40, кількість заголовків 1 та 2 рівня (іменованих одиниць структури, придатних для локальних пошуку ключових термінів та створення множин тестових завдань) – 203, загальна кількість тестових завдань у вибірці – 2421.

Структура ІНМ як електронних документів регламентується мовами розмітки документів (наприклад, WordprocessingML для XML чи Open Document Format) й реалізується через систему заголовків. По відношенню до онтології ІНМ навчальної дисципліни, заголовки співставленні її відповідним рівням. Використання текстових процесорів для форматування та структурування електронних документів значно полегшує роботу та дозволяє дотримуватися єдиного стилю в всіх документах та уникнути стилевих суперечностей. Одержання доступу до вмісту і форматуванню цифрових документів з ІНМ за допомогою спеціалізованих програмних комплексів дозволяє автоматизовано визначати структуру ІНМ та відкриває можливості для пошуку ключових слів у них [5].

Для зчитування електронного ІНМ було використано бібліотеку Spire.Doc.dll, так як в процесі дослідження [6, 7] було встановлено, що дана бібліотека є оптимальним варіантом для використання при автоматизації обробки цифрових документів. Встановлено, що перенесення функцій автоматичного співставлення стилів текстових блоків їх властивостям з рівня функціоналу програмного коду застосунка на рівень функціоналу бібліотеки дозволяє спростити як роботу застосунка з цифровим документом, так і процес програмування.

За одиницю виміру повноти покриття контенту ІНМ ключовими термінами взято відношення  $K_H$ ,  $K_P$  і  $K_S$  кількості семантичних блоків (відповідно підрубрик  $N_H$ , абзаців  $N_P$  і речень  $N_S$ ), що містять знайдені ключові терміни, до загальної кількості таких блоків (відповідно  $N_{HH}$ ,  $N_{PP}$  і  $N_{SS}$ ) у контенті кожного ІНМ:

$$K_H = \frac{N_H}{N_{HH}}, \quad K_P = \frac{N_P}{N_{PP}}, \quad K_S = \frac{N_S}{N_{SS}}, \quad (1)$$

$$\overline{K_H} = \frac{\sum_{i=1}^h K_{H,i}}{h}, \quad \overline{K_P} = \frac{\sum_{i=1}^h K_{P,i}}{h}, \quad \overline{K_S} = \frac{\sum_{i=1}^h K_{S,i}}{h}, \quad (2)$$

де  $\overline{K_H}$ ,  $\overline{K_P}$  та  $\overline{K_S}$  – середні значення для відповідно  $K_H$ ,  $K_P$  та  $K_S$  для тестової вибірки;  $h$  – кількість оброблюваних документів ІНМ у вибірці.

З метою дослідження характеру семантичних блоків, що розглядаються, було використано похідні показники:  $L_H$ ,  $L_P$  та  $L_S$  для відношення кількості слів у семантичних блоках (відповідно підрубрик, абзаців і речень), що містять знайдені ключові терміни, до загальної кількості слів у ІНМ  $F_W$ . Значення показників  $L_H$ ,  $L_P$  та  $L_S$  й їх середні значення  $\overline{L_H}$ ,  $\overline{L_P}$  та  $\overline{L_S}$  за тестовою вибіркою обраховуються наступним чином:

$$L_H = \frac{F_H}{F_W}, \quad L_P = \frac{F_P}{F_W}, \quad L_S = \frac{F_S}{F_W}, \quad (3)$$

$$\overline{L_H} = \frac{\sum_{i=1}^h L_{H,i}}{h}, \quad \overline{L_P} = \frac{\sum_{i=1}^h L_{P,i}}{h}, \quad \overline{L_S} = \frac{\sum_{i=1}^h L_{S,i}}{h}, \quad (4)$$

де  $F_H$ ,  $F_P$  та  $F_S$  – кількість слів відповідно у підрубриках, абзацах та реченнях, в яких знайдені ключові терміни.

Наприклад, у результаті обробки розділу «Моделювання даних та нормалізація» дисципліни «Організація баз даних та знань» з значеннями максимальної кількості слів у терміні  $n = 5$  та граничної щільності ключових термінів  $Q = 11\%$ , одержано множину ключових термінів, наведену у таблиці 1, до якої включено наступні унікальні терміни: база даних, таблиця, первинний ключ, запит, нормальна форма, нормалізація, відношення, кортеж, дані.

В даному випадку показники покриття контенту ключовими термінами за (1) склали:  $K_H = 100\%$ ,  $K_P = 73,3\%$ ,  $K_S = 76,1\%$ . При цьому, відповідні показники покриття контенту за кількістю слів відповідно до (3) одержано наступні:  $L_H = 100\%$ ,  $L_P = 79,8\%$ ,  $L_S = 85,9\%$ .

Таблиця 1 – Приклад результату пошуку ключових термінів

| №<br>п/п | Ключовий термін $T$ | Кількість у<br>тексті $k$ | Частота<br>$TF$ | Дисперсійна<br>оцінка $\sigma$ |
|----------|---------------------|---------------------------|-----------------|--------------------------------|
| 1        | бази даних          | 64                        | 0,0169          | 3,3720                         |
| 2        | таблиця             | 73                        | 0,0175          | 2,9294                         |
| 3        | первинного ключа    | 55                        | 0,0162          | 3,3720                         |
| 4        | запитом             | 47                        | 0,0110          | 2,9294                         |
| 5        | нормальна форма     | 49                        | 0,0165          | 2,6444                         |
| 6        | нормалізації        | 41                        | 0,0165          | 2,5320                         |
| 7        | відношення          | 34                        | 0,0110          | 2,3817                         |
| 8        | кортеж              | 40                        | 0,0137          | 2,2732                         |
| 9        | баз даних           | 67                        | 0,0220          | 2,1460                         |
| 10       | нормальної форми    | 34                        | 0,0302          | 1,9918                         |
| 11       | запит               | 52                        | 0,0302          | 1,9917                         |
| 12       | даних               | 79                        | 0,0302          | 1,9915                         |

Загалом по тестовій вибірці №2 з  $h = 203$  документів ІНМ за (2) одержано середні показники покриття контенту  $\overline{K_H} = 100\%$ ,  $\overline{K_P} = 81,2\%$  та  $\overline{K_S} = 87,3\%$ . Граничні значення цих показників склали:  $K_{H,min} = 100\%$ ,  $K_{H,max} = 100\%$ ,  $K_{P,min} = 60,1\%$ ,  $K_{P,max} = 100\%$ ,  $K_{S,min} = 66,5\%$ ,  $K_{S,max} = 100\%$ . Аналогічні середні показники покриття контенту за кількістю слів відповідно до (4) одержано  $\overline{L_H} = 100\%$ ,  $\overline{L_P} = 88,1\%$  та  $\overline{L_S} = 90,1\%$ , при наступних граничних значеннях:  $L_{H,min} = 100\%$ ,  $L_{H,max} = 100\%$ ,  $L_{P,min} = 67,6\%$ ,  $L_{P,max} = 100\%$ ,  $L_{S,min} = 69,7\%$ ,  $L_{S,max} = 100\%$ . Візуальне подання результатів аналізу покриття контенту ключовими термінами зображено на рисунку 2.

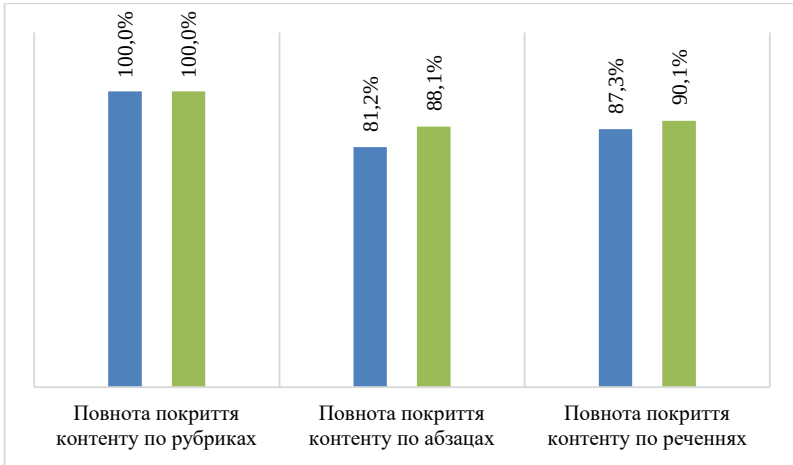


Рисунок 2 – Середні значення покриття контенту ключовими термінами в складі рубрик, абзаців та речень

Таким чином, за значення  $Q = 11\%$  ключові терміни з автоматизовано одержаної множини містяться в усіх підрубриках ІНМ, зокрема в середньому в 81,2% абзаців (що містять 88,1% текстового контенту), або в 87,3% речень (що містять 90,1% текстового контенту). Збільшення значення параметру граничної щільності ключових термінів  $Q$  дозволить збільшити наведені значення, проте призведе до включення до результуючої множини мало важливих та похідних термінів, перевіряти знання яких за допомогою тестів не потрібно.

Оскільки одержано  $\overline{K_S} > \overline{K_P}$ , то можна зробити висновок, що ключові терміни не присутні переважно в абзацах, що складаються з невеликої кількості речень. Наприклад, «Далі наведено основні властивості цих класів.». Результат  $\overline{L_S} > \overline{K_S}$  свідчить, що ключові терміни не присутні переважно в коротких реченнях. Ці факти пояснюються загальновідомими синтаксичними особливостями побудови текстів, коли деякі речення (а іноді й абзаци) мають не семантичну, а зв'язувальну важливість.

Суттєве зниження показників повноти покриття контенту ( $K_{P,min} = 60,1\%$  та  $K_{S,min} = 66,5\%$ ,  $L_{P,min} = 67,6\%$  та  $L_{S,min} = 69,7\%$ ) спричиняє поява додаткових суб'єктивних факторів, які характеризуються включенням спеціальних фрагментів контенту, зокрема програмних кодів та практичних прикладів. Наявність таких включень характерна для операційного навчального матеріалу (методичні вказівки, практикуми тощо), а для перевірки одержаних знань та вмій потребує створення тестів за допомогою параметричного методу. Включення цих елементів до ІНМ хоча й не забороняється, проте не потребує тестової перевірки рівня засвоєння.

Отже, метою роботи було поставлено дослідження повноти покриття контенту ключовими термінами, які знайдені автоматизовано з допомогою інформаційної технології автоматизованого пошуку ключових термінів у навчальних матеріалах. Результати дослідження ефективності пошуку ключових термінів у контенті елементів ІНМ підтвердили можливість ефективно автоматизовано формувати множини ключових семантичних термінів до контенту елементів ІНМ. При цьому встановлено, що за значення показника щільності 11% ключові терміни з автоматизовано одержаної множини містяться в середньому в 87,3% речень, тобто 90,1% текстового контенту. Це надає підставу для використання автоматизовано сформованих за розглянутою інформаційною технологією множин ключових термінів у задачах автоматизованої побудови семантичної структури навчального матеріалу, автоматизованої перевірки відповідності навчальних матеріалів вимогам, автоматизованої побудови тестових завдань тощо.

### **Перелік посилань**

1. Крак Ю. В. Інформаційна модель семантичної структури навчального курсу для генерації тестових завдань / Ю. В. Крак, О. В. Бармак, О. В. Мазурець // Матеріали XIX Міжнародної науково-практичної конференції «Моделювання та дослідження стійкості динамічних систем DSMSI-2019». Київ – 2019. – С.365-367.
2. Krak I. The practice investigation of the information technology efficiency for automated definition of terms in the semantic content of educational materials / I. Krak, O. Barmak, O. Mazurets // CEUR Workshop Proceedings. – 2016. – Vol. 1631. – P. 237-245.
3. Модульне середовище для навчання ХНУ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://msn.khnu.km.ua/>
4. Навчальний центр заочно-дистанційної освіти ХНУ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://de.khnu.km.ua/p.aspx>.
5. Мазурець О. В. Метод формального опису елементів моделей автоматизованого формування тестових завдань / О. В. Мазурець, О. В. Ковальчук, В. О. Слободзян, Г. А. Білоус // Збірник наукових праць за матеріалами Всеукраїнської науково-практичної конференції «Інтелектуальний потенціал – 2018». Хмельницький, 2018, Ч.1. – С.51-56.
6. Слободзян В. О. Аналіз сучасних спеціалізованих програмних розширень для автоматизації роботи з цифровими документами навчальних матеріалів / В. О. Слободзян, О. В. Мазурець // Сучасні технології в механіці: Збірник наукових праць. Хмельницький – 2018. – С.184-191.
7. Мазурець О. В. Використання спеціалізованих програмних розширень для автоматизації роботи з цифровими документами навчальних матеріалів / О. В. Мазурець, О. В. Ковальчук, В. О. Слободзян // Науковий журнал «Вісник Хмельницького національного університету» серія: Технічні науки. Хмельницький, 2018, №1. – С.61-69.

УДК 004.42

Смірнов О. П., Омельчук Р. В., Кисіль Т. М.

*Хмельницький національний університет*

## **МОНІТОРИНГ У РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АГЕНТІВ**

*В роботі було розроблено ряд компонентів, що дозволяють класифікувати стан об'єктів з використанням програмних агентів. Ці результати базуються на показаннях датчиків. Всі класифікатори починаються із завантаження навчальних даних із бази даних та підготовки їх класифікаторів. В даний час в системі є два набори класифікаторів. Крім того, було розроблено інтелектуальні агенти в центральній програмі.*

*A number of components have been developed to classify the state of objects using software agents. These results are based on sensor readings. All classifiers begin by downloading training data from the database and preparing their classifiers. There are currently two sets of classifiers in the system. In addition, intelligent agents were developed in the central program.*

Основною метою цієї частини роботи є збір даних від датчиків. Для збору даних із вибраних фізичних пристроїв (SunSPOT) існує вимога не лише щодо програмування пристрою, але й відповідних компонентів у програмі. SIXTH наводить приклади цих взаємодіючих програмних одиниць, однак тому, що вимоги різних застосувань часто є унікальними, вони не є вичерпним рішенням. Як такі додаткові компоненти були розроблені на основі цих прикладів. Робота пристроїв SunSPOT призначена для використання внутрішньої роботи зменшеної віртуальної машини Java, на якій виконується код. Застосунок базується на ряді потоків [1-3], один відповідальний за зв'язок і один для кожного датчика. За замовчуванням одиночний потік відбирає поточний рівень потужності кожні 5 хвилин, але всі інші зонди зондування можна налаштувати за допомогою повідомлень, надісланих із програми.

Управління живленням здійснюється автоматично за допомогою віртуальної машини, і пристрої можуть увійти в два рівні сну, поверхневий та глибокий. Вибір між глибоким та дрібним залежить від тривалості найкоротшого сну. Якщо припустити, що всі інші потоки сплять, робочий цикл досягається за допомогою потоку зв'язку. Цей потік повторює той самий цикл прослуховування бездротового носія протягом 1 секунди та сну протягом 10 секунд. Кожен датчик може здійснювати прямий чи опосередкований зв'язок із базовою станцією, яка йому призначена. Очікується, що датчики завжди будуть знаходитися на невеликій відстані від відповідної базової станції. Однак перешкоди можуть зробити бездротовий канал ненадійним, і в такому випадку для передачі показань використовується багатоканальна маршрутизація.

Використання бездротового каналу максимально зведене до мінімуму. Це пов'язано з великим використанням потужності при передачі в порівнянні з виконанням розрахунків (передача 1 Кб даних приблизно еквівалентна обробці 3 мільйонів інструкцій [1]). За звичайних обставин було б доцільним проводити більшу частину розрахунків на пристроях і передавати лише тоді, коли сталася подія. Таким чином усі дані передаються та записуються.

Для зменшення впливу цього рішення використовується ряд методів; по-перше, час зчитування датчика передається відносно початково узгодженого часу. Це дозволяє досягти тієї ж точності, але дані передаються як ціле 4-байтове число, а не 8-байтове. Крім того, значення прискорення зменшуються до одиничних точних чисел із плаваючою комою замість подвійної точності, а значення світла та потужності перетворюються на 2-байтові шорти з 4-х байтових цілих чисел. У всіх випадках, крім прискорення, перетворення не має втрат, однак у цьому випадку незначна втрата точності вважається прийнятною.

Дані від SunSPOT отримуються в об'єкті Connection, для кожного пристрою, приєднаного до розгортання, існує одне Connection. Кожне з'єднання містить перекладач, який обробляє необроблені байти, що передаються, і перетворює їх потім в об'єкти, сумісні з інтерфейсом ISensorData. Після реалізації даних у цій формі вони вставляються у проміжне програмне забезпечення через розширення класу AbstractSensorNetworkAdaptor. З цього моменту для того, щоб отримати доступ до даних, інші компоненти повинні просто запитувати дані, які вони потребують. Дані можна розрізнити різними способами, в SIXTH існують запити за замовчуванням, які можна використовувати для отримання відповідних даних; конкретна модальність (наприклад, "Світність" або "Тривісне прискорення"), заданий набір ідентифікаторів датчиків, містить число, більше / менше, ніж задане значення, або було створено протягом певного періоду. Кінцевою вимогою цього адаптера є повторне завдання датчика, коли це потрібно. Коли надходить повідомлення про повторне завдання, адаптер встановлює окреме з'єднання з відповідним пристроєм і передає інструкції, кодовані в межах 3 байт. У межах першого байта перші три біти визначають, чи є це командою для запуску, зупинки або зміни частоти певного датчика, яка визначається рештою бітів. Решта повідомлення містить інформацію, що стосується частоти та тривалості періоду зондування. Після підтвердження цей зв'язок закритий, залишаючи працювати лише засоби прийому даних. Відправник даних працює просто, він фільтрує та передає відповідні дані.

Розроблений комплект містить інтелектуальні агенти в застосунку in-situ. На рис. 1 показано приклад того, як певна кількість агентів може бути розгорнута в WAIST. Агенти створюють і використовують артефакти, які визначаються в межах ряду груп, залежно від їх передбачуваної функціональності. У цьому наборі є три агенти; SensorManager, відповідальний за управління активацію датчиків; ConnectionMonitor,



відповідальний за моніторинг підключення до сервера та DeploymentManager, відповідальний за управління пакетами в застосунку.

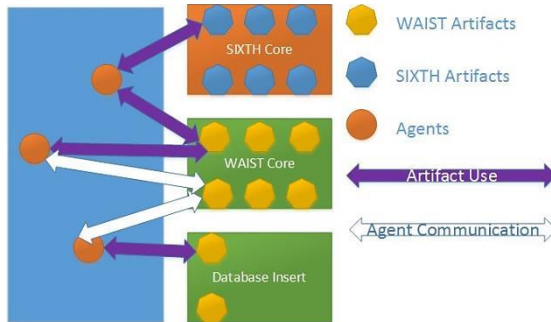


Рисунок 1 – Зображення процесів з агентів, що взаємодіють між собою, а також SIXTH та WAIST

Коли мережні ресурси недоступні, значення розташування зберігаються в буфері та передаються при відновленні. Так само, як дані, що передаються між пристроями SunSPOT та додатком in-situ, дані зменшуються максимально, щоб зменшити вимоги до пропускної здатності. Додаток передає ідентифікатор датчика, широту, довготу, точність і швидкість, а також мітку часу, яка становить лише 40 байт.

На основі досліджень було розроблено ряд компонентів, що дозволяють класифікувати стан об'єктів з використанням програмних інтелектуальних агентів. Ці результати базуються на показаннях датчиків. Всі класифікатори починаються із завантаження навчальних даних із бази даних та підготовки їх класифікаторів. В даний час в системі є два набори класифікаторів, classifier.nnge.msdq та classifier.nnge.msddotd. Крім того, було розроблено інтелектуальні агенти в центральній програмі.

### Перелік посилань

1. Tobias Ahlbrecht, Jürgen Dix, Michael Köster, and Federico Schlesinger. "Multi-Agent Programming Contest 2013". In: Engineering Multi-Agent Systems. Ed. by Massimo Cossentino, Amal El Fallah Seghrouchni, and Michael Winikoff. Vol. 8245. Lecture Notes in Computer Science. Springer Berlin Heidelberg, 2013, pp. 292–318. ISBN: 978-3-642-45342-7. DOI: 10.1007/978-3-642-45343-4\_16.
2. Савенко О.С. Дослідження та аналіз блокування процесів в комп'ютерній системі / О.С. Савенко, Ю.П. Кльоц, С.В. Мостовий // Вісник Хмельницького національного університету. – 2007. - № 3, Том 1.- С.248-251.
3. Department of the Environment and Community and Local Government. A Resource Opportunity Waste Management Policy in Ireland. Tech. rep. Department of the Environment Community and Local Government, 2012.

УДК 004.4

Сова О. Я., Дука О. В., Назаренко І. М.

*Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації ім. Героїв Крут*

## **МЕТОДИ АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗГОРТАННЯ ТА НАЛАШТУВАННЯ МЕРЕЖЕВОЇ ТА СЕРВЕРНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ З КОНТРОЛЕМ ВЕРСІЙ**

*Розглянута необхідність швидкого розгортання та налаштування мережевої та серверної інфраструктури, хмарні сервіси та системи контролю версій програмного коду. Проведене дослідження основних сучасних підходів для розгортання інфраструктури. Запропоновано модель системи для автоматизованого розгортання та налаштування серверної та мережевої інфраструктури з контролем версій.*

*The need for rapid deployment and configuration of network and server infrastructure, cloud services and software version control systems is considered. The research of the basic modern approaches for the deployment of infrastructure is carried out. A system model for automated deployment and configuration of server and network infrastructure with version control is proposed.*

В наш час використання високопродуктивних серверних та мережевих інфраструктур є досить актуальним тому що це забезпечує відмовостійкість, масштабованість, безпеку. Але постає проблема в швидкості налаштування таких систем. Оскільки конфігурування кожного пристрою окремо є досить довго а також це потребує достатню кількість персоналу який зможе це зробити. Одним із виходів із ситуації є використання хмарних технологій тому що це дозволить використовувати сценарії управління інфраструктурою та оркестрації, що забезпечить швидке налаштування та розгортання серверною та мережевої інфраструктури.

Надання ресурсів у хмарному середовищі є звичайною практикою в наш час. У поєднанні з інструментами для неперервної інтеграції та розгортання можуть знадобитися інструменти як оркестрації так і інструменти управління конфігурацією. У будь-якому хмарному середовищі інструменти оркестрації відповідають за забезпечення інфраструктури ,а інструменти управління конфігурацією дбають про встановлення програмних пакетів на сервері, налаштуванні сервісів, розгортання додатків, та налаштуванні мережевих пристроїв.

Оскільки налаштування кожного сервера або окремого мережевого пристрою маючи велику інфраструктуру займе досить багато часу. Варіантом адміністрування таких систем можуть бути програмні скрипти, тобто використання підходу інфраструктура як код. Під час розробки потрібно зберігати ці сценарії для цього можна використати системи контролю версій, оскільки це забезпечить можливість постійного вдосконалення та буде можливість виконувати неперервну інтеграцію цих скриптів.

Метою роботи є розробка моделі для автоматизованого налаштування та розгортання серверної та мережевої інфраструктури.

Ще одна проблема така як розгортання або налаштування інфраструктури в іншому регіоні або країні. Щоб вирішувати такі проблеми потрібний цілий відділ системних адміністраторів який мінімум буде складатися з 1000 осіб, щоб хоч якось справлятися з налаштуванням таких систем. Одним із виходів з ситуації є використання сценаріїв управління інфраструктурою та оркестрації, що забезпечить швидке налаштування та розгортання серверною та мережевої інфраструктури. У поєднанні з інструментами для неперервної інтеграції та розгортання можуть знадобитися інструменти як оркестрації так і інструменти управління конфігурацією. В свою чергу оркестрація - автоматичне розміщення, координація і управління складними комп'ютерними системами і службами.

Для можливості вибору які саме пристрої налаштовувати, чи яку розгорнути інфраструктуру а також для можливості неперервної інтеграції коду було розроблено модель системи контролю версій (рисунок 1).

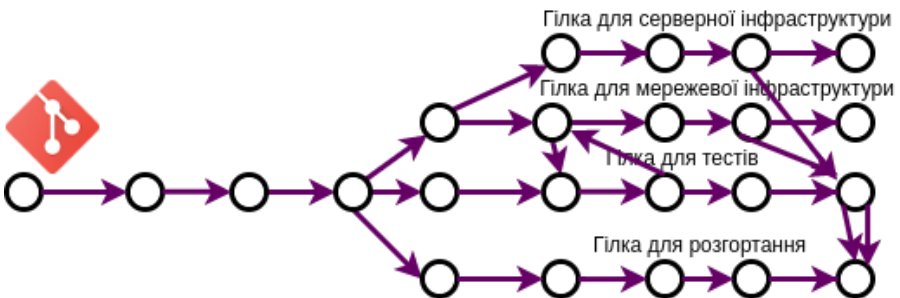


Рисунок 1 – Структура системи контролю версій

Загальна архітектура проекту є досить складною, оскільки до нього входить велика кількість складових (рисунок 2).

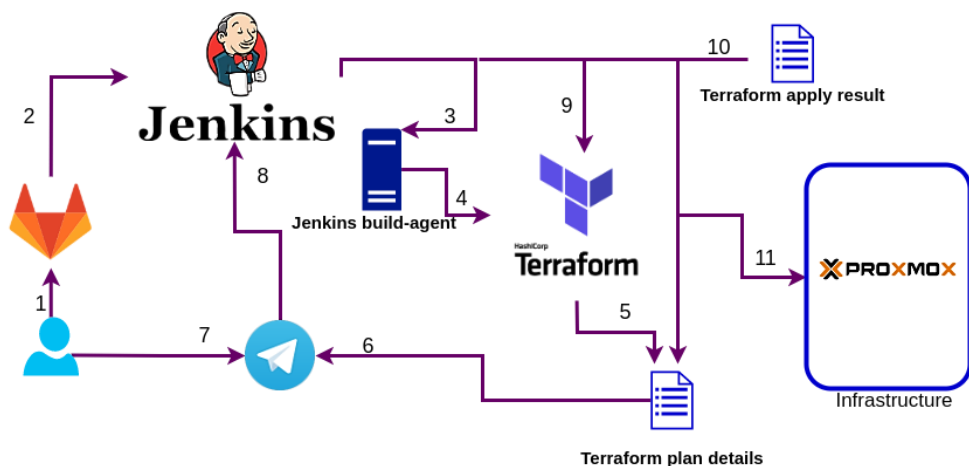


Рисунок 2 – Архітектура проекту

- 1) Розробник або інженер з операцій змінює файл конфігурації Terraform на локальній машині та передає код Gitlab;
- 2) Jenkins запускає роботу безперервної інтеграції;
- 3) Jenkins витягне останній код із налаштованого репозиторія, що містить файли Terraform, на його робочу область;
- 4) Jenkins читає конфігурацію Terraform і потім ініціалізує віддалений сервер Terraform формує план щодо змін, які необхідно застосувати в інфраструктурі;
- 5) Jenkins надсилає сповіщення до каналу Slack про зміни для ручного затвердження;
- 6) У Slack користувач може схвалити або не схвалити план Terraform;
- 7) Від користувача надсилається на сервер Jenkins для продовження подальших дій;
- 8) Після того, як зміни будуть затверджені оператором, Jenkins виконає terraform apply для відображення змін в інфраструктурі;
- 9) Terraform створить звіт про ресурси та його залежності, створені під час виконання плану;
- 10) Terraform бере ресурси в середовищі провайдера;
- 11) Jenkins повторно надішле повідомлення до каналу Slack про стан інфраструктури після застосування змін до неї. Після того як завдання виконано, завдання конвеєра Jenkins буде готово для очищення робочої області, що створено завданням.

Отже, запропонована модель для автоматизованого розгортання мережевої та серверної архітектури що забезпечує швидке розгортання відповідно до вказаних вимог у програмному сценарії. Подальші дослідження спрямовані на розробку зручного інтерфейсу для керування інфраструктурою.

УДК 004.4

Ставінська І. В., Григорова А. А.

*Херсонський національний технічний університет*

## **ВІРТУАЛЬНІ АСИСТЕНТИ В СФЕРІ HR-МЕНЕДЖМЕНТУ**

*Розглянуто переваги та недоліки віртуальних асистентів, доцільність їх використання в роботі HR-спеціалістів.*

*This article was considered the advantages and disadvantages of virtual assistants, the expediency of their use by HR specialists.*

На сьогодні сучасні інформаційні системи і технології відіграють все більшу роль в процесі досягнення стратегічних цілей організації. Складність завдання керування персоналом у великих, а особливо багатoproфільних підприємствах і установах значно зросла. У першу чергу це пов'язано з тим, що персонал є найважливішим ресурсом для забезпечення виробничо-господарської діяльності підприємства. Ефективність HR-менеджменту забезпечує ефективність діяльності самого підприємства, й саме тому якісне управління персоналом є важливою конкурентною перевагою.

У сфері управління персоналом зростає вплив digital-технологій, які змінюють звичні підходи в HR. Українські компанії активно впроваджують digital-інструменти і різні IT-рішення та сервіси: ATS-системи, ERP-системи, cloud-технології, корпоративні соціальні мережі, e-learning-портали, онлайн-оцінку кандидатів і співробітників, чат-боти та штучний інтелект та ін. [1].

Керівництво багатьох компаній замислюється, як вдосконалити комунікацію між співробітниками всередині організації. За американськими даними, через проблеми з внутрішньою комунікацією роботодавець втрачає 26 тисяч доларів на рік на одного співробітника. Популярність месенджерів і зручність чат-ботів дозволяють скоротити ці втрати. Наприклад, бот стає відмінним рішенням, коли потрібно автоматизувати спілкування зі співробітниками на стандартні робочі теми, дати відповіді на рутинні питання.

Метою роботи є визначити переваги та недоліки віртуальних асистентів, доцільність їх використання в роботі HR-фахівців.

Бот, віртуальний асистент - це програма, яка працює в діалоговому інтерфейсі і надає користувачеві якусь послугу: відповідь на питання, одне з посилок і т.д. На сьогоднішній день вони активно використовуються в Facebook Messenger, Telegram, Viber, Skype і інших месенджерах і додатках.

За прогнозами компанії Statista, до 2024 року світовий ринок ботів виросте до \$994,5 млн (для порівняння: у 2015-му він був на рівні \$113 млн). Їх застосовуватимуть у медицині, електронній комерції, страхуванні, фінансуванні, туризмі, ритейлі, у сфері розваг і в галузі ЗМІ [2]. Збільшення їхньої популярності пов'язано з тим, що автоматизовані співрозмовники покликані спростити спілкування компаній і організацій із клієнтами або власними співробітниками.

Ключові переваги віртуальних асистентів:

- працюють у режимі 24/7;
- спілкуються з користувачами без допомоги людини. Завдяки цьому компанія скорочує витрати;
- знижують навантаження на співробітників, які надають консультації на гарячих лініях і в онлайн-чатах;
- одночасно можуть вести бесіди з декількома користувачами;
- оперативно реагують на всі вхідні запити;
- можуть вести діалог декількома мовами;
- допомагають знаходити персоналізований підхід до клієнтів завдяки збереженню листування й т. д. [2]

Чат-боти – це програмне забезпечення, тому вони поки не здатні впоратися з усіма завданнями, які підвладні людині.

З цієї причини у таких систем є наступні недоліки:

- вони не завжди розуміють, що від них хоче людина. Боти дають відповіді тільки на прості і зрозуміло сформульовані запитання;
- відсутність емоцій. Деяким клієнтам важливий «живий» діалог, у якому оператор підтримує, співчуває чи проявляє людську небайдужість. Бот поки ще не здатний на подібне;
- якщо користувач робить орфографічні чи стилістичні помилки, система може хибно розпізнати текст і, як наслідок, неправильно відреагувати на запит;
- регулярно розсилаючи клієнтам різний контент, програма може бути заблокована користувачем [2].

40-50% часу HR-фахівця займає робота з персоналом і відповіді на внутрішні і часто повторювані питання співробітників. Цей час можна витратити на рекрутинг, опрацювання вхідних резюме, створення стратегій компанії, розвиток талантів співробітників. За допомогою чат-боту можна автоматизувати ці процеси, заповнювати папери, відповідати на питання співробітників, представляти нових співробітників компанії іншим і вирішувати питання як тільки вони виникли [3].

Чат-боти оптимізують і персоналізують управління співробітниками. Загалом, проаналізувавши потреби HR-фахівців, в ході дослідження було виокремлено 7 ситуацій, в яких чат-бот може облегшити їх роботу.

#### *1) Підбір персоналу.*

Головна перевага чат-бота – він повинен вміти не тільки збирати інформацію про потенційних працівників, а й проводити попередній відбір. Таким

чином, чат-боти можуть економити багато часу, відповідаючи на первинні питання потенційних кандидатів.

## *2) Адаптація нових співробітників.*

Чат-боти повинні вміти спілкуватися із співробітниками та взаємодіяти з програмами для управління персоналом. Вони допомагають новачкам з документами, робочими інструкціями та процедурами. Деякі компанії «зашивають» в бот розташування робочих місць: так нові працівники знайомляться з колективом.

Британська аудиторсько-консалтингова компанія EY створила бота Onboarding Buddy. Це ШІ-чат, який інтегрується з SAP SuccessFactors. Нові співробітники можуть поставити йому первинні, але важливі питання, які не наважилися б запитати у свого безпосереднього начальника. Якщо це перший робочий день, то новий співробітник може помітити, що йому не вистачає комп'ютера. Він може запитати у бота: «З ким із ІТ-відділу необхідно зв'язатися, аби отримати персональний комп'ютер?». У відповідь програма надішле не тільки ім'я співробітника, але і його фотографію, адресу електронної пошти, номер телефону та детальну карту, як до нього дістатися.

## *3) Відповіді на питання.*

За допомогою одного чат-бота можна організувати центр підтримки персоналу. Додаток допоможе співробітникам отримати доступ до потрібної інформації та відповіді на популярні питання.

Такого помічника створила компанія Loka. Чат-бот Jane допомагає оптимізувати робочі процеси і відповідає на питання співробітників. Замість того, щоб йти до відділу кадрів або чекати лист по електронній пошті, співробітники відразу ж отримують відповідь на свої питання. Також бот збирає інформацію для оптимізації процесів і підвищення продуктивності. Таким чином Jane допомагає керівникам використовувати задані працівниками питання для виявлення проблем.

## *4) Подача заяв.*

Однією з найбільших проблем є оформлення документів. Наприклад, заяви на відпустку. Це тривала і виснажлива частина роботи. Але за допомогою чат-бота її можна спростити. Наприклад, використовувати додаток для подачі заявок на довідки та виписки.

## *5) Екзит-інтерв'ю.*

Більшість співробітників приховує, чому вони вирішують звільнитися. Якщо проблема в компанії або команді, то HR-менеджеру важливо знати причину, щоб попередити звільнення колег.

Під час екзит-інтерв'ю в повному обсязі співробітники можуть бути відвертими. Чат-боти запобігають незручності і можуть гарантувати співробітникам анонімність: так можна отримати більш чесні відповіді. До того ж чат-бот одночасно може опитувати сотні співробітників, що звільнюються, в різних регіонах. HR-менеджери, як правило, встигають провести інтерв'ю на виході тільки з ключовими співробітниками.

*6) Навчання співробітників.*

Боти можуть бути помічниками в розробці індивідуальних планів для навчання і розвитку кожної людини, в тому числі і для розвитку навичок. Наприклад, поради щодо літератури або курсів по певним навичкам. Або провести швидке тестування і порадити ресурси в залежності від результатів тесту. Чат-бот допомагає співробітнику вчитися там, де йому буде зручно. А всі корисні матеріали будуть зберігатися у нього в смартфоні.

*7) Планування часу і ресурсів.*

Використання чат-бота може допомогти поліпшити робочий процес і полегшити спілкування між членами команди. Наприклад, якщо хтось запізниться на зустріч, то бот може відправити на неї інших співробітників або попередити, що зустріч відкладена.

Американський інтернет-магазин Overstock використовує бота Mila, який розподіляє завдання співробітника, що захворів серед тих, хто «залишився». Коли працівник відчуває себе погано, замість дзвінка менеджеру він пише боту. А він перевіряє розклад і знаходить працівника, що міг би замінити хворого. Mila також допомагає співробітникам планувати час, перевіряє їх графіки і виконує інші рутинні завдання, які вимагають часу та вкладу HR-фахівців.

За допомогою чат-ботів HR-спеціалісти можуть перевести увагу з адміністративної роботи на підвищення продуктивності і пошук нових талантів.

Отже, розглянуті позитивні та негативні сторони віртуальних асистентів (чат-ботів) та їх впровадження в роботу HR-фахівців задля полегшення вирішення рутинних питань в управлінні персоналом забезпечують точну і повну характеристику доцільності їх використання. Подальші дослідження спрямовані на розробку чат-боту даного напрямку для декількох цифрових додатків, що забезпечить можливість інтеграції з різноманітними сервісами.

**Перелік посилань**

1. «Digital в HR»: кращі інноваційні проекти [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kherson.hh.ua/article/22456>
2. Чат-боти у сфері бізнесу: чи зможуть віртуальні помічники замінити людину? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://aicongference.com.ua/uk/news/chat-boti-v-sfere-biznesa-smogut-li-virtualnie-pomoshchniki-zamenit-cheloveka-98195>
3. Аналіз успішних прикладів чат бот в сферах HR, Подорожі та Нерухомість [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://evergreens.com.ua/ua/articles/bots-for-business-cases-2.html>



УДК 004.75:004.5

Старанчук З. І., Табенський С. М.

*Хмельницький національний університет*

## **БАГАТОКОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ВИЯВЛЕННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ АТАК НА ОСНОВІ ШТУЧНИХ ІМУННИХ СИСТЕМ ТА НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ**

*В роботі проаналізовано важливість використання та розвинення гнучких, адаптивних та надійних засобів кібербезпеки. Використання штучних імунних систем та нейронних мереж. Представлення варіанту для покращення виявлення вторгнень до комп'ютерних систем та мереж на основі штучних імунних систем та нейронних мереж.*

*Drawing attention to importance of using and advancing flexible, adaptable, and robust tools of cybersecurity. Using of artificial immune systems and artificial neural networks. Introducing of case for improvment of Intrusion Detection based on artificial immune systems and artificial neural networks.*

Зважаючи на факт, що інструменти штучного інтелекту розробляються в відкритих джерелах, то розумно буде очікувати, що технології штучного інтелекту будуть використовуватись в створенні вдосконалених та сучасних загроз.

Метою роботи є покращення існуючих сучасних систем виявлення комп'ютерних атак, яка буде більш ретельно виявляти вторгнення в систему та не даватиме хибних тривог.

Здійснимо короткий аналіз відомих підходів до забезпечення виявлення комп'ютерних атак.

Автори в [1] об'єднали алгоритми: штучний бджолиний рій (Artificial bee colony, ABC) та штучний рій риб (Artificial fish swarm, AFS) – для співпраці вирішення проблем виявлення комп'ютерних атак. Для тестування цього методу використовували бази NSL-KDD та UNSW-NB15, в результаті видно, що цей метод є ефективним та має низьку частоту спрацювання хибних тривог.

У випадку [2] представлений багаторівневий адаптивний метод виявлення вторгнень, комбінуючи в собі технологію білого листа(Whitelisting, AWL) та машинного навчання (Machine learning, ML). Білий лист використовували для фільтрування комунікацій, а машинне навчання – для ідентифікування аномальних комунікацій. А також використали метод рою часток(Particle swarm optimization,

PSO) та штучний рій риб (Artificial fish swarm AFS) для оптимізації параметрів моделі машинного навчання.

Гарг С. [3] запропонував гібридну модель яка використовує алгоритм оптимізації сірого вовка (gray wolf optimization, GWO) та згорткові нейронні мережі для видалення та виявлення аномалій мережевої поведінки в мережевих потоках трафіку в реальному часі. Емпіричний результат показує, що показники цього методу виявлення втручання також є достатньо високі, а частота хибних тривог – низька.

У роботі [4] представлена система виявлення комп'ютерних атак на базі методу опорних векторів (Support vector machines, SVM) та штучного бджолиного рою (Artificial bee colony, ABC). Головною метою було прискорити алгоритм ABC адаптацією алгоритму табу-пошуку, що подалі могло прискорити конвергенцію. Згідно з їх експериментом частота точності була високою, 94.53%, а частота хибних тривог - 7.028%.

Таблиця 1 – Характеристики розглянутих підходів до виявлення атак

| № | Рік  | Ціль                         | Тех.                   | Типи загроз                                                                                 | База                 | Результат                                |
|---|------|------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------|
| 1 | 2018 | Виявлення, класифікація атак | ABC, AFS               | DoS, Probe, R2L, U2R, Fuzzers, Analysis, Exploits, Generic, Worms, RA, Shellcode, Backdoors | NSL-KDD, UNSW-NB15   | Точ: 97,5%<br>ХТ: 0,01%                  |
| 2 | 2019 | Виявлення аномалій           | PSO, SVM, K-means, AFS | DoS, Probe, R2L, U2R, RA, RI, CI                                                            | KDD'99, Gas Pipeline | Точ: 95%                                 |
| 3 | 2019 | Виявлення аномалій           | GWO, CNN               | DoS, Probe, U2R, R2L                                                                        | KDD'99, DARPA'98     | Точ: 97,92% / 98,42%<br>ХТ: 3,6% / 2,22% |
| 4 | 2019 | Виявлення атак               | Tabu search, ABC, SVM  | DoS, Probe, U2R, R2L                                                                        | KDD'99               | Точ: 94,53%<br>ХТ: 7,028%                |
| 5 | 2019 | Виявлення аномалій           | Spark ML, LSTM         | DSoS, DoS, Botnet, Brute Force SSH,                                                         | ISCX-UNB             | Точ: 97,29%<br>ХТ: 0,71%                 |

У підході [5] показаний спосіб гібридної реалізації системи виявлення атак, яка використовує Spark ML та LSTM (Long Short-Term Memory) згортоква нейронна мережа. Для визначення ефективності та швидкодії цього методу використали базу ISCX-UNB. Як бачимо, даний метод має одні з найкращих показників.

Отже, задача систем виявлення атак є важливою складовою в захисті. Без їх сигналу система не почне себе захищати, що в результаті призведе до серйозних проблем. Як бачимо, показники сучасних систем в край високі, але не є ідеальними, тому можливість покращення результатів залишається і вона ґрунтується на запропонованому підході, який полягає в тому щоб налагодити використання мультикомп'ютерних систем для підтримки кібербезпеки.

### **Перелік посилань**

1. Hajisalem, V.; Babaie, S. A hybrid intrusion detection system based on ABC-AFS algorithm for misuse and anomaly detection. *Comput. Netw.* 2018, 136, 37–50.
2. Chen, W.; Liu, T.; Tang, Y.; Xu, D. Multi-level adaptive coupled method for industrial control network safety based on machine learning. *Saf. Sci.* 2019, 120, 268–275.
3. Garg, S.; Kaur, K.; Kumar, N.; Kaddoum, G.; Zomaya, A.Y.; Ranjan, R. A Hybrid Deep Learning based Model for Anomaly Detection in Cloud Datacentre Networks. *IEEE Trans. Netw. Serv. Manag.* 2019.
4. Gu, T.; Chen, H.; Chang, L.; Li, L. Intrusion detection system based on improved abc algorithm with tabu search. *IEEE Trans. Electr. Electron. Eng.* 2019, 14.

УДК 004.9:004.7

Стецюк М. В., Стецюк В. М., Савенко О. С.

*Хмельницький національний університет*

## **МОДЕЛЬ АРХІТЕКТУРИ АВТОМАТИЗОВАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ СУПРОВОДУ ФІНАНСОВО-ГОСПОДАРСЬКИХ ПРОЦЕСІВ У КОРПОРАТИВНИХ МЕРЕЖАХ В УМОВАХ ВПЛИВУ ЗЛОВМИСНИХ ДІЙ**

*В роботі здійснено постановку актуальної наукової задачі з розроблення інформаційної технології супроводу фінансово-господарських процесів та підтримки управлінських рішень для підприємств, організацій та установ, продиктованих потребами покращення їх ефективності та надійності в умовах впливу зловмисного програмного забезпечення (ПЗ).*

*Розроблена архітектура інформаційної системи зорієнтована на заклади вищої освіти. Проведено експериментальні дослідження з розробленою інформаційною системою, які підтвердили покращення її ефективності, надійності та запропонованих рішень.*

*The paper presents an urgent scientific task to develop information technology for financial and economic processes and support management decisions for enterprises, organizations and institutions, dictated by the need to improve their efficiency and reliability under the influence of malicious software.*

*The developed architecture of the information system is focused on higher education institutions. Experimental studies were conducted with the developed information system, which confirmed the improvement of its efficiency, reliability and proposed solutions.*

Складність задач супроводу фінансово-господарських процесів та підтримки управлінських рішень для підприємств, організацій та установ, рішення яких забезпечується використанням інформаційних технологій, збільшується через потребу посилення стійкості самих інформаційних систем (ІС), підтримки живучості в різних критичних умовах експлуатації та організації захисту інформації в них. Як правило, такі інформаційні системи реалізуються розподілено, передбачають роботу багатьох користувачів одночасно, що потребує реалізації їх з врахуванням забезпечення відмовостійкості і живучості, зокрема і при наявності загроз несанкціонованого вторгнення [1]. Крім того, актуальність захисту інформації в них стрімко зростає порівняно з інформаційними системами з інших прикладних галузей, бо вони відносяться до забезпечення фінансово-господарських процесів, які цікавлять зловмисників і відповідно стають об'єктами атак зловмисного ПЗ [2].

Аналіз роботи відомих ІС ("ІС: Підприємство", "БЕСТ", "Парус: Підприємство") [3,4], які призначені для автоматизації фінансово-господарських

процесів з точки зору захисту інформації були виявлені деякі проблеми, які впливають на продуктивність їх роботи в умовах впливу зловмисного ПЗ: складність початкового налаштування системи, їх громіздкість, викликану бажанням бути максимально універсальними. В умовах, коли предметна область, яку вони забезпечують, базується на нормативній базі, яка в свою чергу, постійно динамічно змінюється, в процесі життєдіяльності суспільства, це призводить до значних фінансових витрат на їх утримання для забезпечення їх відмовостійкості та живучості в умовах постійно діючих загроз [5], стосовно інформації, яка в них обробляється.

Метою цієї роботи є технологія побудови ІС, позбавленої вказаних недоліків, яка відрізняється від існуючих:

1. Інший підхід до модульного принципу побудови систем, а саме - за масштабом модульності. В існуючих системах в якості модуля вибрано реалізацію підрозділу, або кількох суміжних підрозділів (навіть якийсь аспект роботи цілої організації). В розробленій системі за модуль вибрана посада, яка реалізується як окреме АРМ. А підрозділ формується як набір АРМ.

2. Асинхронний режим роботи програмних модулів. Аналіз роботи систем із жорсткою синхронізацією роботи всіх програмних модулів показав, що в них можливі значні втрати часу на очікування завершення проведення по системі супроводжуваних нею фінансово-господарських процесів, оскільки досить важко забезпечити рівномірне завантаження всіх користувачів, за всіма напрямками роботи системи в один і той же момент часу. Синхронізація роботи всіх АРМ забезпечується по лівій межі звітного періоду головного АРМ.

3. Дворівнева система адміністрування. Перший рівень адміністрування реалізується традиційним способом. В системі створюються ролі (програмні еквіваленти посади), між якими розподіляються права доступу до об'єктів БД системи та її функціональності. Другий рівень адміністрування реалізований з використанням модульного принципу побудови системи, його задачею є оперативне управління роботою окремих АРМ та їх груп.

4. Робота окремих АРМ в двох часових шкалах. Це дозволяє відображати інформацію як в загально прийнятих звітних періодах (місяць, квартал, фінансовий рік), так і періодах прийнятих в ЗВО (семестр, навчальний рік).

5. Забезпечується здійснення маневру обчислювальними потужностями апаратної платформи ІС. Налаштування програмного забезпечення АРМ дозволяє маневрувати місцем виконання «важких», з точки зору витрат обчислювальних ресурсів, розрахункових задач, забезпечуючи завантаження одних апаратних засобів ІС, відповідно до їх обчислювальної потужності і, розвантажуючи інші.

Побудована по такій технології ІС отримує можливість динамічно змінювати свою архітектуру з дворівневої клієнт-серверної на 2,5-рівневу клієнт-серверну. Такий підхід дозволяє більш ефективно використовувати ресурси ПЗ та апаратної

платформи ІС для підвищення відмовостійкості та живучості в умовах впливів зловмисного ПЗ.

Такий метод вибору технології клієнт-серверної взаємодії в ІС дозволяє підвищити живучість ІС, при зростанні навантаження на неї. Абстрактна модель архітектури ІС, що реалізує вказану технологію, показано на рисунку 1.

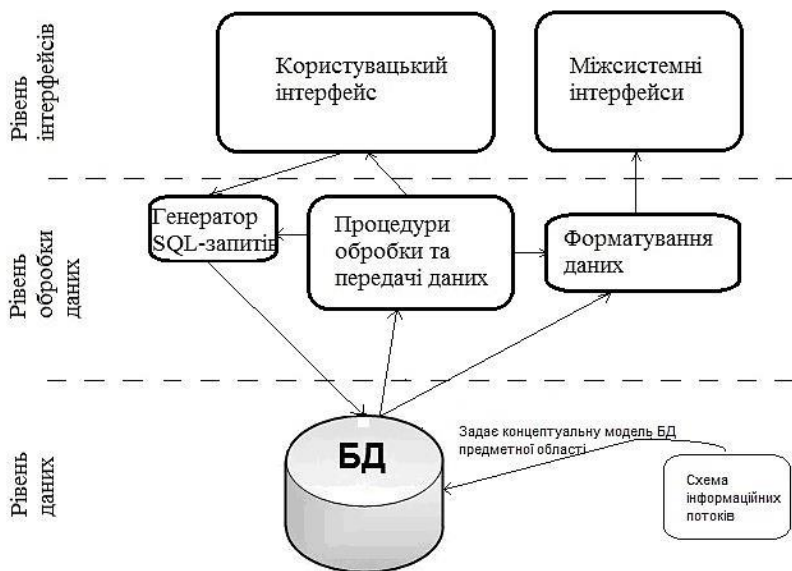


Рисунок 1 – Абстрактна модель архітектури ІС

На основі представленої моделі була реалізована клієнт-серверна архітектура з вертикальним розподілом ІС. Як видно з моделі, інформаційні потоки установи знаходяться на перетині вертикального та горизонтального інформаційних каналів (рисунок 2).

З розробленою ІС проводився експеримент, який включав в себе визначення часу необхідного на формулювання завдання на проектування нового АРМ, саму розробку, тестування та введення в експлуатацію. Встановлено таку закономірність – впровадження в ІС кожного нового АРМ займає менше часу, ніж попереднього, навіть при зміні розробників. Причина полягає в напрацюванні типових рішень та типових програмних елементів системи, використання яких фактично замінює програмування збіркою програмного забезпечення АРМ в комплект з наступною його компіляцією, як єдиного програмного модуля.

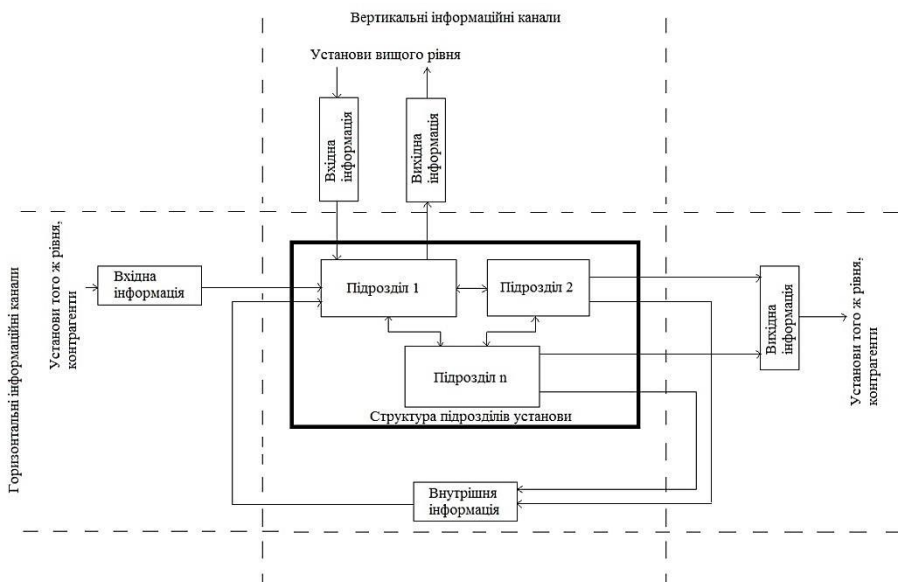


Рисунок 2 – Узагальнена модель інформаційних потоків ІС

Розроблена архітектура ІС є динамічною, дозволяє здійснювати підтримку реалізації принципів живучості, стійкості та захисту інформації в умовах впливу зловмисного ПЗ. Крім того, вона надає засоби підтримки прийняття рішень супроводу фінансово-господарських процесів та підтримки управлінських рішень для підприємств, організацій та установ. Напрямок подальших досліджень є розробка складових АІС, які відповідатимуть за стійкість, живучість та захист інформації, а також відповідних методів їх забезпечення.

### Перелік посилань

1. Державний Стандарт України. Захист інформації. Технічний захист інформації. Терміни та визначення. ДСТУ 3396.2-97.
2. Указ Президента України №133/2017 Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 28 квітня 2017 року "Про застосування персональних спеціальних економічних та інших обмежувальних заходів (санкцій)".
3. Порівняльний аналіз автоматизованих систем бухгалтерського білку на підприємствах України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5661>
4. Інформаційна система "Бест" [Електронний ресурс]. //Ефективна економіка № 6, 2017 – Режим доступу: : <https://www.megos.org.ua/referaty/oblik.1.5.1.html>
5. Савенко О. С. Дослідження методів антивірусного діагностування комп'ютерних мереж / О. С. Савенко, С. М. Лисенко // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2007. – № 2, т. 2. – С. 120–126.

УДК 004.4

Табунов А. А., Шевченко В. Л.

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

## **ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ЗА ДОПОМОГОЮ СЕНСОРІВ СМАРТФОНУ БЕЗ ВИКОРИСТАННЯ GPS**

Питання забезпечення людей додатковими джерелами інформації щодо географічних координат в умовах зникнення зв'язку із сотовою мережею та системою глобального позиціонування є актуальною задачею гарантування стійкого розвитку людства за умов будь-яких несподіваних ситуацій, наприклад, при русі автомобіля незнайомою територією, чи в умовах ведення бойових дій. Також, не завжди достатньо застосовувати лише один спосіб і ситуація вимагає комбінацію та усереднення даних, отриманих за допомогою різних методів.

В якості додаткового засобу визначення координат можна використовувати інформацію про розташування сонця та зірок на небі. Відомі технічні рішення найчастіше використовують в якості бортових систем [1-3]. Недоліками таких систем є громіздкість, вимога щодо розташування на борту рухомого засобу, велика вартість, енергоспоживання та недоступність для пересічних громадян.

*Метою роботи є розширити можливості звичайних смартфонів (неспеціалізованих телекомунікаційних пристроїв) щодо визначення географічних координат в нештатній ситуації, в умовах зникнення доступу до стандартної мережі GPS (системи глобального позиціонування) та зв'язку із сотовою мережею.*

*Принцип дії системи:*

- 1) За допомогою камери проводиться фотозйомка небосхилу, на якому наявний необхідний небесний об'єкт (Сонце).
- 2) У момент, коли робиться знімок, проходить зчитування необхідних даних часу та інформації з датчиків, що дозволяє отримати орієнтацію пристрою у просторі.
- 3) Наступним етапом, знімок аналізується: пошук мета-інформації з зображення (розпізнавання патернів, визначення знаходження Сонця на знімку).
- 4) На основі отриманих даних, система обчислює азимут та кут, що визначає висоту небесного об'єкта над горизонтом (схилання Сонця).
- 5) Для контрольних точок на поверхні (Землі) у момент часу фотознімку обчислюється значення кутів (описані у пункті 4). Дані інтерполюються та проходить пошук ділянки, де наявне співпадіння з інформацією, що отримана у пункті 4 (з урахуванням похибки) - результатом є орієнтовні координати цієї місцевості.

Щоб ефективно застосовувати систему в умовах відсутнього доступу до мережі Інтернет, необхідно перед можливим використанням програмного



забезпечення проводити завантаження певних метаданих моделі руху Землі навколо Сонця (орієнтовно один раз на добу), що обчислюються на серверній частині.

Модель руху Землі навколо Сонця описується на основі небесної сфери (уявна сфера, на яку проєктуються небесні тіла) (на рисунку 1 зображено кути, що визначають положення точки на Землі відносно сонячних променів: азимут;  $\delta$  - схилення (кут між площиною небесного екватору та напрямком на світило [4])). Завдяки цьому представленню можливо описати положення Сонця щодо шуканої точки на основі двох кутів, яким відповідає місцезнаходження (координати) на певній місцевості.

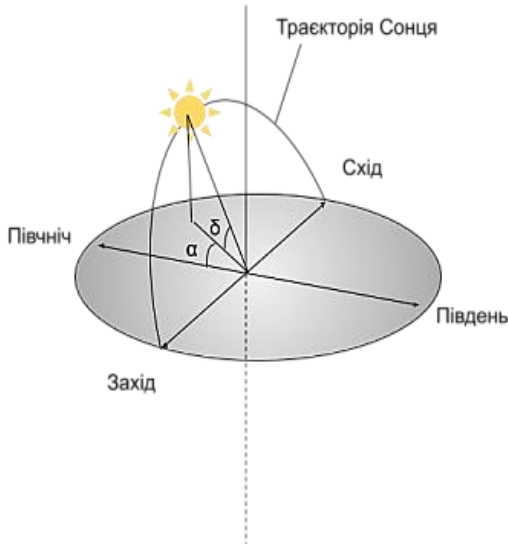


Рисунок 1 – Представлення небесної сфери у певній точці

Дані (показники сенсорів), що описують орієнтацію пристрою у просторі, надаються неспеціалізованим мобільним пристроєм у формі кватерніона. Проте необхідно перетворити отримані значення у три кути для зручного опису орієнтації пристрою та їх подальшого застосування при розрахунках (один з необхідних кутів (азимут) - це третій вимір вектору):

$$\begin{cases} \arcsin(2*(q_x q_z - q_w q_y)) * 180 / PI; \\ \text{atan2}(2*(q_x q_w + q_y q_z), 1 - 2*(q_z^2 + q_w^2)) * 180 / PI; \\ \text{atan2}(2*(q_x q_y + q_z q_w), 1 - 2*(q_y^2 + q_z^2)) * 180 / PI; \end{cases}$$

де:  $PI$  – математична константа;

$q$  – отриманий кватерніон у вигляді вектору  $(X, Y, Z, W)$ .

Удосконалено математичну модель обробки інформації, що отримана з сенсорів неспеціалізованого мобільного пристрою та знімку небосхила, за рахунок перетворення даних у зручний формат, який дозволяє провести співставлення результатів зазначених обчислень з даними моделі руху планети Земля навколо Сонця. Метод можливо застосовувати для уточнення даних основних систем (наприклад, глобальної системи позиціонування).

Подальші дослідження спрямовані на підвищення точності з використанням технологій, таких як комп'ютерний зір; побудова більш точної моделі сонячної системи; розрахунок географічного положення, враховуючи особливості земної атмосфери.

### **Перелік посилань**

1. Выборнов А.А., Оптико-электронные приборы астроориентации и навигации космических аппаратов: учебное пособие / А.А. Выборнов; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство южного федерального университета, 2018. - 120 с.
2. Федосеев В.И., Колосов М.П., Оптико-электронные приборы ориентации и навигации космических аппаратов: учебное пособие. - М.: Логос, 2007. - 248 с.
3. Зямзин Е.Д., Кожеуров В.Н., Определение состава и структурной схемы бортового комплекса управления для осуществления посадки космического аппарата. // Пояснительная записка к выпускной квалификационной работе - Челябинск: 2017. - 63 с.
4. Declination - Sustainable By Design – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://susdesign.com/popups/sunangle/declination.php>

УДК 004.4

Тимошук С. В., Пономаренко Р. М.

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДТРИМКИ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ У ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ**

*Розроблено систему керування навчальним процесом із застосуванням кроссплатформної мови програмування Java в середовищі Netbeans із під'єднанням до веб-серверу XAMPP. Досліджено ефективність даної системи та переваги її використання для викладачів з метою пришвидшення процесу навчання та кращої його організації в навчальних закладах з великою кількістю студентів.*

*A process management system was developed using a cross-platform Java programming language in a Netbeans environment with a connection to an XAMPP web server. The efficiency of this system and the advantages of its use for teachers in order to accelerate the learning process and its better organization in educational institutions with a large number of students are investigated.*

Із збільшенням кількості студентів в університетах щорічно постає проблема зручної організації даних про студентів, їх оцінок та переліку дисциплін. Саме тому було поставлено питання про розробку зручної системи керування навчальним процесом для викладачів з особливим інтерфейсом, під'єднанням до бази даних та можливістю в будь-який час корегувати дані відповідно до змін в реальному часі [3], що значно скоротить час, витрачений на організаційні процеси.

Тобто викладач безпосередньо зможе мати доступ і до графічного інтерфейсу системи і при необхідності до бази даних, в якій зберігається інформація. Такі архітектурні рішення були прийняті на основі патерну багаторівневої моделі з відкритими рівнями (open-layer architecture).[1]

Раніше в даних системах подібного роду звичайні користувачі не могли мати доступ до безпосередньо бази даних, що сповільнювало процес навчання та вимагало задіяти більшу кількість працівників.

Розроблена система вирішує цю проблему і працюючи з нею викладачеві не потрібно звертатись в такі органи навчального процесу як деканат чи вище керівництво, адже, всю інформацію можна отримати безпосередньо в системі.

Метою роботи є створення ефективною програмної системи керування освітнім процесом в навчальних закладах, що буде досить ефективним багатофункціональним механізмом, з метою раціонального використання ресурсів та удосконалення роботи викладачів та навчання студентів в цілому.[1]

Саме завдяки використанню багатоплатформової збірки веб-сервера Хатрр та веб-додатку phpMyAdmin для адміністрування бази даних MySQL реалізація мого проєкту стала можливою.

Можемо розглянути це на прикладі списку студентів на рис 1.

**ОЦІНКИ**

Номер студента:

Назва дисципліни:

Оцінка:

Опис:

| Номер студента | Ім'я студента | Прізвище  |
|----------------|---------------|-----------|
| 1              | Віталій       | Бідонка   |
| 2              | Нікіта        | Бойко     |
| 3              | Микола        | Боринець  |
| 4              | Костянтин     | Бутенко   |
| 5              | В'ячеслав     | Велем     |
| 6              | Альона        | Ворох     |
| 7              | Владислава    | Гапеслава |
| 8              | Анастасія     | Демчук    |
| 9              | Данило        | Дроздов   |

Рисунок 1 – Сторінка додавання оцінок

На рисунку зображено можливість системи підлаштування під кожного викладача, який заздалегідь має власне ім'я користувача та пароль. Для додання оцінок в систему викладачеві лише необхідно вибрати дисципліну, яку веде даний викладач та студента з переліку. Також можна помітити на рисунку 1-2, що при веденні даних користувачем забезпечується конфіденційність введеної інформації, за рахунок перенесення даних автоматично в таблиці бази даних(у вікні внесення інформації оцінку побачити неможливо, лише при відкритті наступного вікна).

**РЕДАГУВАТИ ОЦІНКИ**

Номер студента:

Номер дисципліни:

Оцінка:

Опис:

| Номер с | Номер д | Оцінка | Опис                  |
|---------|---------|--------|-----------------------|
| 1       | 1       | 93.0   | за лабораторну роб... |
| 1       | 1       | 93.0   | за лабораторну роб... |
| 16      | 3       | 87.0   | за модуль             |
| 19      | 4       | 69.0   | за практичне завда... |
| 22      | 5       | 100.0  | за лабораторну роб... |
| 18      | 1       | 92.0   | за модуль             |

Рисунок 2 – Сторінка редагування оцінок

Отже, особи в яких немає доступу(пароллю та логіну користувача) не зможуть вносити та редагувати дані в системі. Лише при відкритті вікна «Оцінки» користувач може бачити їх перелік (рисунок 3).

| Номер ст | Ім'я      | Прізвище  | Дисципліна | Оцінка |
|----------|-----------|-----------|------------|--------|
| 1        | Віталій   | Бідочка   | Основи ... | 93.0   |
| 1        | Віталій   | Бідочка   | Основи ... | 93.0   |
| 18       | Олександр | Швидченко | Основи ... | 92.0   |
| 16       | Нікіта    | Тесленко  | Java       | 87.0   |
| 19       | Андрій    | Шевцов    | Українс... | 69.0   |
| 22       | Максим    | Яковенко  | Техноло... | 100.0  |

Скасувати

Рисунок 3 – Сторінка перегляду оцінок

Тоді, під'єднуючись до веб-сервера XAMPP та веб-додатку phpMyAdmin, що є надзвичайно простими у встановлення та малоємні щодо виділеної пам'яті, викладачеві зможе бачити інтерфейс для доступу до даних про студентів, їх оцінки за предмет та кількість точних годин по предмету.

Нижче на рисунку 4 можна побачити, як це виглядає уже у веб-додатку phpMyAdmin(тобто в таблиці бази даних).

| Таблиця                          | Дія                                                   | Рядки     | Тип                              | Зіставлення  | Розмір | Фрагменти |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------|--------------|--------|-----------|
| <input type="checkbox"/> course  | Переглянути Структура Пошук Вставити Очистити Знищити | 5         | InnoDB utf8mb4_general_ci        | 16 KB        |        |           |
| <input type="checkbox"/> score   | Переглянути Структура Пошук Вставити Очистити Знищити | 1         | InnoDB utf8mb4_general_ci        | 48 KB        |        |           |
| <input type="checkbox"/> student | Переглянути Структура Пошук Вставити Очистити Знищити | 21        | InnoDB utf8mb4_general_ci        | 16 KB        |        |           |
| <input type="checkbox"/> user    | Переглянути Структура Пошук Вставити Очистити Знищити | 2         | InnoDB utf8mb4_general_ci        | 16 KB        |        |           |
| <b>4 таблиці</b>                 | <b>Всього</b>                                         | <b>29</b> | <b>InnoDB utf8mb4_general_ci</b> | <b>96 KB</b> |        |           |

Рисунок 4 – Вигляд структури бази даних з назвами таблиць

Саме рисунок 5 демонструє можливість перегляду викладачами виділених годин на дисципліну, щоб мати змогу правильно та організовано спланувувати та розподілити час на курс.

Параметри

Рисунок 5 – Вигляд структури таблиці «Курс»

Також можна зазначити, наскільки високою є швидкодія даної системи та яку невелику кількість ресурсів вона споживає. Розглянемо часові затрати процесора на доступ до пам'яті відсутності блокування зі сторони інших процесорів:

$$T_{\text{заг.}} = T_l + T_{gl} \quad (1)$$

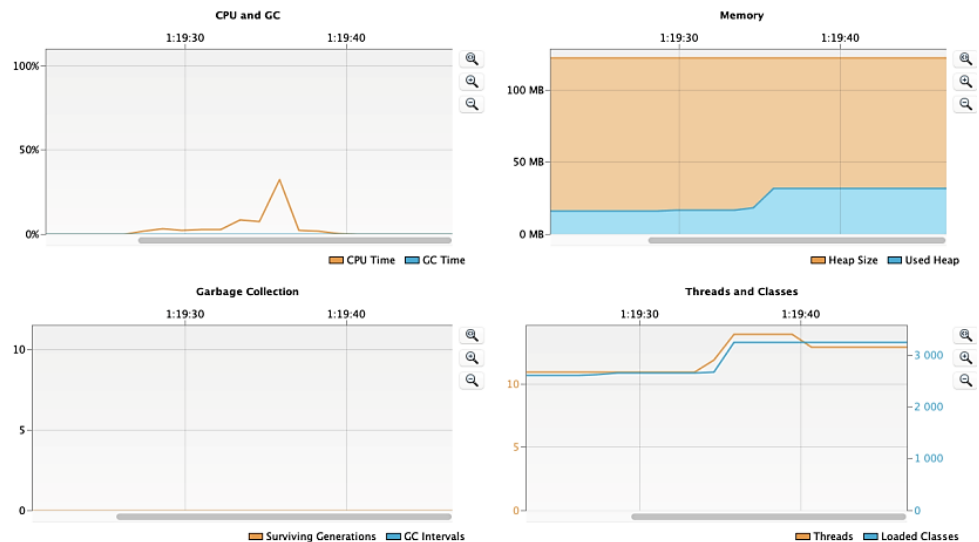


Рисунок 6 – Графіки використання ресурсів програми

Тобто загальний час складається з доступу до локальної  $T_l$  та глобальної  $T_{gl}$  пам'яті. Детальні результати дослідження ресурсоспоживання програми та навантаженості на процесор можна спостерігати на графіках на рисунку 6.

Отже, реалізація створення даної системи є дуже вдалою, адже дає змогу спростити процес навчання і заощадити час викладачів та персоналу в навчальних закладах. Розробка програмних систем такого типу гарантує покращення навчання в навчальних закладів в цілому, завдяки вирішенню в таких спосіб організаційних проблем. Проведені дослідження швидкодії та якості використання програми демонструють потужні результати для програм такого типу.

### Перелік посилань

1. С.В. Єршов, Р.М. Пономаренко Архітектура програмної системи ієрархічного нечіткого логічного виведення // Національна академія наук України, Інститут програмних систем - 2018 рік - С.99-108
2. «Сучасні засоби Java» [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://stud.com.ua/164909/informatika/suchasni\\_zasobi\\_java](https://stud.com.ua/164909/informatika/suchasni_zasobi_java)
3. «Керування контентом та обробка контенту в інтелектуальних системах навчання» [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.setlab.net/?view=dissertation-1-2>

УДК 004.4

Тігоров І. Д., Скрипник Т. К.

*Хмельницький національний університет*

## **АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЗАКЛАДІВ ХАРЧУВАННЯ НА ОСНОВІ ВІДГУКІВ ТА РЕЙТИНГУ**

*Розроблено та набуло практичної реалізації системного підходу щодо аналізу відгуків та рейтингу в системі закладів громадського харчування. Дослідження показало, що рейтинговий висновок є правдоподібним завданням, потенційні перешкоди існують у вивченні взаємозв'язку між рейтингами та відгуками. Є непослідовність при присвоєнні рейтингів серед авторів, дивергенція крос-автора. Це може легко уявити, як всі знаємо, думки така суб'єктивна річ. Для того ж рейтингу, це загальноприйнято, щоб один відгук з'являється дуже позитивним, а інший менш позитивним або навіть трохи негативним.*

*Developed and acquired a practical implementation of a systematic approach to the analysis of feedback and rating in the system of catering establishments. The study showed that the rating conclusion is a plausible task, there are potential obstacles in studying the relationship between ratings and reviews. There is inconsistency in assigning ratings among authors, cross-author divergence. It can easily imagine, as we all know, opinions such a subjective thing. For the same rating, it is common for one review to appear very positive and the other less positive or even slightly negative.*

У минулому бізнес-аналітика була привілеєм великих компаній, які могли дозволити собі підтримувати команди ІТ-фахівців і вчених з обробки даних. Але в останнє десятиліття, оскільки технологія швидко розвивалася, програмне забезпечення стало не тільки більш легким і потужним, але і більш доступним. Малий бізнес може використовувати ті ж інструменти, що і основні гравці ринку, і стикатися зі своїми конкурентами. Нові інструменти самообслуговування доводять, що бізнес-аналітика не ракетобудування, а скоріше корисний інструмент, який допоможе перетворити дані в обґрунтовані рішення. Тепер кожна компанія може використовувати силу сучасного програмного забезпечення, щоб підняти свою нижню лінію, оскільки бізнес-аналітика для малого бізнесу стала доступною і доступною.

LDA ( Latent Dirichlet allocation) є однією з найпопулярніших тематичних моделей, заснованих на припущенні, що документи є сумішшю тем, де тема є ймовірністю розподілу слів. LDA має кращу статистичну основу, визначаючи розподіл тематичних документів, що дозволяє випускати новий документ на основі



раніше оціненої моделі та уникає проблеми переоснащення [15]. У цій роботі LDA вибирається як алгоритм моделювання тем завдяки своїй популярності, а також перспективній продуктивності.

Навчені тематичні моделі, відрізняються від того, що очікував. Спочатку очікувані теми схожі на "сервіс", "якість їжі" тощо. Тим не менш, теми, навчені більше схожі на різні види їжі, такі як "барбекю", "тайський" і так далі. Однією з потенційних причин є набір даних. Незважаючи на те, що звужив набір даних до категорії "ресторан", він все ще занадто широкий і грубий, оскільки є ще 116 категорій в категорії "ресторан". Різні категорії, ймовірно, використовувати різні терміни, навіть якщо всі вони ресторани. Подальше звуження категорії, моделі тем LDA, як очікується, моделюють різні аспекти огляду ресторану (наприклад, якість їжі, сервіс і так далі), а не різні типи кухонь.

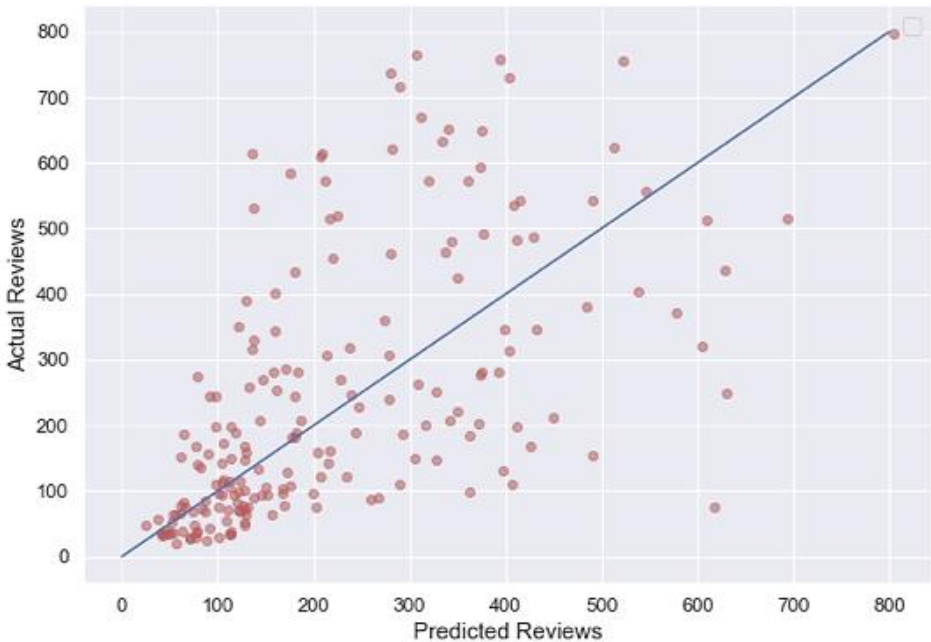


Рисунок 1 – Дійсні та прогнозовані відгуки

З негативного списку слів можна було спостерігати, що завищені є однією з головних проблем для італійських, французьких і східноазійських ресторанів. Для китайських і в'єтнамських ресторанів грубе ставлення серверів, швидше за все, буде

причиною низької оцінки. З іншого боку, помічаємо, що свіжі ряди першими серед позитивних слів для японської та в'єтнамської їжі. Є також деякі назви страв, присутні в позитивному списку слів, які можуть свідчити про те, що люди віддають перевагу певним ресторанам для своїх конкретних страв, таких як pho у в'єтнамській їжі та піці в італійській їжі або, можливо, такі страви просто легше задовольнити Yelpers, ніж інші.

Оцінки не повністю підтримуються текстом. Коли людей просять призначити оцінку для продукту або послуги, він зазвичай представляє їх загальне або загальне враження, тоді як те, що вони пишуть в огляді, може бути просто найбільш вражаючими частинами, хорошими або поганими. Насправді додавання даних персоналізації може бути корисним у покращенні продуктивності.

### **Перелік посилань**

1. Mei, Q., Ling, X., Wondra, M., Su, H., & Zhai, C. (2007, May). Topic sentiment mixture: modeling facets and opinions in weblogs. In Proceedings of the 16th international conference on World Wide Web (pp. 171-180). ACM.
2. Hoffman, M., Bach, F. R., & Blei, D. M. (2010). Online learning for latent dirichlet allocation. In advances in neural information processing systems (pp. 856-864).
3. Hu, L., Sun, A., & Liu, Y. (2014, July). Your neighbors affect your ratings: on geographical neighborhood influence to rating prediction. In Proceedings of the 37th international ACM SIGIR conference on Research & development in information retrieval (pp. 345-354). ACM.

УДК 004.02

Ткачук Є. А., Багрій Р. О., Скрипник Т. К.

*Хмельницький національний університет*

## МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ДОСТАВКИ ЗАМОВЛЕНЬ

*Розглянуто основні аспекти розробки інформаційної системи для оптимізації маршрутів доставки замовлень, які сприятимуть зменшенню кількості витрачених ресурсів та часу на доставку. Проведений огляд та порівняння методів розв'язку задачі комівояжера: повного перебору, найближчого сусіда та метода гілок і меж. Запропонована інформаційна система для оптимізації доставки замовлень, яка генерує оптимальний маршрут доставки.*

*The main aspects of information system development for optimization of order delivery routes are considered, which will help to reduce the amount of resources spent and delivery time. A review and comparison of methods for solving the problem of the salesman: a complete search, the nearest neighbor and the method of branches and boundaries. An information system for optimizing the delivery of orders that generates the optimal delivery route is proposed.*

У житті сучасних підприємств різного роду діяльності значне місце займають транспортні задачі, які під час пандемії COVID-19 набули не аби якої актуальності. Для кожної компанії є важливим питання про своєчасну доставку товару споживачам в найкоротші терміни. Для здійснення цього керівництво компанії, по суті, займається вирішенням так званої задачі комівояжера. Оптимальні маршрути дозволяють компаніям не тільки пришвидшити виконання доставки, але й заощаджують значну кількість ресурсів, які компанії можуть задіяти в покращенні інших напрямках сервісу.

Метою дослідження є розробка інформаційної системи оптимізації маршрутів доставки на основі методів розв'язання задачі комівояжера.

У зв'язку з актуальністю проблеми під час пандемії, значно зросла кількість запитів на доставку того чи іншого товару, такі запити можна об'єднати в загальний клас «транспортних задач». У цей розділ входить величезне різноманіття різних завдань, які пов'язані тим, що цільова функція в них носить той чи інший економічний сенс [1]. Так, наприклад, класична транспортна задача [1] полягає в доставці товару декількома транспортними засобами до певної кількості споживачів. Особливе місце в класі транспортних завдань займає задача комівояжера [2], яка полягає в знаходженні самого вигідного маршруту, що проходить через задані пункти.

Принцип роботи інформаційної системи (Рисунок 1) складається в формуванні списку замовлень закладу, отримання матриці часу доставки за допомогою API Google Maps [7] та побудові оптимального маршруту доставки за допомогою методів оптимізації.

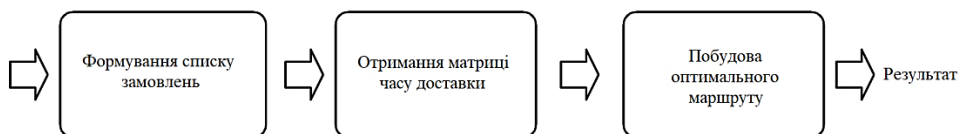


Рисунок 1 – Інформаційна системи

Для визначення оптимального маршруту доставки розглянемо три методи рішення задачі комівояжера: повного перебору, найближчого сусіда та метода гілок і меж. Після аналізу яких буде виявлено оптимальний метод який буде задіяний в інформаційній системі.

Вхідні дані (Таблиця 1) для проведення аналізу це відомі точки міста Хмельницького, час дороги від точки до точки отриманий за допомогою сервісу GoogleMaps [3] та зазначений в хвилинах. В ролі початкової точки було вибрано «ЖД Вокзал».

Таблиця 1 – Вхідні данні

| Назва                  | №  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
|------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| ЖД Вокзал              | 1  | М  | 10 | 11 | 12 | 9  | 8  | 5  | 14 | 5  | 10 |
| ТЦ «Либідь Плаза»      | 2  | 8  | М  | 6  | 6  | 4  | 13 | 6  | 13 | 10 | 9  |
| Речовий Ринок          | 3  | 7  | 7  | М  | 4  | 9  | 14 | 6  | 15 | 11 | 7  |
| ХНУ                    | 4  | 10 | 10 | 3  | М  | 12 | 18 | 9  | 19 | 14 | 6  |
| ТЦ «Оазис»             | 5  | 8  | 4  | 9  | 9  | М  | 11 | 7  | 12 | 8  | 12 |
| Центральний автовокзал | 6  | 8  | 11 | 15 | 16 | 10 | М  | 7  | 7  | 3  | 13 |
| Готель «Поділля»       | 7  | 3  | 6  | 7  | 9  | 6  | 9  | М  | 11 | 5  | 7  |
| ТЦ «Агора»             | 8  | 10 | 11 | 16 | 17 | 10 | 9  | 10 | М  | 8  | 17 |
| ТЦ «WoodMall»          | 9  | 5  | 9  | 13 | 15 | 8  | 4  | 5  | 9  | М  | 10 |
| Ринок "Дубово"         | 10 | 9  | 12 | 8  | 6  | 13 | 13 | 7  | 19 | 10 | М  |

Розглянемо більш детально кожен з методів розв'язку задачі комівояжера та розрахуємо оптимальний час доставки за вхідними даними (Таблиця 1).

*Метод повного перебору*, по-іншому званий методом грубої сили (англ. Brute force), є простим, логічним і широко використовуваним математичним методом. Він може застосовуватись у багатьох, якщо не у всіх, областях математики: завдання комівояжера також не є винятком.

Ідея brute force проста: перебираються всілякі рішення і з них вибирається рішення (або безліч рішень) відповідає умові завдання. У задачі комівояжера, відповідно, потрібно з різних варіантів об'їзду пунктів вибрати маршрут, який займає найкоротший.

Величезною перевагою методу повного перебору перед іншими методами вирішення завдання комівояжера є гарантованість знаходження найкращого

маршруту. Інші методи радять лише «Хороший» маршрут, який зовсім не обов'язково є кращим. Крім того, до переваг методу відноситься простота його програмної реалізації.

*Метод найближчого сусіда* відноситься до так званих жадібних алгоритмів. Жадібний алгоритм (англ. Greedy algorithm) має на увазі під собою прийняття локально оптимальних рішень, допускаючи що кінцеве рішення також виявиться оптимальним. Існує досить велика кількість завдань, для яких жадібні алгоритми дають оптимальні рішення. Однак в таких завданнях, в тому числі і в завданні комівояжера, вони дають досить непогане наближене рішення. Ідея алгоритму найближчого сусіда заснована на простому правилі: якщо ми будемо відвідувати найближчий пункт на кожному кроці, то маршрут вийде досить хороший в цілому. Перед комівояжером ставиться завдання відвідувати найближчий з ще не відвіданих пунктів. В алгоритмі існують два важливих обмеження:

- 1) Недопущення повторного заїзду в пункт. Воно пов'язане з необхідністю (за умовою завдання) знаходження Гамільтона циклу, тобто циклу, в якому всі пункти відвідуються раз.
- 2) Недопущення передчасного повернення в початковий пункт. Ця заборона вводиться для запобігання передчасного зациклення маршруту, яке потягне за собою неправильну роботу алгоритму.

*Метод гілок і меж* (англ. Branch and bound) - загальний алгоритмічний метод, який широко застосовується для вирішення завдань комбінаторної оптимізації.

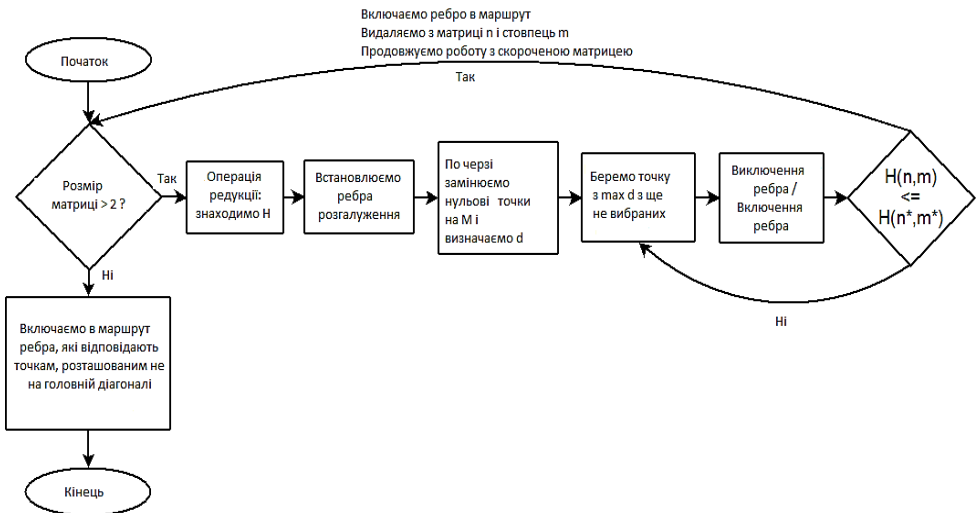


Рисунок 2 – Схема метода гілок і меж

По суті, метод є вдосконалим методом повного перебору з послідовним відсівом рішень, що здаються не вигідними.

Внаслідок того, що в процесі роботи методу деякі рішення не розглядаються, метод гілок і меж не може гарантувати знаходження точного рішення задачі. Відкинуте на початковому етапі «невигідне» рішення може виявитися в кінці кінців кращим. В основі методу гілок і меж лежить ідея послідовного розбиття множини рішень шляхом розгалуження і знаходження оцінок границь. Схема методу приведена на рисунку 2.

Метод гілок і меж вважається універсальним методом, так як він добре підходить для вирішення завдання комівояжера.

Виходячи з результатів (Таблиця 2) методів рішення задачі комівояжера можна зробити висновок, що кращий результат дав метод повного перебору на основі якого буде побудована інформаційна система оптимізації доставки замовлень.

Таблиця 2 – Результати оптимізації маршруту

| Метод              | Час оптимізованого маршруту |
|--------------------|-----------------------------|
| Повного перебору   | 51 хвилина                  |
| Найближчого сусіда | 60 хвилин                   |
| Гілок і меж        | 56 хвилин                   |

Отже, інформаційна система оптимізації маршрутів доставки дозволить отримувати оптимальні маршрути для доставки замовлень. Ця система може бути задіяна в закладах де надаються послуги з доставки замовлень. Основними перевагами системи є:

- зменшення часу на доставку замовлень;
- економія ресурсів транспортних засобів.

Інформаційній системі доступне покращення функціоналу, за рахунок використання інших оптимальніших засобів побудови маршруту.

### Перелік посилань

1. Бронштейн Е. М., Заико Т. А. Детерменірованние оптимізаційні завдання транспортної логістики // Автоматика і телемеханіка, 2010. №10. С. 133-147.
2. Мудров В.І. Завдання про комівояжера. 1969. 62 с.
3. Задача комівояжера [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Задача\\_комівояжера](https://uk.wikipedia.org/wiki/Задача_комівояжера)
4. Пошукова система Google [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.google.com/>
5. Модульне середовище для навчання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://msn.khnu.km.ua/>
6. Вікіпедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/>
7. Google Maps API [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://developers.google.com/maps/documentation>

УДК 004.77

Ткачук О. С., Багрій Р. О., Скрипник Т. К.

*Хмельницький національний університет*

## **ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОНЛАЙН-КОМУНІКАЦІЇ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ**

*В роботі розглянуто онлайн-комунікацію між студентом та викладачем на основі існуючих видів комунікації, таких як чати, форуми, відео конференції та електронна пошта. Проведено дослідження видів комунікацій та різновиди їх систем. На основі чого запропоновано інформаційну систему для вирішення проблем дистанційного навчання та покращення комунікації між студентами та викладачем, а також здійснено програмну реалізації системи на основі існуючих систем.*

*The robots are viewed by an online commentator and tutor based on informational messages such as chat, forums, video conferencing and email. A study of the types of communications and varieties of their systems. On the basis of which the system of informing on problems of remote control and improvement of communication by students and the teacher is offered, and also program realization of system on the basis of existing systems is carried out.*

В наш час невід'ємною частиною життя людини є соціальні мережі, різні месенджери і тд. Інтернет-комунікації стали не від'ємним інструментом у нашому житті як для простого спілкування так і для роботи, розваг, навчання і тд. На даний момент, в період пандемії, не від'ємним став перехід на дистанційне навчання та віддалену роботу. Людство зіштовхнулось з проблемами комунікацій між собою, особливо це проявилось у навчанні.

Проблема онлайн-комунікації між студентом та викладачем полягає в тому що, на даний момент немає однієї зручної системи в якій є все необхідне для як для спілкування так і для навчання. Проведення дистанційного навчання передбачає виконання вимог, а саме: проведення онлайн пар, відслідковування присутності студента, активна взаємодія з ним, а також швидкий та зручний зворотній зв'язок з викладачем.

Отже, метою роботи є розробка інформаційної системи, яка б дала можливість покращити взаємодії між студентами та викладачем під час дистанційного навчання. Для цього необхідно дослідити та адаптувати існуючу систему онлайн-комунікації. На основі даної інформаційної системи необхідно створити або удосконалити додаток для онлайн-комунікації.

В рамках проведених досліджень проаналізовано існуючі способи онлайн-комунікацій:

1. Електронна пошта за складом елементів та принципу роботи практично повторює систему звичайної (паперової) пошти, запозичуючи як терміни, так і характерні особливості – простоту використання, затримки передачі повідомлень, достатню надійність і, в той же час, відсутність гарантії доставки.
2. Форум – найпоширеніша форма спілкування вчителя/ вчительки та учнів у дистанційному навчанні.
3. Чат – мережевий засіб для швидкого обміну текстовими повідомленнями між користувачами інтернету в системі реального часу. Зазвичай, під словом «чат» мається на увазі інтернет-ресурс з можливостями чату, чат-програма, рідше – сам процес обміну текстовими повідомленнями.
4. Відеоконференція – це конференція в режимі реального часу онлайн. Вона проводиться у визначений день і час

Отже на основі аналізу способів комунікацій та сформульованих вимог до дистанційного навчання можна зробити висновок, що інформаційна система має бути основана на платформі онлайн конференцій. Реалізація інформаційної системи у вигляді додатку має бути безкоштовною, простою і водночас зручною у користуванні.

Враховуючи зазначені вище вимоги, візьмемо за основу інформаційної системи, систему онлайн-комунікації Zoom. Дана система має ряд переваг, а саме: можливість виконувати основні функції системи онлайн-комунікації, доступний програмний інтерфейс (API) (рис.1).

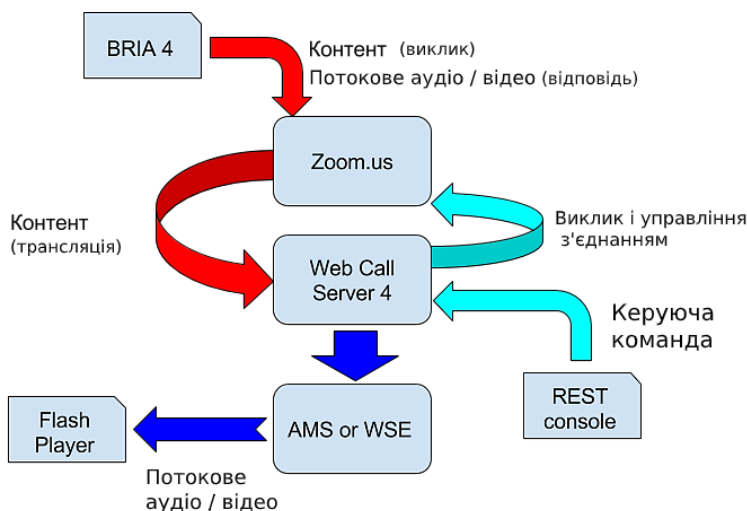


Рисунок 1 – Схема роботи систему онлайн-комунікації Zoom



Робота інформаційної системи проходить у прості послідовності, спочатку відбувається виклик від користувача який заходить в онлайн конференцію, дані якого аудіо/відео відправляються Zoom.us який далі передає їх в трансляцію після чого ці дані передаються для усіх користувачів конференції в реальному часі.

Також у керуючого конференції є команди для керування конференцією, які також відпрацьовують в реальному часі таким чином він може відключати аудіо/відео або ж видалити з конференції.

Однією з основних частин інформаційної системи є чат який також працює у реальному часі рисунку 2.

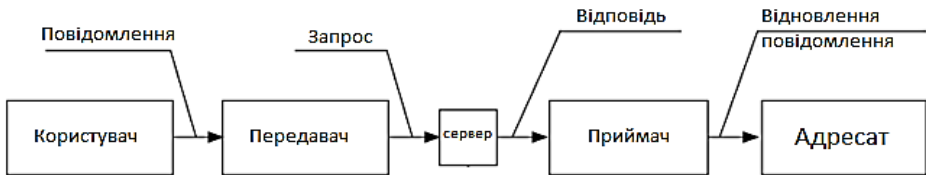


Рисунок 2 – Схема роботи чату

При підключенні до конференції у користувача є можливість перевірити своє обладнання аудіо/відео а також керувати ними.

Виходячи з аналізу схеми роботи чату та інформаційної системи стає зрозуміло, що вона виконує свою ціль та включає в себе всі поставлені умови.

Для створення інформаційної системи на основі Zoom використаємо API/SDK Zoom. Після встановлення додатку та створення облікового запису, система створює зашифрований електронний підпис, який необхідний для створення або приєднання до онлайн конференції [1].

Для створення підключення необхідні наступні параметри:

1. ApiKey - Ключ API вашого облікового запису;
2. ApiSecret - API Секрет вашого облікового запису;
3. meetingNumber - номер наради, до якого приєднується користувач
4. role - 1 для ведучого зустрічі, 0 для учасників.

На основі цих параметрів сервіс Zoom створює підпис у форматі JSON, який використовується для приєднання до конференції.

Для створення журналу відвідування розроблено метод, що відслідковує учасників конференції через API Zoom з детальною інформацією про час початку та кінця сеансу.

Також активність студента визначається за допомогою модуля сповіщень, що викликається за допомогою натискання кнопки «Підняти руку».

Для інтеграції інформаційної системи в модульне середовище університету використано Zoom API для зручної взаємодії студента та викладача, за допомогою яких надана можливість створювати приватну конференцію для декількох осіб.

Таким чином, результатом є створення гнучкої інформаційної системи, яка дасть змогу вбудувати її в інформаційні системи навчальних закладів, що дозволить вирішити основні проблеми дистанційного навчання, такі як проведення онлайн занять в режимі відеоконференції з відслідковуванням присутності студентів, активної взаємодії з ними, а також швидким та зручним зворотнім зв'язком.

Отже, на основі проведеного дослідження видів комунікацій було створено інформаційну систему, що дозволяє опрацьовувати метадані з SDK/API Zoom. Це дало можливість застосувати отриману інформацію для вирішення проблем дистанційного навчання та покращення комунікації між студентами та викладачем. Розроблена інформаційна система також має можливості розширення функціоналу, такого як, інтеграція з різними соціальними месенджерами для більш ефективного оповіщення про різні заходи.

### **Перелік посилань**

1. Zoom SDK [Електронний ресурс]. – Режим доступу:  
<https://marketplace.zoom.us/docs/sdk/native-sdks/web/build/signature>
2. Мережеве спілкування [Електронний ресурс]. – Режим доступу:  
[https://uk.wikipedia.org/wiki/Мережеве\\_спілкування](https://uk.wikipedia.org/wiki/Мережеве_спілкування)
3. Zoom API [Електронний ресурс]. – Режим доступу:  
<https://developers.google.com/admin-sdk/reports/v1/appendix/usage/customer/meet>

УДК 004.413:338.486.22

Тригуб І. Є., Гайцук С. В.

Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького

## **ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ КОРПОРАТИВНОГО ПОРТАЛУ ДЛЯ МІЖНАРОДНОГО ТУРОПЕРАТОРА НА БАЗІ CRM-СИСТЕМИ**

*У роботі розглянуто особливості розробки корпоративного порталу для міжнародного туроператора на базі CRM-системи. У роботі приведено аналіз позитивного впливу використання подібного програмного забезпечення у питаннях зменшення рівня навантаження на робітників і підвищення рівня якості обслуговування. Запропоновано реалізоване рішення, яке надає змогу керування та організації робочого процесу дистанційно із можливістю активної взаємодії із клієнтами туристичної фірми.*

*The features of corporate portal development for the international tour operator based on CRM-system are considered in the work. The paper analyzes the positive effects of using such software in reducing the burden on workers and improving the quality of service. An implemented solution is offered, which enables the management and organization of the work process remotely with the possibility of active interaction with the clients of the tourist company.*

У сучасному світі завдяки швидкому розвитку інформаційних технологій товари та послуги купуються та продаються значно швидше та зручніше, ніж раніше. У кожній сфері нашого життя відбуваються інновації. С кожним днем ми чуємо про нові досягнення учених у різних галузях науки, багато з яких спрямовані на те, щоб зробити життя людей кращим та зберегти дорогоцінний час. За 24 години ми можемо потрапити в будь яку точку світу. Люди можуть обирати серед сотень країн та тисяч напрямків, куди їм відправитися у подорож. Але вони не завжди мають час ознайомитися з доступними пропозиціями, які є на ринку туристичних послуг. Споживачі туристичних послуг хочуть зробити свою відпустку вдалою і незабутньою, і разом із тим витратити на пошуки вигідної пропозиції якомога менше особистого часу.

Аналіз останніх досліджень світових вчених В.В. Осадчого, О.І. Пушкар, О.К. Пандорін, Н.М. Лосева, Д.Є. Терменжи, В.П. Марценюк, А.В. Качор, Т.С. Слущька, І.М. Сердюк, зокрема для бізнесу Ю.В. Терешко, Т.М. Тардаскіна, Т.І. Ткаченко, Є.В. Козловський, Н.С. Єрмеєва, О.В. Зозульов та інших показав зосередженість наукової спільноти питаннями автоматизації роботи корпоративних організацій.

Метою роботи є розробка CRM системи для міжнародної компанії туроператора, основною задачею якого є зменшення кількості часу та ресурсів на організацію роботи та активної взаємодії із клієнтами туристичної фірми.

Актуальність теми пояснюється тим, що згідно даних Державної служби статистики України [3], станом на 2018 рік в Україні було реалізовано 1 618 703 туристичних путівок. Це вказує на значний попит серед українського населення. У цілому порівняно з попередніми роками можна спостерігати значне зростання кількості туристів, обслугованих туроператорами та туристичними агенціями [4]. І з кожним роком ця кількість зростає. У такому випадку зі зростанням кількості туристів перед туроператорами та турагентами виникає питання, яким чином можна залучити до себе ще більшу кількість клієнтів, зацікавити їх та зменшити час на обробку даних замовника. Існуючі портали туристичних послуг розроблені під потреби та особливості кожної туристичної агенції або є агрегаторами туристичних послуг. Для нової агенції, що з'явилася на ринку туристичних послуг потрібно розробляти власний інформаційний ресурс для задоволення своїх інформаційних потреб та обробки бізнес-інформації.

Згідно результатів дослідження було визначено, що розвиток електронної комерції в туризмі не тільки змінює моделі туристичного макетування, але й призводить до зміни звичайних вимог користувачів та звичайного вимірювання задоволеності користувачів [4, 6]. Задоволеність користувачів, яка має великий вплив на ринкову поведінку, прибутковість та конкурентоспроможність, є дуже важливим фактором компанії для створення своїх ринкових конкурентних стратегій. Отже, постачальники веб-сайтів для туризму повинні знати, які типи людей є основними користувачами своїх веб-сайтів та отримують їхні онлайн-послуги, якщо ці користувачі задовольняють існуючі онлайн-сервіси та які види функцій послуг потрібно ефективно вдосконалити.

Для визначення потреб та вимог до Інтернет-порталу туроператора виникає потреба у визначенні рівня знань користувачів подібних онлайн-порталів. Опитування, проведене CNNIC показало, що більшість користувачів мають гарну освіту. Приблизно 38% користувачів веб-сайтів з туризму мають ступінь бакалавра, а 28% мають диплом. Результат означає, що основними користувачами туристичної мережі є освічені люди. Результат відповідає результату CNNIC [2], який показує, що 86% користувачів Інтернету мають диплом, ступінь бакалавра або вищу освіту. Це трохи вище, ніж результат, отриманий у результаті проведеного опитування. Різниця може бути пояснена тим, що використання Інтернету швидко поширюється, так що серед користувачів Інтернету стало більше людей з невисокою освітою. Цей висновок також можна пояснити тим, що більше користувачів, які не мають високої освіти, стали новими користувачами туристичних веб-сайтів. Щодо проблем, є кілька причин для користувачів Інтернету відмовлятися від роботи із онлайн-ресурсами заказу туристичних послуг. Перша причина полягає в тому, що більшість опитаних користувачів мають середню або нижчу фінансову здатність, і вони вважають, що участь в електронних комерціях матиме більш високу вартість, ніж заказ туристичних послуг класичним методом. Другою причиною є безпека і мережеві технічні проблеми в електронній комерції.

Успішний веб-сайт – це той, що приваблює користувачів, робить користувачів задоволеними [3, с.312-315]. В основному, задоволеність користувачів базується на двох групах критеріїв оцінки: «зміст інформації» та «простота використання» [5, с.216].

«Інформаційний зміст» - це оцінка інформації, наданої на веб-сайті. «Простота використання» включає дизайн формату додатків для електронної комерції, полегшений перегляд веб-сторінок, надання пошукової системи, швидкість доступу та контроль за процесом транзакцій. Виходячи з двох критеріїв, опитування визначає ряд компонентів веб-сайту для туризму. Ці компоненти слід враховувати при розробці туристичного веб-сайту.

Перший компонент – це інформаційний контент, опублікований на веб-сайтах. Веб-сайти з туризму повинні публікувати корисну, оновлену та чітку інформацію про туристичні товари та послуги, використовуючи фотографії, аудіо та текст [5, с. 254]. Інформація має включати в себе мультимедіа, напрямки діяльності, готелі, ресторани, транспорт, тури, магазини, розваги, спорт та відпочинок тощо.

Другий компонент – надання асоційованої інформації, що включає в себе місцеві карти, новини, охорону здоров'я, закони та культурне середовище, які дуже корисні для складання туристичного плану. Наступним є підтримка користувачів в Інтернеті, яка включає швидку пошукову систему, часто питання, а також дозволяє користувачам завантажувати інформацію. Для того, щоб туристи могли організувати свої туристичні плани через Інтернет, туристичні веб-сайти повинні мати достатньо посилань на відповідні веб-сайти, які надають Інтернет-інформаційне обслуговування для їжі, життя, подорожей, розваг та покупок. На основі проведеного аналізу визначаємо п'ятиступеневу еволюційну модель розробки та розвитку веб-сайту для туризму: простота та ізольованість; інтерактивність та інтегрованість; пов'язаність та динамічність; замовлення в Інтернеті / бронювання; високорівневість, повнофункціональність та всебічність. CRM-системи можуть бути доволі різними, можуть бути дуже простими: деталі великі, без якихось складних елементів, мінімум функціональних блоків та простору для розширення функціоналу. А можуть бути і досить вишукані: багато різних деталей, які можливо підлаштовувати під особливості конкретного бізнесу. Важливо відзначити, що коли з'являється певний рівень вправності, сотні і тисячі компонентів перетворюються в потужні оригінальні рішення. В першу чергу проведемо аналіз популярності використання існуючих систем управління взаємовідносинами з клієнтами. Згідно інформації, поданої на сайті tagline.ru [1], було досліджено 5 405 809 доменів. 59,8% доменів відгукнулись протягом 30 секунд, а CMS виявлена на 20,9% доменів. Частка платних тиражних CMS становить приблизно 16,9% від загальної частки виявлених CMS, а частка вузькоспеціалізованих - 7,7%.

У рейтингу беруть участь такі CMS:

1. Платні тиражні CMS: 1С-Бітрікс, Битрикс24, amoCRM, «Мегаплан» ABO.CMS, AdVantShop.NET, Amiro.CMS, Atilekt.CMS, CMS Ruen, CMS Sitebill, cs.cart,

- diafan.CMS, DJEM, Elstrana CMS Hosting, Fast-Sales, HostCMS, ImageCMS, InSales, Melbis Shop, NetCat, OsCommerce, Parallels SiteBuilder, PHPShop, RBC Contents, S.Builder, ShopCMS, Simpla, SiteEdit, StoreLand, Twilight CMS, UMI.CMS, UralCMS, VamShop, WebAsyst Shop-Script.
2. Безкоштовні CMS: Alto CMS, AVE.cms, concrete5, Danneo, DataLife Engine, Drupal, InstantCMS, Jimdo, Joomla, LiveStreet, MaxSite CMS, MODX Evolution, MODX Revolution, Nethouse, NGCMS, okis.ru, OpenCart, PHPShop Free, PrestaShop, Setup.ru, Textpattern, Tiu.ru, TYPO3, uCoz, uDiscuz !, Wix, WordPress, Zen Cart.
  3. Вузькоспеціалізовані CMS: AdVantShop.NET, CMS Sitebill, cs.cart, Fast-Sales, InSales, Melbis Shop, OpenCart, OsCommerce, PHPShop, PHPShop Free, PrestaShop, ShopCMS, StoreLand, Tiu.ru, VamShop, WebAsyst Shop-Script, Zen Cart.

Беручі до уваги результати дослідження можна впевнено стверджувати, що абсолютними лідерами популярності є Битрикс24, amoCRM та «Мегаплан». Для подальшого вибору проведемо порівняльний аналіз трьох найбільш популярних CMS, для цього скористуємося послугами Інтернет-ресурсу best-crm.ru [8, с.431] (табл.1).

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз CRM

| <b>Загальна інформація</b>        | <b>Битрикс24</b> | <b>amoCRM</b> | <b>«Мегаплан»</b> |
|-----------------------------------|------------------|---------------|-------------------|
| Ліцензія                          | Платна           | Платна        | Платна            |
| Воронка продажів                  | +                | +             | +                 |
| База клієнтів                     | +                | +             | +                 |
| Управління замовленнями           | +                | +             | +                 |
| Продуктовий каталог               | +                | -             | +                 |
| Колл-центр і телефонія            | +                | +             | -                 |
| Системи лояльності                | -                | -             | -                 |
| Моніторинг ефективності персоналу | +                | -             | -                 |
| Тайм менеджмент                   | +                | -             | +                 |
| Управління підтримкою             | +                | -             | +                 |
| Звіти                             | +                | +             | +                 |
| Інтеграція з поштою               | +                | +             | +                 |
| Email-розсилки                    | +                | +             | +                 |

Беручі до уваги результати аналізу можливостей вибраних CMS та завдання, що були задані для досягнення мети роботи, можна з повною впевненістю стверджувати, що платформа Битрикс24 повністю задовольняє усім вимогам, тому проведемо глибокий аналіз особливостей системи управління сайтами Битрикс24. Битрікс 24 – це інформаційна платформа, на якій заявлені функціональні можливості

соціальних мереж, проектів, завдань, управління персоналом, в тому числі Customer Relationship Management (CRM). CRM - це прикладне програмне забезпечення для організацій, що дозволяє на практиці застосовувати клієнтоорієнтовані технології в бізнесі [9, с.78]. Автоматизація стратегії взаємодії зі споживачами підвищує ефективність процесу планування діяльності на підприємстві [10, с.123], що в кінцевому підсумку позначається на зростанні ділової репутації суб'єктів підприємницької діяльності [7, с.59].

Отже, запропонована система задовольняє всім вимогам, пред'явленим в завданні, і реалізує більшість необхідних співробітникам агентства функцій. Інтернет-портал виконує таких перелік вимог: представлення даних в зручному для користувача вигляді: додавання і видалення даних; фільтрація і сортування даних. У подальшій роботі планується доробка то розвиток CRM-системи з метою розширення її функціоналу та покращення процесів автоматизації з метою покращення рівня сприйняття інформації і рівня якості користувацького інтерфесу.

### **Перелік посилань**

1. Best-crm.ru URL: <https://best-crm.ru/crm-rating-2018>
2. CNNIC (China National Network Information Centre) URL: <http://www.cnnic.net>.
3. Liu C. & Arnett K. P., Exploring The Factors Associated With Web Site Success In The Context of Electronic Commerce, Information & Management, 2000, 38 - 613 p.
4. Lorraine, S., 2000 Outlook on The Online Travel Leisure Market, Outlook Of Travel, 2009 - 196 p.
5. Schiller, K., Touring Webbased Booking, Travel Agent, 2010, 10 – 410 p.
6. Thompson, H., Capturing the Electronic Commerce Advantage: The Western Victorian Approach, 13th International Bled Electronic Commerce Conference, Bled, Slovenia, 2010.
7. Бауріна С. Б., Шаповалова В. І. Оцінка досвіду та ділової репутації суб'єктів підприємницької діяльності: новий національний стандарт / С.Б. Бауріна, В.І. Шаповалова // Бюлетень науки і практики. - 2016. - № 2. - С. 57-60.
8. Грінберг П. [пер. з англ. В. Агапова]. CRM зі швидкістю світла: Залучення і утримання клієнтів в реальному часі через Інтернет / П. Грінберг. - СПб.: Символ-Плюс, 2016. - 526с.
9. Кудінов А. CRM: Практика ефективного бізнесу / А. Кудінов. - М.: ІС-Паблішинг, 2015. - 463 с.
10. Планування діяльності на підприємстві: підручник для бакалаврів / під. ред. С.Н. Кукушкіна, В.Я. Позднякова, Е.С. Васильєвої. -2-е изд., Перераб. і доп. - М.: Издательство Юрайт, 2013. - 350 с.

УДК 004.4

Тузенко О. О., Кулішова К. О.

*ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»*

## **ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ**

*Розглянута необхідність аналізу екологічної картини міста, що створюється у результаті циклічного руху муніципального транспорту за встановленими маршрутами. Розроблена інформаційна система, що дозволяє оцінити екологічну стійкість транспортних систем за допомогою створеної на основі вхідних даних моделі, виявити види транспорту, які найбільше забруднюють довкілля, маршрути, які формують несприятливу екологічну обстановку.*

*The necessity of analysis of the ecological picture of the city created as a result of the cyclic movement of municipal transport along established routes is considered. An information system has been developed to assess the environmental sustainability of transport systems using a model based on input data, to identify the modes of transport that most pollute the environment, routes that create adverse environmental conditions.*

Динамічний розвиток вулично-дорожнього середовища актуалізує проблему екологічної стійкості громадського транспорту. Кожен транспортний потік створює навколо себе певний мікроклімат, який постійно розширюється, екологічна обстановка поблизу яких може несприятливо вплинути на здоров'я людини в зв'язку з наступними факторами: зашумленість, загазованість, підвищена температура.

У зв'язку з цим, постає необхідність аналізу екологічної стійкості транспортних систем, на основі якого можуть бути прийняті відповідні заходи щодо її поліпшення.

Відносно транспорту практикуються такі методи ослаблення шумового впливу на середу:

- зниження швидкості руху транспортних засобів;
- поліпшення регулювання вуличного потоку;
- заборона руху для окремих видів автомобілів по певним трасам і в певний час доби;
- поліпшення звукоізоляції будівель і установка протишумових екранів уздовж швидкісних автотрас;
- вдосконалення ходової і моторної частин транспортних засобів.

У зв'язку з особливостями проектування і матеріальним становищем міста Маріуполь, неможливе застосування більшості з даних методів. Найактуальнішими способами боротьби з шумовим забрудненням можна виділити:



- використання спеціальних шумозахисних смуг озеленення – збільшення кількості висаджених вздовж дороги дерев;
- збільшення транспортного потоку в певних районах міста і зниження такого в інших.

Слід зазначити, що дані методи позитивно впливають на зменшення не тільки шумового забруднення, а й на зменшення загазованості та підвищеної температури.

Аналіз літературних та інтернет-джерел показав дефіцит досліджень і програмного забезпечення для оцінки екологічної стійкості транспортних систем. Розробки в цьому напрямі будуть сприяти залученню уваги до проблемних, з точки зору екологічної стійкості, районів міста.

Метою наукової роботи є:

- отримання даних про переміщення муніципального транспорту;
- отримання даних про маршрути руху муніципального транспорту;
- отримання даних про зупинки кожного маршруту, як прямого, так і зворотного;
- складання загальної екологічної картини транспортних потоків і їх вплив на житловий сектор.



Рисунок 1 – Представлення екологічної карти міста за допомогою розробленого додатку

Головною проблемою оцінки екологічної стійкості є ведення обліку транспортних потоків міста і складання наочної статистики про забруднення навколишнього середовища громадським транспортом.

У зв'язку з цим було розроблено програмне забезпечення, що дозволяє відобразити екологічну картину міста.

Розроблене програмне забезпечення використовується для оцінки екологічної стійкості транспортних систем міста Маріуполь. З його допомогою виявляються види транспорту, які найбільше забруднюють довкілля, визначаються маршрути, що формують несприятливу екологічну обстановку, статистичні дані наводяться у наочному вигляді (рис.1).

За допомогою розробленого програмного забезпечення було проведено дослідження розподілу потоків громадського транспорту міста Маріуполь. Шляхом спостереження за розподілом потоку на два паралельні напрями по проспекту Металургів і вулицею Карпінського було виявлено помірний рівень впливу на екологічну картину в даній області. Також поділ транспортного потоку по проспекту Нахімова і проспекту Будівельників формує зони помірного впливу на екологію в даному районі.

Так як проспект Металургів і проспект Будівельників є одними з центральних вулиць міста та не мають паралельних вулиць з достатньою пропускною здатністю навколо них сформована зона максимальної екологічної забрудненості.



Рисунок 2 – Рух громадського транспорту на території Лівобережного району

Виходячи з результатів моделювання екологічної картини (рис.2), було виявлено, що на території Лівобережного району рух громадського транспорту розподілено не оптимально з екологічної точки зору. Проаналізувавши вищенаведені приклади розподілу транспортних потоків, можна зробити висновок, що перенаправлення частини маршрутів громадського транспорту з проспекту

Перемоги на паралельні їй вулицю Азовстальська і вулицю Пашковського знизить екологічну забрудненість в даному районі.

Розроблений програмний продукт дозволить привернути увагу до проблеми екологічної стійкості громадського транспорту, дозволить сформулювати найбільш раціональні, з екологічної точки зору, маршрути, підвищить якість вже існуючих транспортних систем шляхом впровадження більш сучасних і більш екологічних рішень, поліпшить загальну екологічну картину міста.

### **Перелік посилань**

1. Губенко В.К., Лямзин А.А., Губенко О.В. Экологическая оценка логистической цепи приморской зоны «Промпредприятие-порт». // Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту: Науковий журнал. – Донецьк. – 2009. – № 1. – С. 72 – 78.
2. Губенко В.К., Лямзин А.А., Литвинов А.П. Управление экологическим риском в системе городской логистики. // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета: Сб. науч. тр. – Харьков, 2010. – Вип.48. – С.112-115.
3. Лямзин А.А., Хара М.В., Украинский Е.А. Механизм обеспечения организационно-экологической устойчивости транспортной системы в среде промышленных зон. // Вісник Національного технічного університету «ХПІ»: Зб. наук. пр. – Харків. – 2016. – №7(1179) 2016. – С.91–95.

УДК 004

Федорова А. В., Ніколаєнко В. В., Лавров Є. А.

Сумський державний університет

## МЕТОД ПОБУДОВИ АДАПТИВНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

### Актуальність

Наростаючий пріоритет використання мобільних пристроїв, а також тенденція підтримки браузерними адаптивних ресурсів, призводять до необхідності в адаптивності ресурсів. Однак практика діючих сайтів не враховує всі наростаючі потреби в адаптивності, тому різко знижується юзабіліті цих ресурсів.

### Постановка задачі.

Завдання адаптації інтерфейсу користувача інформаційних сервісів ставиться через необхідності залучення і утримання користувачів. З урахуванням цієї мети в завдання входить «спрощення» використання сервісу для певних груп користувачів. Метою роботи є дослідження та розробка моделей адаптивного управління людино-машинною взаємодією в інформаційних системах.

### Результати.

Будемо використовувати граф переходів для того, щоб створити оптимізаційну модель. Головною метою ми ставимо забезпечити максимальну ймовірність потрапляння в заданий стан, який може відповідати події «Запис на курс», наприклад.

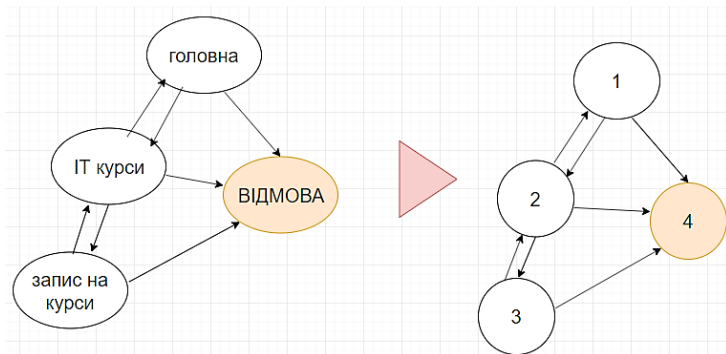


Рисунок 1 – Граф подій системи

Всі вершини графа потрібно пронумерувати натуральними числами.

$l$  – нумерація вершин;  $d$  – поглинаючі вершини марківського процесу (тобто ті, які мають входи, але не мають виходів).

Для наших вершин ми описуємо вектор початкових ймовірностей, який власне описує ймовірність потрапляння системи на початкових станах у відповідну вершину на графі подій.  $y = (y_{l+1}, y_{l+2}, \dots, x_n), \sum_{i=l+1}^n y_i = 1$

Наступним кроком нам потрібно описати такі позначення:

$P_{ij}^{lm}$  – ймовірність того, що користувач  $l$  перейде з вершини  $i$  в вершину  $j$  якщо використовується  $m$ -тий спосіб реалізації IC при стані  $S_i$ .

$n$  – кількість вершин, які описуємо;  $T_i^{lm}$  – математичне очікування величини терміну перебування користувача у вершині  $i$ , якщо використовується  $m$ -тий спосіб реалізації;  $T_0$  – часове обмеження на роботи з IC;  $K_i^m$  – математичне очікування значення оцінки користувача  $l$  рівня незадоволеності (дискомфорту) при перебуванні у вершині, якщо використовується  $m$ -тий спосіб реалізації;  $K_0$  – обмеження на оцінку рівня незадоволеності;  $x_i^m$  – змінна яка буде описувати вибір рішення;  $x_i^m > 0$  тоді, коли  $i$ -ї вершини обрано  $m$ -тий спосіб реалізації IC, а рівне 0 в протилежному випадку.;  $M_i$  – множина допустимих рішень в  $m$ -тому способі реалізації;  $N$  – загальна кількість вершин;  $\delta_i^m$  – булева змінна (0 або 1);  $W$  – велике обмежувальне число;  $a, b, \dots, c$ , пов'язані стани, в яких будуть прийматися однакові рішення.

Отже, тепер ми можемо описати формальний вигляд задачі

Для заданого користувача  $l \in \{0, 1, 2, \dots, l_0\}$ :

Виділяємо цільову функцію (формула 3.1)

$$\sum_{i=l+1}^N \sum_{m \in M_i} P_{ij}^{lm} x_i^m \rightarrow \max \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=l+1}^N \sum_{m \in M_i} T_i^{lm} x_i^m \leq T_0 \end{array} \right. \quad (2)$$

$$\sum_{i=l+1}^N \sum_{m \in M_i} K_i^m x_i^m \leq K_0 \quad (3)$$

$$\sum_{m \in M_i} x_j^m - \sum_{i=l+1}^N \sum_{m \in M_i} K_i^m x_i^m = y_j, j = \overline{d+1, N} \quad (4)$$

$$x_j^m \geq 0, j = \overline{d+1, N}, m \in M_j \quad (5)$$

$$\sum_{m \in M_j} \delta_i^m = 1 \quad (6)$$

$$x_j^m - W \delta_i^m \leq 0, j = \overline{d+1, N}, m \in M_j \quad (7)$$

$$\delta_a^m = \delta_b^m = \dots = \delta_c^m, m \in M_j \quad (8)$$

Умови (2) та (3) нам дозволять знайти єдине розв'язання в вершині, де допускається тільки один варіант виконання операції.

Оскільки в ІС в різних режимах роботи кожен стан можливо реалізувати лише одним варіантом, а змінюватися спосіб буде тільки при переході в інший режим, ми будемо будувати стратегію, та введемо ці обмеження на кожну вершину. Умови 4-5 обмежують варіанти коли кілька вершин мають однакові значення. Умови 6-8 будуть обмежувати вибір ідентичних рішень в залежних станах системи

### **Апробація**

Даний метод було використано при виборі оптимального варіанта структури сайту для різної цільової аудиторії, за рахунок отриманих даних про ймовірності переходів по графу системи на різних варіантах прототипів.

УДК 53.093.08: 681.586.5

Хома Д. М., Цюрпіта Ю. С., Медзатий Д. М.

*Хмельницький національний університет*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНІЧНОГО АВТОМАТИЗОВАНОГО ЗАСОБУ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ВОЛОГОСТІ ПАПЕРУ**

*Наведено дослідження основних метрологічних характеристик засобів вимірювального контролю вологості паперу: теоретичну та експериментальну градуювальні характеристики, похибки засобу вимірювань вологості паперу (абсолютну, відносну, зведену), встановлено клас точності вимірювального засобу. Наведено алгоритм виконання комплектною повірки засобу.*

*The research of the basic metrological characteristics of means of control of humidity of paper is given: theoretical and experimental calibration characteristics, errors of means of measurements of humidity of paper (absolute, relative, consolidated), the class of accuracy of measuring means is established. The algorithm of complete calibration of the tool is given.*

Вміст вологи у папері відіграє досить важливу роль, оскільки це впливає на міцнісні показники, стійкість розмірів та форми листів. Контроль за підготовкою друкувальних машин до друку тиражу, який має на меті забезпечити правильне положення відтиску на папері, скручуванням, коробленням, статичною електрикою, утворення зморшок та складок неможливий без контролю за вологістю паперу та динамікою її зміни. Найбільша стабільність вологості паперу спостерігається при вологості оточуючого середовища 45%. А найбільш сприятливий діапазон вологості повітря – 40-60%. Зміна вологості оточуючого середовища, а відповідно і паперу, призводить до дефектів друку, використання більшої кількості фарби, несуміщення фарб на відтисках і ін. Тому вимірювання значення вологості паперу перед друком має велике значення. Оптимальний вміст вологості в папері становить 4,5-5,5%. Для контролю таких невеликих значень повинні використовуватись високоточні автоматизовані засоби вимірювального контролю.

Для перевірки запропонованого методу було розроблено автоматизований цифровий оптико-електронний засіб, який забезпечує прийом послабленого потоку ОВ, перетворення його у електричний сигнал та обробку інформації про вологість досліджуваного матеріалу за вимірюваними значеннями потужності послабленого потоку ОВ. Такий засіб містить в собі оптичні, електронні, механічні та інші елементи [1-3]. Структурна схема засобу наведена на рис. 1.

На рисунку введено наступні умовні позначення: цифровий відліковий пристрій ЦВП, мікроконтролер МК, кодокерований генератор оптичного

випромінювання ГОВ передавальні оптичні волокна ОВ1 та ОВ2, приймальні оптичні волокна ОВ3 та ОВ4, дослідований матеріал ДМ, зразок матеріалу ЗМ з відомим значенням вологості, перша лінза Л1, друга лінза Л2, фотоприймач ФПр, шторки Ш1 та Ш2, перетворювачі «код-переміщення» ПКП1, ПКП2, вибіркового підсилювач ВП, синхронний детектор СДр з фільтром нижчих частот.

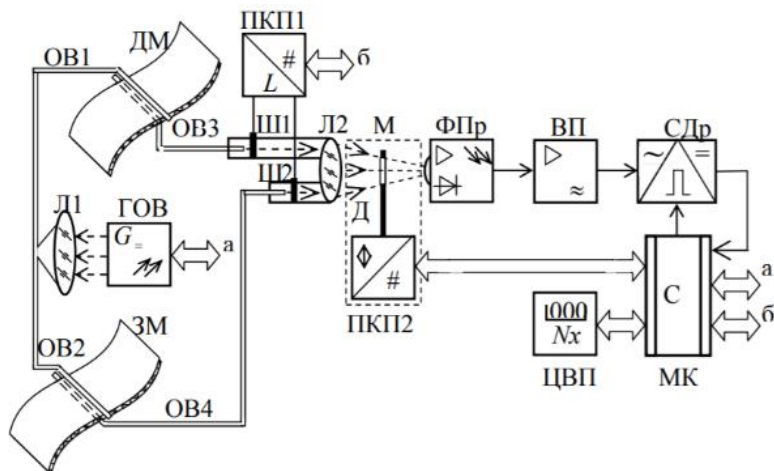


Рисунок 1 – Структурна схема цифрового оптико-електронного засобу вимірювального контролю вологості листових матеріалів

Здатність засобу вимірювальної техніки витримувати метрологічні характеристики у заданих межах визначає його надійність. Для оцінки відповідності метрологічних характеристик їх нормованим значенням проводять процес перевірки засобів вимірювальної техніки, яка полягає у визначенні похибок засобів вимірювальної техніки і винесення рішення про їх придатність до застосування [4].

Процес вимірювання вологості паперу відбувається автоматично. Почергово з кожного оптичного каналу технічний засіб збирає відповідні значення, а потім обробляє за рівнянням надлишкових вимірювань.

Для визначення метрологічних характеристик розробленого засобу вимірювальної техніки використовуємо метод зразкових засобів, в основу якого покладено одночасне вимірювання фізичної величини засобом, що повіряється, та зразковим засобами вимірювальної техніки. При цьому оператор має встановити, що на зразковий і на засіб, який повіряється, діє одна і та інтенсивність фізичної величини.

Характерною рисою методу зразкових засобів є застосування в автоматизованій системі зразкових засобів, що мають відомі і стабільні метрологічні характеристики. До зразкових засобів вимірювальної техніки



пред'являється така вимога: «Точність зразкового засобу має бути в 3-5 раз вищою ніж точність засобу, який повіряється».

Для здійснення комплектної перевірки виконується послідовність дій, що викладена у [4].

Для визначення градуовальної характеристики необхідно визначитись із значенням контрольованої величини, допусками на її зміну та кроком квантування.

Для офсетного паперу (№1, першого сорту) згідно ГОСТ 9094-89 [5] значення контрольованого параметра повинно знаходитись у межах (1)

$$C_x = 6\% \pm 1\% . \quad (1)$$

Для забезпечення вимірювального контролю у заданому діапазоні задаємось верхньою межею вимірювання  $C_{x\max} = 8\% .$

Крок квантування становить (2)

$$h = \frac{C_{x\max}}{2^n} = \frac{8\%}{2^{10}} = 0,008\% . \quad (2)$$

Градуовальна характеристика за (2) засобу контролю вологості паперу матиме вигляд (рис. 2, а)

$$C_x = h \cdot N = 0,008\% \cdot N , \quad (3)$$

де  $N$  – кількість імпульсів, які підрахує двійковий лічильник за АЦП-перетворення.

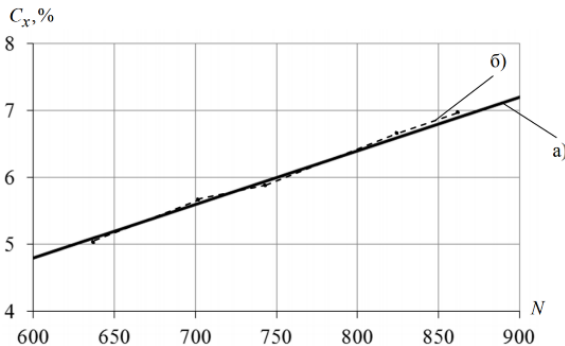


Рисунок 2 – Теоретична градуовальна характеристика (а) та отримані експериментальні дані (б)

Для експериментального визначення дійсного значення вологості засобом контролю виконуємо вимірювання вологості згідно ГОСТ 13525.19-91 (ISO 28785) при температурі  $(105 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ . Обладнання та матеріали відповідають умовам цього Державного стандарту. Вологість зразка паперу визначається за формулою (у відсотках):

$$C_x = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} \cdot 100\% , \quad (4)$$

де  $m$  – маса ємності для зважування, г;  $m_1$  – маса ємності для зважування із зразком паперу до висушування, г;  $m_2$  – маса ємності для зважування із зразком паперу після висушування, г.

Результати описаного експерименту прийнято за дійсні значення і занесено до табл. 1 та позначені на рис. 2, б.

Таблиця 1 – Результати експериментальних досліджень

|                             |       |       |       |       |       |                    |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|
| Дійсне значення вологи, %   | 5,08  | 5,65  | 5,98  | 6,54  | 6,89  | Нормоване значення |
| Виміряне значення вологи, % | 5,04  | 5,71  | 5,92  | 6,59  | 6,97  | –                  |
| Абсолютна похибка, %        | -0,04 | +0,06 | -0,06 | +0,05 | +0,08 | 0,08               |
| Відносна похибка, %         | 0,79  | 1,06  | 1,01  | 0,77  | 1,16  | 2,0%               |
| Зведена похибка, %          | 0,50  | 0,75  | 0,75  | 0,63  | 1,00  | 1,0%               |

Проведемо перевірку адекватності запропонованої математичної моделі. Для цього визначимо похибку між даними, що отримані теоретично, та експериментальними даними

$$\delta_{\text{ММ}} = \frac{C_{x(\text{теорет})} - C_{x(\text{експ})}}{C_{x(\text{експ})}} \cdot 100\%.$$

Встановлено, що похибка між результатами теорії та практики не перевищує 1,5%.

За допомогою програмного забезпечення NUMERI була побудована статична характеристика (рис. 3) вимірювального каналу засобу вимірювального контролю вологості паперу, яка була апроксимована поліномом I-ого ступеню. Експериментальна функція перетворення вимірювального каналу виглядає наступним чином:

$$C_x = -0,03135 + 1,0550 \cdot C_{x_3}. \quad (5)$$

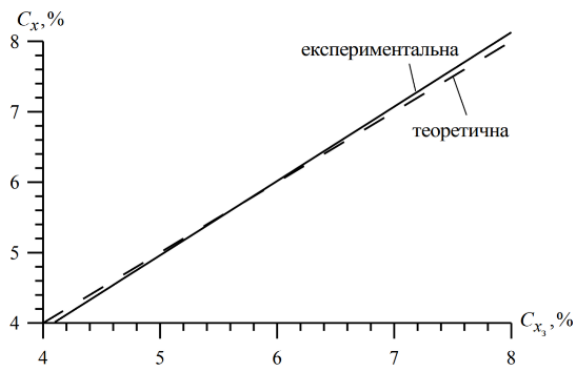


Рисунок 3 – Експериментальна градувальна характеристика

**Висновки.** У результаті досліджень метрологічних характеристик встановлено: теоретична статична характеристика засобу є лінійною; експериментальна статична характеристика представляється у вигляді полінома першого порядку і має як адитивну (0,3135%(ваг.)) так і мультиплікативну (1,055%(ваг.)) складову похибки; випадкова складова похибки розподілена за нормальним законом. Систематична складова похибки не перевищує 0,0017%(ваг.), а середнє квадратичне відхилення – 0,319%(ваг.); максимальна зведена похибка засобу контролю не перевищує 1,00%, клас точності засобу становить 1,0.

### **Перелік посилань**

1. Кучеренко, О. К. Розрахунок і конструювання оптичних приладів [Електронний ресурс] : навчальний посібник . – Київ : НТУУ «КПІ», 2011.
2. Міхєєнко Л.А. Учебний посібник з дисципліни "Оптичні вимірювання". Частина 1. Метрологічна обробка результатів вимірювання. -К.:каф. ООЕП,2009 - 39с
3. Міхєєнко Л.А., Мамута М.С. Основи конструювання приладів: Навчальний посібник – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 202с.
4. Володарський Є.Т., Кухарчук В.В., Поджаренко В.О., Сердюк Г.Б. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю: Навчальний посібник. – Вінниця, ВДТУ, 2001. – 219 с.
5. ГОСТ 9094-89. Бумага для печати офсетная.

УДК 004.4

Хомяк Б. В., Драч І. В.

*Хмельницький національний університет*

## **РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ РІДИННИХ АВТОБАЛАНСУВАЛЬНИХ ПРИБОРІВ**

*На основі моделювання поведінки рідини в циліндричній камері твердого обертового тіла розроблено методику визначення оптимальних параметрів рідинного автобалансувального пристрою, і програмне забезпечення для реалізації методики.*

*Based on the modeling of the behavior of the liquid in the cylindrical chamber of a rigid rotating body, a method for determining the optimal parameters of the liquid self-balancing device and software for implementing the method have been developed.*

Тенденція розвитку сучасного машинобудування полягає в переході до виготовлення машин підвищеної одиничної потужності за рахунок підвищення швидкохідності їх роторів. У свою чергу збільшення швидкості обертання ротора викликає зростання динамічних навантажень на вузли і деталі таких машин. Ззовні це проявляється посиленням шуму і вібрацій в окремих вузлах або у всій конструкції в цілому. Вібрації зменшують ресурс і продуктивність машини, знижують її надійність. Вони чинять шкідливий вплив на обслуговуючий персонал і в деяких випадках можуть стати причиною серйозного професійного захворювання – віброхвороби. Запобігання виникненню вібрацій або зниження їх інтенсивності є одним із резервів підвищення надійності, довговічності і продуктивності машин, а боротьба зі шкідливими вібраціями є актуальною проблемою сучасного машино- та приладобудування [1].

Сучасні методи і засоби балансування дозволяють довести початковий дисбаланс виготовленого або відремонтованого ротора до величини допустимого для заданого класу точності балансування. Однак для машин зі змінним дисбалансом ротора і при зрівноваженні роторів машин без зупинки в умовах експлуатації традиційні методи балансування є малоефективними. До таких машин належать пральні машини, сепаратори, центрифуги та ін., що використовуються у різних галузях народного господарства (харчовій, хімічній, цукровій, гірничій промисловості тощо), медицині, побуті. Більшість перерахованих роторних машин мають горизонтальну вісь обертання.

Періодична зупинка машин зі змінним дисбалансом для добалансування економічно недоцільна, а інколи і неможлива через умови експлуатації. Ротори цих машин необхідно балансувати безпосередньо в процесі експлуатації, тому

актуальним стає автоматичне балансування за допомогою автобалансуючих пристроїв (АБП).

Одним із чинників, які визначають можливість і якість балансування, є правильність вибору параметрів автобалансувального пристрою (АБП): його енергоємності (величини балансуєчої сили), параметрів і кількості коригувальної рідини, геометричних параметрів камери АБП.

Вхідними даними для розрахунку параметрів елементів АБП є:

$D_0$  – максимально можливий при експлуатації дисбаланс, г·см;

$k_{\text{запасу}} = 1,1 \div 1,25$  – коефіцієнт запасу енергоємності АБП;

$\rho$  – густина рідини, що заповнює камеру, г/см<sup>3</sup>;

$R$  – радіус камери, см або  $h$  – висота камери, см;

дані, які дозволяють розрахувати критичну кутову швидкість  $\omega_{\text{кр}}$  без камери АБП і з камерою АБП, рад/с:  $2n = \mathcal{G} \cdot \omega_{\text{кр}}$  – коефіцієнт демпфування ротора,  $\mathcal{G}$  – логарифмічний декремент затухання коливань,  $\gamma = \omega / \omega_{\text{кр}}$  – відносна робоча кутова швидкість ротора;

Вихідними даними є: оптимальні параметри рідинного АБП для заданої роторної системи, а саме: геометричні розміри камери АБП, ємність АБП, в'язкість коригувальної рідини ( $\nu$  – кінематична в'язкість рідини см<sup>2</sup>/с).

За побудованою математичною моделлю поведінки рідинного АБП, викладеною в [2], запропоновано розв'язувати прикладні задачі підбору оптимальних параметрів рідинного АБП для заданої роторної системи, визначати вплив зміни параметрів системи ротор – АБП – рідина на ефективність процесу балансування. Для побудови і розв'язання оптимізаційних задач з різними цільовими функціями використано посібник [3].

Задаючи величину радіуса камери АБП, як максимально можливий за конструкцією машини, визначаємо висоту камери. Для цього користуємось програмою обчислення оптимального співвідношення між радіусом і висотою камери АБП, при яких досягається максимум ефективності роботи рідинного АБП.

Енергоємність АБП дорівнює дисбалансу коригувальної рідини. Для визначення енергоємності і запасу енергоємності АБП користуємось алгоритмом визначення оптимального заповнення камери АБП рідиною заданої густини, при якому досягається максимум ефективності роботи рідинного АБП.

Завищувати запас енергоємності АБП не варто, оскільки це призведе до збільшення розмірів і ваги пристрою, у той час як пристрій велику частину часу зазвичай працює при менших значеннях дисбалансу.

Скороставивши ввідними залежностями [2], визначаємо оптимальний підбір в'язкої рідини для системи із заданими параметрами, при якому досягається мінімум розширення зони рівноваги.

Суть методики розрахунку параметрів рідинного АБП. За побудованою математичною моделлю поведінки рідинного АБП для вертикального ротора, викладеною вище, запропоновано розв'язувати прикладні задачі підбору

оптимальних параметрів рідинного АБП для заданої роторної системи, визначати вплив зміни параметрів системи ротор – АБП – рідина на ефективність процесу балансування. Таким чином отримали ряд оптимізаційних задач з різними цільовими функціями.

На основі викладених вище теоретичних розробок створено програмний продукт, що дає можливість підбирати параметри рідинного АБП для підвищення його ефективної роботи. Програмування здійснювалось за допомогою C# у середовищі Microsoft visual studio.

Інтерфейс робочого вікна для прикладних програм представлений на рис. 1.

Для перевірки адекватності математичної моделі поведінки рідини в камері АБП і верифікації програмного забезпечення здійснено співставлення результатів теоретичних розрахунків і натурних експериментів на спеціально сконструйованому стенді.

The screenshot shows a software window titled 'Програма'. It contains several sections for data entry and calculation:

- Input Parameters:**
  - Маса ротора, кг: 0,00000
  - Маса камери АБП, кг: 0,00000
  - Маса дисбалансу, кг: 0,00000
  - Резонансна кутова швидкість ротора, рад/с: 0,00000
  - Зовнішній радіус камери АБП, м: 0,00000
  - Ексцентриситет дисбалансу, м: 0,00000
  - Густина рідини, кг/м<sup>3</sup>: 0,00000
  - Об'єм рідини, м<sup>3</sup>: 0,00000
  - Кутова швидкість ротора, рад/с: 0,00000
  - Логарифмічний декремент затухання: 0,00000
  - Висота камери, м: 0,00000
- Обчислені параметри (Calculated Parameters):**
  - Маса рідини: 0,00000
  - Дисбаланс рідини: 0,00000
  - Ексцентриситет рідини: 0,00000
  - Радіус вільної поверхні рідини: 0,00000
  - Ефективність балансування: 0,00000
  - Маса системи: 0,00000
  - Дисбаланс ротора: 0,00000
  - Прогин ротора: 0,00000
  - Положення рівноваги рідини: 0,00000
  - Фазовий кут: 0,00000
- Optimization Settings:**
  - Оптимальна кутова швидкість: [field]
  - Оптимальний об'єм рідини: [field]
  - Оптимальний радіус камери: [field]
  - Оптимальна висота камери: [field]
  - Оптимальна густина рідини: [field]
  - Діапазон кутової швидкості ротора, рад/с: 0,00000 - 0,00000
  - Крок: 0,0001
  - Оптимальна кутова швидкість: [field]
- Buttons:** 'Обчислити' (Calculate) and 'Графік' (Graph).

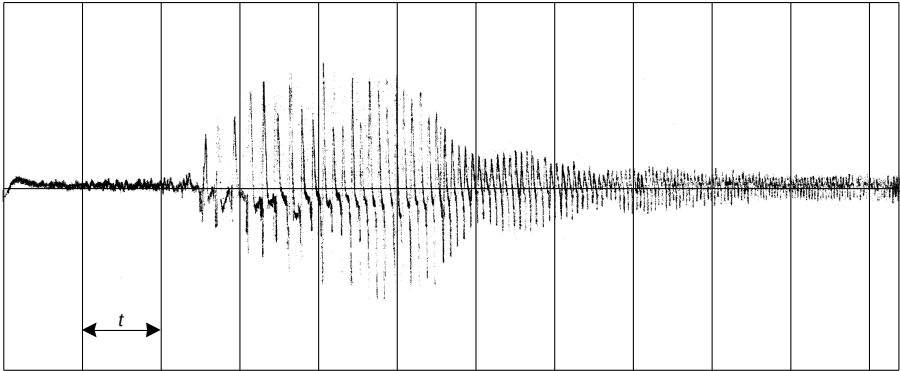
Рисунок 1 – Вид робочого вікна програми із зазначенням панелі даних, проміжних даних і результатів моделювання

Результати натурних експериментальних досліджень підтверджують адекватність побудованої моделі і інженерної методики розрахунку параметрів рідинного АБП.

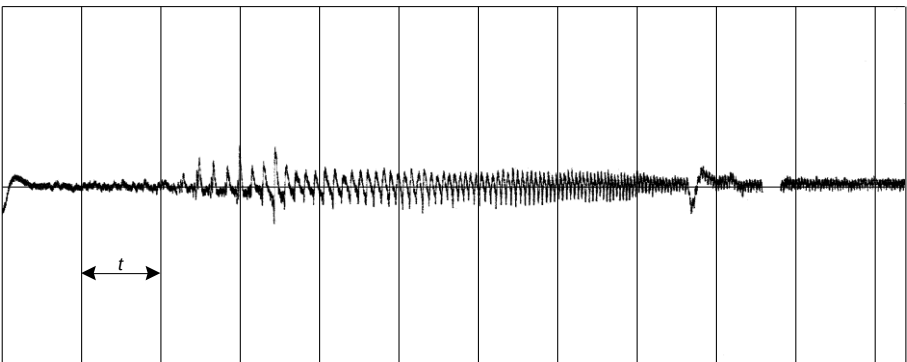
Так, на рис. 2 подано фрагменти осцилограм записів коливань верхнього краю барабана з АБП на прохід від 0 рад/с до робочих швидкостей обертання ротора (87,9 рад/с) з заповненням камери водою прісною (масою 100 г). Ефективність зрівноваження початкового дисбалансу 2000 г·см на резонансній швидкості 59,7 рад/с становить 1,7.

Для перевірки адекватності математичної моделі поведінки рідини в камері АБП і верифікації програмного забезпечення здійснено співставлення результатів теоретичних розрахунків і натурних експериментів на спеціально

сконструйованому стенді. У результаті розрахунку за алгоритмом одержано значення коефіцієнта ефективності  $\lambda_0$  процесу балансування для заданого діапазону кутових швидкостей. Значення коефіцієнта ефективності балансування, визначені експериментально як відношення амплітуд коливань верхнього краю барабана експериментальної установки без рідини в АБП і з рідиною на основі обробки осцилографічних стрічок. Значення коефіцієнта ефективності балансування ротора рідинним АБП, знайдені теоретичним і експериментальним шляхами, відрізняються одне від одного не більше ніж на 16 %.



а)



б)

Рисунок 2 - Фрагменти осцилограм записів коливань верхнього краю барабана при виході на робочі частоти:

а) – запис коливань розбалансованого ротора при дисбалансі 2000 г·см; б) – запис коливань при встановленні АБП з прісною водою (об'єм рідини 100 мл)

## Висновки

Одержані результати цього дослідження дають можливість пояснити поведінку рідини в камері АБП, і зв'язати аналітично геометричні і фізичні параметри рідинного АБП і системи ротор - рідинний АБП - рідина з ефективністю зрівноваження, що в свою чергу дає можливість розробити методику розрахунку оптимальних параметрів рідинного АБП.

Основна ідея якої, полягає у розв'язанні ряду оптимізаційних задач: задаючи величину радіуса камери АБП, як максимально можливу за конструкцією машини, за розробленою прикладною програмою розраховуємо оптимальне співвідношення  $h/R$ , при якому досягається максимум ефективності роботи рідинного АБП, і визначаємо висоту камери; користуючись алгоритмом визначення оптимального заповнення камери АБП рідиною заданої густини визначаємо ємність, запас ємності АБП і оптимальний підбір в'язкої рідини для системи із заданими параметрами, при якому досягається мінімум розширення зони рівноваги. Для реалізації методики розрахунку оптимальних параметрів рідинного АБП розроблено програмний продукт.

Перевірку адекватності математичної моделі поведінки рідини в камері АБП і верифікацію програмного забезпечення здійснено шляхом зіставлення теоретичних результатів із одержаними експериментально.

## Перелік посилань

1. Гусаров А. А. Балансировка роторов машин: в 2 кн. Москва: Наука, 2004. – Кн. 2. – 2005. – 383
2. Автоматичне балансування обертових тіл рідиною : монографія / І.В. Драч, В. П. Ройзман. – Хмельницький : ХНУ, 2018. – 189 с.
3. Маценко В.Г. Математичне моделювання: навчальний посібник / В.Г. Маценко. – Чернівці: Чернівецький національний університет, 2014.–519 с.



УДК 53.087.92

Цимбал О. В., Корнєв В. П.

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

## **ЕЛЕКТРОННИЙ БЛОК АНАЛІЗУ ДЛЯ МЕТАЛОШУКА**

*Розглянуто основні принципи детектування металів, запропоновано методи для виміру величин, по яких можна визначити тип металу, методи підвищення точності детектування та класифікації металів. Розроблено апаратну реалізацію блоку обробки й аналізу даних для визначення типу металу. Для реалізації використані цифрові засоби обробки даних, що дозволило спростити конструкцію блоку, мінімізувати можливі похибки при вимірюванні, що спотворюють кінцевий результат детектування й класифікації металів.*

*In the article show basic principles of metal detection, proposed methods for measuring the quantities by which the type of metal can be determined, and methods for improving the accuracy of metal detection and classification. A hardware implementation of a data processing and analysis unit for determining the type of metal has been developed. Digital data processing tools were used for the implementation, which allows to simplify the block design, minimize possible errors during distorting the final result of the detection and classification of metals.*

У сучасному світі доводиться стикатися із великою кількістю різних металів, тому постає проблема вирішення одного типу металу від всіх інших. Така функція металошукачів називається дискримінація. Дискримінація металошукача (metal detector discrimination – англ.) – функція, що дозволяє розпізнавати помічені об'єкти по типу металу та класифікувати їх [1].

Сучасні високоточні металошукачі містять в собі велику кількість функціональних блоків, складні в налаштуванні й використанні, чутливі до завад, обумовлених навколишнім середовищем і відносяться до досить високого цінового діапазону.

Метою даної роботи є обрання принципу роботи пристрою шляхом дослідження наукових основ металодетектування і розробка блоку аналізу для металошукача, що складався б із мінімальної кількості функціональних вузлів, потребував мінімальну кількість налаштувань і міг давати коректну інформацію про наявність і тип металу в незалежності від завад, обумовлених навколишнім середовищем.

Для вирішення даного завдання розглянуто існуючі методи й підходи до побудови даних пристроїв. Виявлено, що в наш час немає певного універсального пристрою, що мав би необхідний для звичайного користувача функціонал, був стійким до завад навколишнього середовища і при цьому був би зручним і простим

у використанні і потрапляв би у конкурентно спроможний ціновий діапазон. Тому є актуальною проблема побудови власного пристрою з використанням базових підходів побудови апаратури даного типу, який відповідав би заявленим вимогам.

Металошукачі можуть виявляти об'єкт пошуку за рахунок магнітного поля, яке генерують самі. Такі металошукачі працюють за принципом передачі магнітного поля і аналізу зворотного сигналу від металевої цілі і середовища. Вони зазвичай складаються із передавача, через який протікає змінний в часі електричний струм  $I_{prim}(r)$ . Передавач генерує магнітне поле  $B_{prim}(r, t)$ , що змінюється в часі і поширюється в напрямку металевого об'єкту і в інші напрямки. Змінне магнітне поле, що передається, призводить до виникнення електричних струмів  $J_{eddy}(r, t)$  в металевих мішенях. Ці електричні струми мають природу вихрових струмів, які, у свою чергу, генерують вторинне магнітне поле  $B_{sec}(r, t)$ . Це магнітне поле відрізняється від переданого. Саме воно детектується приймачем, перетворюється в напругу або струм  $S_{sec}(r, t)$  і далі обробляється необхідними блоками. Всі величини залежать від відстані до об'єкта  $r$ . Весь процес умовно записаний формулою, а також схематично відображений на рисунку 1:

$$I_{prim}(t) \rightarrow B_{prim}(r, t) \rightarrow J_{eddy}(r, t) \rightarrow B_{sec}(r, t) \rightarrow S_{sec}(r, t) \quad (1)$$

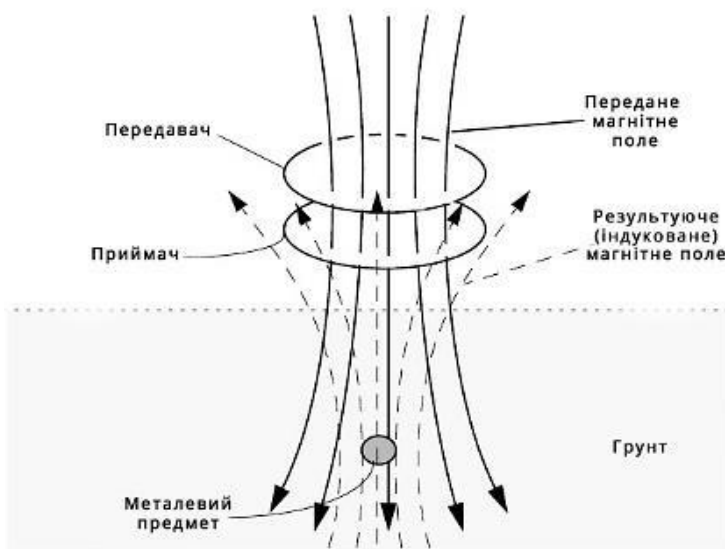


Рисунок 1 – Схематичне зображення переданого/результуючого магнітного поля

Результуюче магнітне поле змінне в часі і залежить від ряду факторів, якими є: відстань до об'єкта і його орієнтація у просторі, властивості об'єкта (його

розмір, форма, провідність, магнітна проникність), наявність фонового сигналу (від ґрунту, інших джерел електромагнітного випромінювання) [2].

Отриманий із приймача сигнал можна представити графічно (рисунок 2) і описати формулою:

$$V_{sec}(t) = A_{sec} \sin(\omega t + \varphi), \quad (2)$$

де:  $V_{sec}(t)$  – вхідний сигнал,  $A_{sec}(t)$  – амплітуда сигналу у визначений момент часу  $t$ ,  $\omega$  – кутова швидкість вхідного сигналу в  $\frac{\text{рад}}{\text{с}}$ ,  $t$  – момент часу,  $\varphi$  – зсув фази між переданим і отриманим сигналом.

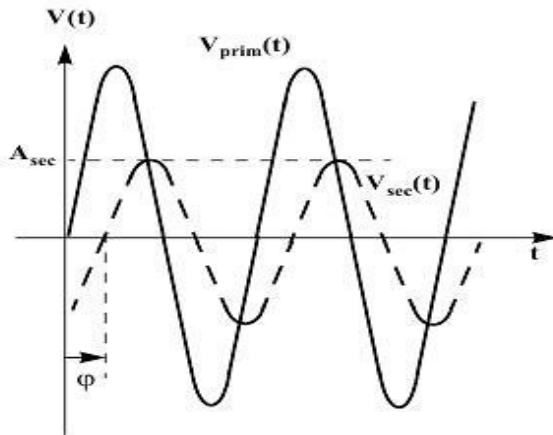


Рисунок 2 – Переданий  $V_{prim}$  та отриманий  $V_{sec}$  сигнали як функція від часу ( $A_{sec}$  – амплітуда отриманого сигналу,  $\varphi$  – зсув фаз)

Оскільки будь-який метал має властивості резистивності і індуктивності, то отриманий сигнал від металу можна розкласти на дві складові [3]:

- квадратурна складова  $V_X$  – має ту ж саму форму сигналу, що й сигнал передача, але в міру індуктивності цілі, отриманий сигнал зміщений в часі відносно переданого сигналу (різниця фаз);
- синфазна складова  $V_R$  – також має ту ж саму форму сигналу, що й переданий сигнал, але в міру резистивності цілі змінюється амплітуда отриманого сигналу.

В результаті прийнятий сигнал  $V_{sec}$  можна зобразити як комплексне число:

$$V_{sec} = V_R + jV_X \quad (3)$$

Графічно це відображено в полярній системі координат на рисунку 3.

Перевагами даного типу металошукачів є: висока завадостійкість, обумовлена можливістю ефективної фільтрації завад, маючих діапазони частот, що відрізняються від робочих; можливість дискримінації об'єктів по типу металу в залежності від зсуву фази між прийнятим і переданим сигналом; можливість нейтралізувати відмінності впливу різних ґрунтів на результати вимірів, а також закладена в методі можливість підвищити чутливість приладу до невеликих об'єктів. Недолік - необхідність особливої конструкції котушок.

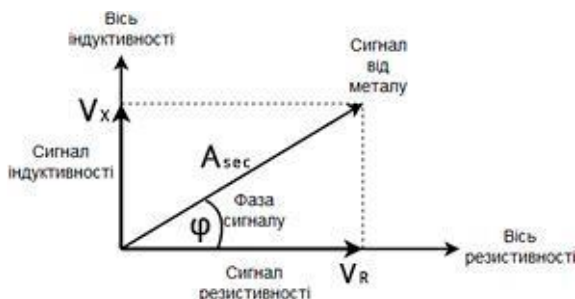


Рисунок 3 – Представлення сигналу в полярній системі координат

Обрано метод визначення зсуву фаз з використанням АЦП і обрахуванням ортогональних складових сигналу R і X. Формули для обрахунку [4]:

$$R = \sum_{n=0}^{N-1} A_i[n] * \cos(2 * \pi * f_R * t[n]); \quad (4)$$

$$X = \sum_{n=0}^{N-1} A_i[n] * \sin(2 * \pi * f_R * t[n]); \quad (5)$$

де:  $A_i[n]$  – вибірка вхідного сигналу,  $f_R$  – частота сигналу, що передається (завідомо відома),  $t[n]$  – дискретний відлік часу, що відповідає вибірці вхідного сигналу.

Отримуємо R, як дійсну частину комплексного числа, а X – уявну частину.

Структурна схема блоку аналізу для металошукача наведена на рисунку 4 і складається з: мікроконтролера, в якому реалізовано генератор ШІМ-сигналу, АЦП для зчитування даних, блок фільтрації й обчислень, блок введення й виведення інформації, генератор звукової індикації; вхідного підсилювача; драйвера передавальної котушки; енергонезалежної пам'яті; звукового індикатора з підсилювачем; дисплею для виведення інформації; стабілізаторів напруги для цифрової і аналогової частин схеми, та драйвера для передавальної котушки; вимикача живлення T1.

Вибірку сигналів доцільно проводити 4 рази на період сигналу, що зчитується, оскільки це зменшує затрати на обчислення операцій множення і обрахунку синуса й косинуса в дискретний відлік часу. Завдяки такому рішенню відліки будуть збігатися з кутами 0, 90, 180, 270 градусів, тому значення sin/cos будуть 0, 1 і -1. Це дозволяє операцію множення замінити додаванням або

відніманням, а також половину відліків виключити з розрахунків, оскільки вони множитимуться на нуль. Синхронізація роботи АЦП відбувається сигналом, що передається, тобто фаза отриманого сигналу буде відкладатися від початку координат, відносно  $0^\circ$ .

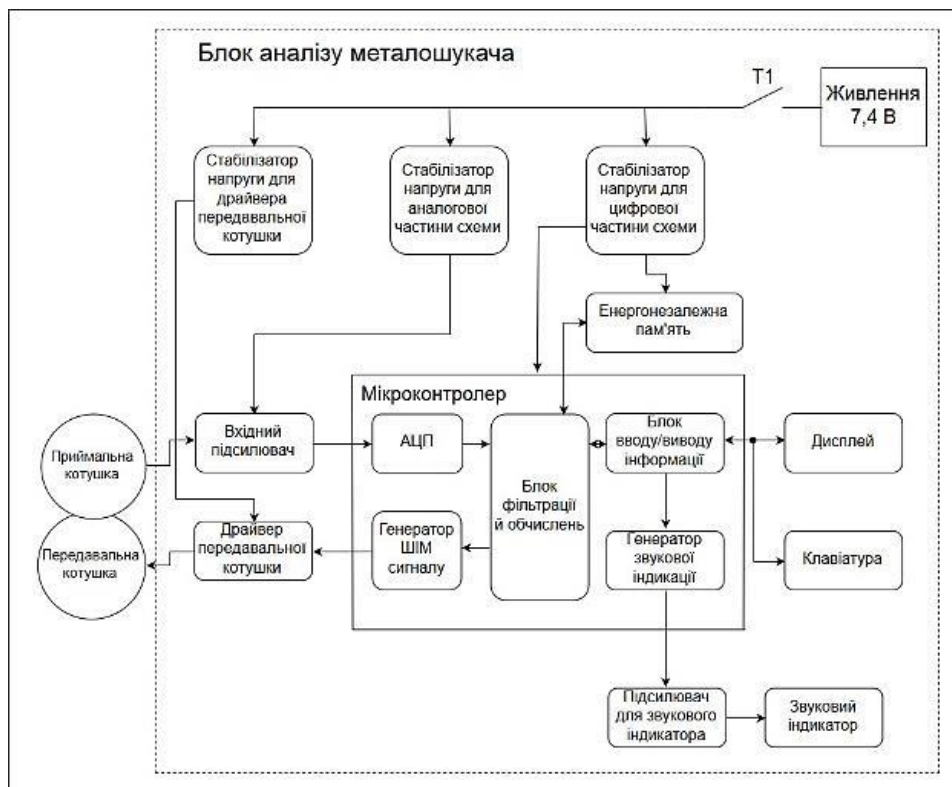


Рисунок 4 – Структурна схема блоку аналізу для металошукача

**Калібрування шкали вимірювання.** Важливим є необхідність здійснення компенсації впливу природньо присутніх у ґрунті різних окислів металів на зсув фаз і амплітуду отриманого сигналу навіть при відсутності металевих предметів у досліджуваному ґрунті. Це виконується проведенням калібрування металошукача «по ґрунту», коли наперед відомо, що в ньому немає металу. Також потрібно провести калібрування «по фериту». Від фериту отримуємо найбільш негативний зсув фаз близький до  $-90$  градусів, оскільки цей матеріал не має провідних властивостей, а містить лише індуктивну складову. Приймаючи зсув фаз, який отримуємо від фериту, поміщеного в поле передавальної й приймальної котушки, за

умовний нуль, як результат будемо мати, що залізовмісні метали даватимуть відносний зсув фаз від 0 до 90 градусів, а не залізовмісні – від 90 до 180 градусів. Процедура калібрування підтримується програмно, що суттєво полегшує її проведення, а один раз отримані коефіцієнти настройки приладу запам'ятовуються в незалежній пам'яті і використовуються в наступних сеансах вимірювань, якщо вони виконуються у таких же умовах.

**Висновки.** В роботі проаналізовано принцип роботи металошукача. Запропоновано архітектуру для блоку аналізу металошукача, що має можливість зчитувати отримані дані, проводити їх обробку і відображати результат вимірів. Суттєвим доповненням принципу роботи пристрою є надання можливості автоматичного проведення корекції вимірювальної шкали приладу з метою урахування особливостей навколишнього середовища.

Реалізація електронної частини блоку на основі високопродуктивного і одночасно недорогого мікроконтролера серії STM32 з широким спектром вбудованих функціональних можливостей, по-перше, дозволило розширити функціональні можливості існуючих аналогічних пристроїв і розробити систему, яка будучи здатною детектувати й розрізняти метали, є простою в реалізації, налаштуванні й використанні, і, по-друге, сприяло зниженню апаратних витрат, що безумовно позитивно позначилося на надійності пристрою і його вартості.

Правильність прийнятих схемотехнічних і програмних рішень підтверджено результатами моделювання основних функціональних вузлів у системі LTspice XVII та експериментальною перевіркою на прототипі пристрою, створеному на основі Evaluation Board STM32F4Discovery.

Розробка націлена на використання у якості портативного приладу для пошуку чорних і кольорових металів, що знаходяться в ґрунті, у польових умовах. Результати роботи впровадженню у ТОВ «УНІВЕРСИТЕТ СЕДІКОММ», що підтверджено відповідним актом. Подальше удосконалення системи можливо за рахунок збільшення швидкості обробки даних, застосуванням фільтрів з кращими амплітудо-частотними і фазочастотними характеристиками.

### Перелік посилань

1. Дискриминация металлоискателя. Принцип дискриминации металлов. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://bit.ly/2CX6M3V>.
2. R. H. Chesney, Y. Das, J. E. McFee, and M. R. Ito, "Identification of Metallic Spheroids by Classification of Their Electromagnetic Induction Response", IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. PAMI-6, no. 6, pp. 809-820, Nov. 1984.
3. Синфазная и квадратурная составляющие сигнала. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://bit.ly/2T5yRjt>
4. Баженов В.Г., Богдан Г.А., Кравченко М.В. "Цифровая система измерения фазовых сдвигов радиоимпульсных сигналов". DOI: 10.18454/IRJ.2227-6017.

УДК 004.4

Чугай О. М., Шпичко А. В., Мазурець О. В.

*Хмельницький національний університет*

## **ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ КІБЕРСПОРТИВНОЇ КОМАНДИ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ФОРМУВАННЯ СКЛАДУ КОМАНД**

*В роботі запропоновано інформаційну модель кіберспортивної команди, використання якої надасть можливість автоматизованого формування складу команд засобами інформаційних технологій. Основними сутностями, які приймають впливають на результат змагання команд у кіберспорті, є команда та її позиції для гравців, а також власне гравці. Застосування в межах інформаційних технологій створеної інформаційної моделі відкриває можливості для обрахунку прогнозованої потенційної ефективності гри певних гравців на певних позиціях в певних командах, обрахунку прогнозованої потенційної ефективності гри обраного складу команди, порівняння складів та формування оптимального для визначеної ситуації складу команди, а також прогнозування результатів змагань у кіберспорті.*

*This article introduces the information model of eSports team, the use of which will provide the possibility of automatic formation of teams by means of information technologies. The main entities that influence the outcome of a team's competition in eSports are team and its players' positions, as well as the players themselves. Application of the information model created within information technologies gives opportunities to estimate the forecasted potential efficiency of game for certain players being specifically ranked in particular teams, to calculate the prognosed potential efficiency of game with the chosen team members. It also enables comparison of team structures and facilitate the process of formation of ideal line-up for certain scenario together with forecasting outcomes of eSports battles.*

Інформаційні технології, поруч із використанням в традиційних процесах та галузях, забезпечують формування нових секторів економіки та суспільного життя. До таких сфер належить і кіберспорт. Кіберспорт – це ігрові змагання, засновані на використанні комп'ютерних технологій, які проходять у віртуальному просторі. Сьогодні кіберспорт – це глобальна індустрія, розмір якої перевищує оборот в 150 млрд дол. США, а загальна кількість учасників і прихильників – 2,5 млрд осіб. У 2015 році ємність ринку кіберспорту становила \$655 млн, у 2018 року досягла \$865 млн. [1]. На сьогодні ринок кіберспорту є одним із найдинамічніших. Кількість гравців та глядачів постійно зростає, як і їх купівельна спроможність. Відповідно до цього, вкладання ресурсів у ринок із такими характеристиками є досить раціональним. Спонсорські кошти дозволяють пришвидшувати розвиток галузі і збільшують місткість ринку [2]. Тому можна з упевненістю стверджувати, що

спонсори – це далеко не альтруїсти і їхні вкладення, по-суті, є нічим іншим, як інвестиціями, що забезпечують швидкий ріст ринку.

Еволюція ігор відбулась як через технологічні вдосконалення, а завдяки появі Інтернет вони стали багатокористувацькими. Вперше кіберспортивні риси та змагання по мережі з'явилися в Quake: Arena, Starcraft. Ігри захоплювали не графікою, а відмінним динамічним геймплеєм, вимагали від гравців нелюдської реакції і багатьох годин тренувань. Online змаганнями не обмежувалися, люди почали збиратися на LAN-турніри в Інтернет-клубах [3]. Активно кіберпорт почав розвиватись на протязі останніх 5–10 pp із-за доступності Інтернет.

Кіберспорт поєднує в собі характеристики традиційного спорту (змагальна складова), сфери розваг (емоційна складова) та IT-сфери (технологічна складова). Таке поєднання охоплює як унікальні, так і споріднені риси кожної сфери. Аналогічно із традиційним спортом, кіберсфера передбачає проведення змагань, існування команд, гравців, правил турніру і прагнення до перемоги. Це забезпечує високий рівень залученості рядових прихильників до процесу. Так само, як індустрія розваг, кіберспорт робить ставку на емоційній складовій, що дозволяє приваблювати велику кількість прихильників і становить інтерес для медіа. З точки зору спорідненості з IT-сферою, в кіберспорті ключові події відбуваються у віртуальному середовищі, що обумовлює потребу у спеціальних технологіях і програмному забезпеченні.

Стрімкий розвиток кіберспорту значно вплинув на ігрову індустрію [4]. Розробники випускають ігри, в яких гравці об'єднуються в команди і змагаються між собою. Виникли турніри, професійні команди, і фанати. Виникла потреба формувати ефективні команди цільового призначення, для чого потрібно було враховувати велику кількість факторів та їх взаємозв'язків. Оцінка ж вже сформованих команд із врахуванням тих же факторів та їх взаємозв'язків є основою для прогнозування результатів змагань у кіберспорті.

Зазвичай цей процес прогнозування покладений на вузьке коло так званих експертів з цього питання – букмекерів або людей, які постійно спостерігають за ходом гри на конкретному інформаційному ресурсі. На інформаційні ресурси кіберспорту наразі покладені лише функції фіксації статистики матчів та ігроків. Це унеможливорює взяти участь в успішному прогнозуванні результатів матчів простих спостерігачів змагань у кіберспорті [5].

Метою роботи є розробка інформаційної моделі кіберспортивної команди, використання якої надасть можливість автоматизованого формування складу команд засобами інформаційних технологій.

Основними сутностями, які впливають на результат змагання команд у кіберспорті, є команда *COMMAND* та її позиції для гравців *POSITION*, а також власне гравці *GAMER*. Тому подання кіберспортивної команди *CYBERCOMMAND* матиме вигляд:

$$\{COMMAND, POSITION, GAMER\} \subset CYBERCOMMAND. \quad (1)$$



При цьому параметри персони гравця та ігрового персонажа складають єдину цілісну множину властивостей гравця. З урахуванням додаткових параметрів, які впливають на ефективність обраного елементу множини *GAMER* на позиції обраного елементу множини *POSITION* в складі обраного елементу множини *COMMAND*, подання кіберспортивної команди набуває вигляду:

$$\{COMMAND \cup GAMER\_IN\_COMMAND \cup GAMER \cup POSITION \cup EXPERIENCE\_ON\_POSITION \cup PARAMETER \cup PARAMETER\_OF\_GAMER \cup CATEGORY\_OF\_PARAMETER \cup TYPE\_OF\_PARAMETER \cup PARAMETER\_ISIN\_POSITION \cup GAME \cup EXPERIENCE\_WITH\_GAMER \cup ANTAGONIST \cup COOPERATION\} \subset CYBERCOMAND, \quad (2)$$

де *GAMER\_IN\_COMMAND* – входження гравця до команди, *EXPERIENCE\_ON\_POSITION* – досвід гравця на позиції, *PARAMETER* – параметри властивостей, якими може володіти гравець, *PARAMETER\_OF\_GAMER* – значення параметра гравця, *CATEGORY\_OF\_PARAMETER* – категорії параметрів за об'єктом аналізу, *TYPE\_OF\_PARAMETER* – типи параметрів за видом виміру, *PARAMETER\_ISIN\_POSITION* – вимоги позиції до параметру, *GAME* – гра та вплив на неї значень параметрів досвіду, *EXPERIENCE\_WITH\_GAMER* – досвід командної взаємодії гравця з іншими гравцями, *ANTAGONIST* – відомі гравці команди-супротивника.

З врахування наведених елементів подання кіберспортивної команди, одержуються можливості для обрахунку прогнозованої потенційної ефективності гри певних гравців на певних позиціях в певних командах, обрахунку прогнозованої потенційної ефективності гри обраного складу команди, порівняння складів та формування оптимального для визначеної ситуації складу команди, а також прогнозування результатів змагань у кіберспорті.

Елементи множини команд *COMMAND* є кортежами наступного вигляду:

$$COMMAND = (Id, Name, GameId), \quad (3)$$

де атрибут *Id* – унікальний ідентифікатор команди, *Name* – назва команди, *GameId* – ідентифікатор гри, для якої формується команда.

Елементи множини входжень гравця до команди *GAMER\_IN\_COMMAND* є кортежами вигляду:

$$GAMER\_IN\_COMMAND = (Id, GamerId, PositionId, CommandId, Value), \quad (4)$$

де атрибут *Id* – унікальний ідентифікатор входження гравця до команди, *GamerId* – ідентифікатор гравця включеного до команди, *PositionId* – ідентифікатор позиції гравця в команді, *CommandId* – ідентифікатор команди включення гравця, *Value* – обраховане числове значення умовної ефективності обраного гравця на обраній позиції в обраній команді.

Елементи множини гравців *GAMER* подаються кортежами вигляду:

$$GAMER = (Id, Nickname, Surname, Name, Patronymic, Photo, Actuality), \quad (5)$$

де атрибут *Id* – унікальний ідентифікатор гравця, *Nickname* – псевдонім гравця чи ім'я ігрового персонажа, *Surname* – прізвище гравця, *Name* – ім'я гравця, *Patronymic* – по батькові гравця, *Photo* – фото як візуальний ідентифікатор гравця чи ігрового

персонажа, *Actuality* – логічний параметр можливості використання гравця для участі в командах ( $Actuality \in \{False, True\}$ ).

Елементи множини позиції для гравців *POSITION* є кортежами вигляду:

$$POSITION = (Id, Name, Priority, TypePositionId, GameId), \quad (6)$$

де атрибут *Id* – унікальний ідентифікатор позиції для гравців команди, *Name* – назва конкретної прозиції команди, *Priority* – унікальне в межах кожного *GameId* цілочисельне значення порядку призначення гравців на позицію, *TypePositionId* – ідентифікатор типу позиції, *GameId* – ідентифікатор гри в командах якої присутня дана позиція.

Елементи множини досвіду гравця на позиції *EXPERIENCE\_ON\_POSITION* є кортежами наступного вигляду:

$$EXPERIENCE\_ON\_POSITION = (Id, PositionId, GamerId, Number, NumberWin), \quad (7)$$

де атрибут *Id* – унікальний ідентифікатор елемента множини досвіду гравця на позиції, *PositionId* – ідентифікатор позиції, *GamerId* – ідентифікатор гравця, *Number* – загальна кількість епізодів перебування гравця на позиції, *NumberWin* – кількість успішних епізодів перебування гравця на позиції.

Елементи множини параметрів властивостей, якими може володіти гравець *PARAMETER* подаються кортежами вигляду:

$$PARAMETER = (Id, Name, Metric, Category\_Of\_ParameterId), \quad (8)$$

де атрибут *Id* – унікальний властивості, *Name* – назва властивості, *Metric* – назва одиниці виміру властивості, *Category\\_Of\\_ParameterId* – ідентифікатор категорії параметрів за об'єктом аналізу.

Елементи множини значень параметрів гравця *PARAMETER\\_OF\\_GAMER* є кортежами наступного вигляду:

$$PARAMETER\_OF\_GAMER = (Id, Date, GamerId, ParameterId, Value), \quad (9)$$

де атрибут *Id* – унікальний ідентифікатор значення параметру гравця, *Date* – дата виміру параметру гравця, *GamerId* – ідентифікатор гравця, *ParameterId* – ідентифікатор вказаного параметру, *Value* – значення параметру.

Елементи множини категорій параметрів за об'єктом аналізу *CATEGORY\\_OF\\_PARAMETER* є кортежами вигляду:

$$CATEGORY\_OF\_PARAMETER = (Id, Name), \quad (10)$$

де атрибут *Id* – унікальний ідентифікатор категорії параметрів за об'єктом аналізу, *Name* – назва категорії параметрів.

Елементи множини типів параметрів за видом виміру *TYPE\\_OF\\_PARAMETER* є кортежами наступного вигляду:

$$TYPE\_OF\_PARAMETER = (Id, Name), \quad (11)$$

де атрибут *Id* – унікальний ідентифікатор типу параметрів за видом виміру, *Name* – назва типу параметрів за видом виміру.

Елементи множини вимог позицій до параметрів *PARAMETER\\_ISIN\\_POSITION* подаються кортежами вигляду:

$$PARAMETER\_ISIN\_POSITION = (Id, PositionId, ParameterId, Type\_Of\_ParameterId, KoefPar, IdealValue), \quad (12)$$

де атрибут *Id* – унікальний ідентифікатор вимоги позиції до параметру, *PositionId* – ідентифікатор позиції, *ParameterId* – ідентифікатор потрібного для позиції параметру, *KoefPar* – числове кількісне значення коефіцієнта важливості значення даного параметру для даної позиції, *IdealValue* – ідеальне кількісне значення даного параметру для даної позиції.

Елементи множини ігор *GAME* є кортежами вигляду:

$$GAME = (Id, Name, KoefPos, KoefExp, KoefAnt, \dots), \quad (13)$$

де атрибут *Id* – унікальний ідентифікатор гри, *Name* – назва гри, *KoefPos* – числове кількісне значення коефіцієнта важливості значення показника досвіду гравця на позиції для даної гри, *KoefExp* – числове кількісне значення коефіцієнта важливості значення показника історії взаємодії гравця з іншими гравцями своєї команди для даної гри, *KoefAnt* – числове кількісне значення коефіцієнта важливості для даної гри значення показника історії взаємодії гравця з відомими гравцями команди-супротивника.

Елементи множини елементів досвіду командної взаємодії гравця з іншими гравцями *EXPERIENCE\_WITH\_GAMER* є кортежами наступного вигляду:

$$EXPERIENCE\_WITH\_GAMER = (Id, Gamer1Id, Gamer2Id, NumberExp, NumberExpWin, NumberAnt, NumberAntWin, \dots), \quad (14)$$

де атрибут *Id* – унікальний ідентифікатор елемента досвіду командної взаємодії гравця з іншим гравцем, *Gamer1Id* – ідентифікатор обраного гравця, *Gamer2Id* – ідентифікатор цільового гравця, *NumberExp* – загальна кількість епізодів перебування обох гравців в спільній команді, *NumberExpWin* – кількість успішних епізодів перебування обох гравців в спільній команді, *NumberAnt* – загальна кількість епізодів перебування двох гравців в командах-суперниках, *NumberExpWin* – кількість успішних епізодів перебування двох гравців в командах-суперниках за яких команда гравця *Gamer1Id* перемогла команду гравця *Gamer2Id*.

Елементи множини відомих гравців команди-супротивника *ANTAGONIST* подаються кортежами вигляду:

$$ANTAGONIST = (Id, GamerId, CommandId, \dots), \quad (15)$$

де атрибут *Id* – унікальний ідентифікатор відомого гравця в команді-супротивнику, *GamerId* – ідентифікатор гравця в команді-супротивнику до команди цільового гравця, *CommandId* – ідентифікатор команди цільового гравця.

Елементи множин команд *COMMAND*, позицій гравців *POSITION*, гравців *GAMER*, входжень гравця до команди *GAMER\_IN\_COMMAND*, досвіду гравця на позиції *EXPERIENCE\_ON\_POSITION*, параметрів властивостей якими може володіти гравець *PARAMETER*, значень параметрів гравця *PARAMETER\_OF\_GAMER*, категорій параметрів за об'єктом аналізу *CATEGORY\_OF\_PARAMETER*, типів параметрів за видом виміру *TYPE\_OF\_PARAMETER*, вимог позицій до параметрів *PARAMETER\_ISIN\_POSITION*, ігор *GAME*, досвідів командної взаємодії гравців з

іншими гравцями *EXPERIENCE\_WITH\_GAMER*, відомих гравців команди-супротивника *ANTAGONIST* (2) – (15) формують цілісне подання кіберспортивної команди *CYBERCOMAND*, достатньої для збереження всіх даних, необхідних для автоматизованого формування складу команд.

Таким чином, у роботі запропоновано інформаційну модель кіберспортивної команди, використання якої надасть можливість автоматизованого формування складу команд засобами інформаційних технологій.

Основними сутностями, які приймають впливають на результат змагання команд у кіберспорті, є команда та її позиції для гравців, а також власне гравці. Застосування в межах інформаційних технологій створеної інформаційної моделі відкриває можливості для обрахунку прогнозованої потенційної ефективності гри певних гравців на певних позиціях в певних командах, обрахунку прогнозованої потенційної ефективності гри обраного складу команди, порівняння складів та формування оптимального для визначеної ситуації складу команди, а також прогнозування результатів змагань у кіберспорті.

### Перелік посилань

1. Чайка Є. В. Суб'єкти ринку кіберспорту та відносини між ними / Є. В. Чайка; О. В. Зозульов // Економічний вісник Національного технічного університету України Київський політехнічний інститут, 2019. – №16. С.318-326.
2. Краудфандинг или как появляются самые крутые призовые фонды. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cyberlab.gg/faq/kraudfanding-ili-kak-poyavlyayutsya-samye-krutye-prizovye-fondy-1>
3. Горова К.О. Основні тенденції розвитку ринку кіберспорту / К.О. Горова, Д.А. Горовий, О.В. Кіпоренко // Проблеми і перспективи розвитку підприємництва. – 2016. – № 4 (2). – С. 51–55.
4. Лазнева І. О. Кіберспорт та його вплив на зміну структури світового ринку комп'ютерних ігор / І. О. Лазнева, Д. І. Цараненко // Науковий вісник Ужгородського національного університету. – 2018. – №22, Ч. 2. – С. 63-67
5. Коробчинський М. В. Особливості прогнозування результатів матчів у кіберспорті / М. В. Коробчинський, Л. Б. Чирун, В. А. Висоцька, М. О. Нич // Радіoeлектроніка, інформатика, управління. 2017. – № 3. – С.95-105.

УДК 004.75:004.9

Шагін В. Ю., Ковальчук Д. В., Каштальян А. С.

*Хмельницький національний університет*

## **ЦЕНТРАЛІЗОВАНА РОЗПОДІЛЕНА СИСТЕМА ВИЯВЛЕННЯ АТАК В КОРПОРАТИВНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ НА ОСНОВІ МУЛЬТИФРАКТАЛЬНОГО АНАЛІЗУ**

*Розглянуто різні моделі для розробки розподілених мережесих систем, парадигми зв'язку, що використовуються в розподіленій мережесих системі, та принципи надійності та безпеки при проєктуванні розподілених мережесих систем. Представлено підходи до створення централізованої розподіленої системи виявлення атак в корпоративних комп'ютерних мережах на основі мультифрактального аналізу.*

*Considered different models for developing distributed network systems, the communication paradigms used in a distributed network system, and the principles of reliability and security in the design of distributed network systems. Approaches to the creation of a centralized distributed attack detection system in corporate computer networks based on multifractal analysis are presented.*

В сучасному інформаційному просторі дедалі важливішим стає питання розподілених [1] мережесих систем через постійне збільшення об'ємів оброблюваної інформації.

Розподілена система складається із компонентів, які розміщено на різних машинах, що обмінюються даними і координують дії як єдина цілісна система. Компонентам розподіленої системи можуть бути комп'ютери, сервери, віртуальні машини, контейнери та інші пристрої, що можуть підключитись до мережі, мають власну локальну пам'ять та можуть обмінюватись повідомленнями. Існує два загальних способи функціонування розподілених систем: кожна машина працює задля спільної мети і для кінцевого користувача і результат формується як єдине ціле; кожна машина має власного кінцевого користувача, а розподілена система полегшує обмін обчислювальними ресурсами або послугами зв'язку.

Розподілені системи переважно мають такі основні характеристики: всі компоненти працюють одночасно, немає глобального годинника, і всі компоненти виходять з ладу не залежно один від одного.

Головними перевагами розподілених систем є масштабованість, надійність, продуктивність.

Проблематика при використанні розподілених систем:

- 1) планування – розподілена система повинна вирішувати коли, як і де виконувати завдання;

- 2) латентність – чим ширше розповсюджується мережа, тим більше затримок може виникнути під час обміну даними;
- 3) можливість спостереження – збір, обробка та моніторинг метрик використання апаратного забезпечення для великих кластерів сьогодні є досить складним завданням.

Типи (моделі) розподілених систем. Клієнт-сервер – клієнт отримує дані від серверу, форматує та відображає кінцевому користувачу.

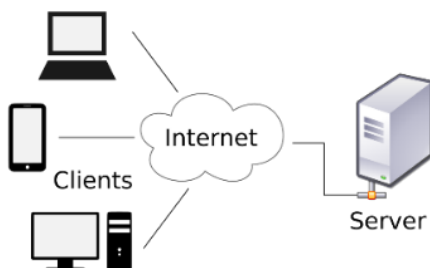


Рисунок 1 – Модель клієнт-сервер [2]

Трирівнева – інформація про клієнта зберігається на середньому рівні, щоб спростити розгортання застосунків. Ця модель найбільш поширена для веб-додатків.

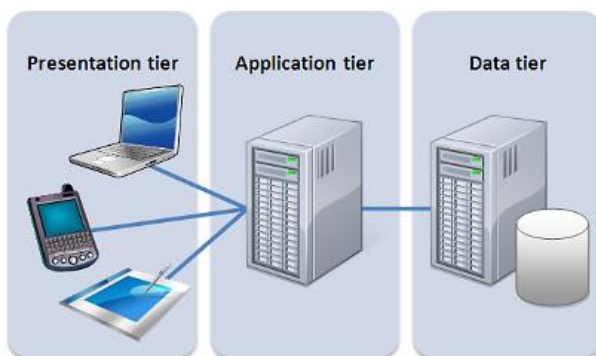


Рисунок 2 – Трирівнева модель [3]

Багаторівнева – зазвичай використовуються, коли застосунку або серверу потрібно переслати запити на додаткові корпоративні служби в мережі.

Peer-to-peer – для надання послуг або управління ресурсами сервер не використовується. Обов'язки рівномірно розподілені між вузлами, що можуть працювати як в режимі клієнта так і в режимі сервера.

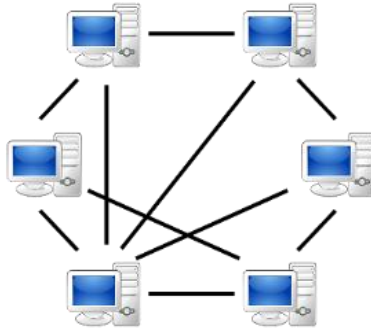


Рисунок 3 – Модель Peer-to-peer [4]

Розглянуті моделі розподілених систем є основою для створення централізованої розподіленої системи. Ця система буде призначена для виявлення атак в корпоративних комп'ютерних мережах і методи, які вона використовуватиме базуватимуться на основі мультифрактального аналізу. Щоб досягти цього результату важливим є інтеграція розподіленої системи та методів фрактального аналізу. Ефективність такої системи суттєво залежатиме від закладеної в неї моделі та методів виявлення [5].

### Висновки

В результаті дослідження проаналізовано різні моделі для розробки розподілених мережових систем, парадигми зв'язку, що використовуються в розподіленій мережовій системі, та принципи надійності та безпеки при проектуванні розподілених мережових систем. Представлено підходи до створення централізованої розподіленої системи виявлення атак в корпоративних комп'ютерних мережах на основі мультифрактального аналізу.

### Перелік посилань

1. Distributed networking [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Distributed\\_networking](https://en.wikipedia.org/wiki/Distributed_networking)
2. Three-tier architecture [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://managementmania.com/en/three-tier-architecture>
3. Peer-to-peer [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Peer-to-peer>
4. Multitier architecture [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Multitier\\_architecture](https://en.wikipedia.org/wiki/Multitier_architecture)
5. Савенко О. С. Дослідження методів антивірусного діагностування комп'ютерних мереж / О. С. Савенко, С. М. Лисенко // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2007. – № 2, т. 2. – С. 120–126.

УДК 004.4

Шаповалова А. С., Райко Г. О.

*Херсонський національний технічний університет*

## **ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СФЕРІ СТРАХУВАННЯ**

*Розглянуто необхідність застосування інформаційних технологій в системі страхового бізнесу.*

*This article has considered the need for the use of information technologies in the insurance business system.*

Важко уявити наше життя без сучасних технологій. З кожним роком вони відіграють усе більшу роль у нашому повсякденному житті та суспільній діяльності. У наш час людство намагається автоматизувати практично всі сфери своєї діяльності, тим самим намагаючись полегшити свою працю.

Неможливо знайти сферу діяльності, яка б не потребувала створення нових і вдосконалення старих програмних засобів. Так само не є винятком така галузь, як страхування.

Страхування – один із найдинамічніших сегментів ринку, призначених для подолання і компенсування різного роду втрат у результаті непередбачених подій. Це один із видів бізнесу, що є найбільш інформаційно-насиченим та залежним, що робить впровадження ефективної автоматизованої інформаційної системи (АІС) в страхуванні дуже важливим фактором ділового успіху, одним із ключових елементів стратегії розвитку страхових компаній.

Застосування нових інформаційних технологій стає важливою умовою для досягнення та утримання страховими компаніями передових позицій на ринку. Всі лідери страхового ринку вже досягли високого професіоналізму безпосередньо в області здійснення страхових операцій, тому тепер успіх або неуспіх страховика багато в чому визначається технологічною оснащеністю. Адже саме від рівня технічної підготовленості компанії залежить швидкість і якість обробки потоків інформації, що зростають, а значить, і обслуговування клієнтів. Особливо актуально це стає в тому випадку, коли компанія обслуговує масовий потік клієнтів – сотні тисяч або навіть мільйони в рік.

Нині страховик має справу з чималим обсягом інформації. Якщо вона представлена у паперовому вигляді, то це надто підвищує навантаження на



працівника страхової компанії. Тому питання автоматизації даного процесу стає нагальним питанням для ефективної роботи страхових агентів.

Метою роботи є визначення необхідності впровадження інформаційних технологій (ІТ) в систему страхового бізнесу для забезпечення зручної роботи страхового агента.

Використання новітніх технологій у сучасному світі для оптимізації роботи з документами набуває все більшого поширення у світовій практиці діловодства. Але ще не всі вітчизняні установи мають змогу використовувати їх у своїй роботі.

Злагоджена організація роботи з документами є важливою складовою частиною процесів і прийняття управлінських рішень, яка впливає на економічність, оперативність і надійність функціонування апарату управління установи, культуру праці управлінського персоналу і якість управління.

Важливість інформаційного забезпечення керівника будь-якого рівня для прийняття рішення не викликає сумніву. Ця проблема ускладнюється ще сильніше в наш час – час бурхливого впровадження інформаційних технологій.

У загальному випадку на автоматизовану інформаційну систему покладається рішення наступних завдань:

- підготовка страхової документації;
- облік і накопичення даних;
- фінансовий облік;
- підготовка звітних документів;
- планування і бюджетування;
- оцінка стану страхового ринку;
- аналіз результатів власної діяльності;
- реалізації інтернет-технологій.

Розвиток сфери послуг та підвищення її ефективності, задоволення потреб суспільства безпосередньо пов'язані з інноваціями. Також одним із головних показників розвитку сфери послуг є конкурентоспроможність, яка безпосередньо пов'язана з рівнем інноваційної діяльності на підприємстві.

Автоматизація роботи з документами на підприємствах має різні шляхи для реалізації: введення автоматизованих систем, автоматизація діяльності на основі побудови баз даних, створення окремих автоматизованих додатків для роботи з документами, створення шаблонів документів [1].

Можливість автоматизації залежить від величини та платоспроможності підприємства.

Для малих та середніх підприємств актуальною є автоматизація діяльності на основі побудови баз даних, створення окремих автоматизованих додатків для роботи з документами, створення шаблонів документів.

Головним напрямком удосконалення обробки інформації у страхових компаніях нині є створення автоматизованої системи, що базується на застосуванні економіко-математичних методів, засобів обчислювальної техніки і розвиненої мережі передавання даних. Нові можливості в роботі страхових компаній різноманітних рівнів управління, що зорієнтовані на автоматизовану технологію розв'язування задач, значною мірою виявляються там, де цим процесом охоплено більшість функцій і задач їх основної діяльності. Цим досягається підвищення рівня планової та аналітичної роботи, удосконалюються методи і способи ведення страхових операцій, форми обліку й звітності, прискорюється обробка різного роду звітних даних і, нарешті, підвищується обґрунтованість необхідних управлінських рішень [2].

Добре налаштована автоматизована система страхової компанії може значно підвищити конкурентоспроможність компанії та вплинути на ефективність розробки нових бізнес-моделей, покращити якість обслуговування клієнтів та інше.

Отже, автоматизація інформаційного середовища необхідна в будь-якій організації, незалежно від розмірів і діяльності. Саме завдяки впровадженню автоматизованих інформаційних систем і технологій у страховій справі забезпечується конкурентоспроможність страхових послуг, збільшується доля компанії на страховому ринку.

### **Перелік посилань**

1. Використання БД для оптимізації роботи з документами підприємств у сфері послуг [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/38331/1/44\\_99-100.pdf](http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/38331/1/44_99-100.pdf)
2. Інформаційне забезпечення інноваційної діяльності страхових компаній [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://kerivnyk.info/2013/01/morgun.html>

УДК 004.4

Шевцов О. О., Савенко О. С.

*Хмельницький національний університет*

## **РОЗПОДІЛЕНА СИСТЕМА ВИЯВЛЕННЯ ЗЛОВМИСНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В ЛОКАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ НА ОСНОВІ БАЄСОВСЬКОЇ МЕРЕЖІ**

*Розглянуто прикладні аспекти розробки та реалізації розподіленої системи виявлення зловмисного програмного забезпечення в локальній корпоративній мережі на основі Баєсовської мережі. Представлене програмне забезпечення забезпечує ефективне виявлення різного зловмисного програмного забезпечення та використовує алгоритм навчання Баєсовської мережі для покращення результатів розпізнавання загрози.*

*Applied aspects of development and implementation of a distributed system for detecting malicious software in a local corporate network based on the Bayesian network are considered. The presented software provides effective detection of various malicious software and uses the Bayesian network training algorithm to improve the threat detection results.*

У зв'язку з бурхливим розвитком інформаційних технологій та поширенням комп'ютерних систем та мереж у різних сферах, постійно зростає кількість різного зловмисного програмного забезпечення. Воно постійно модифікується, ускладнюється, стає більш прихованим та набуває ефективності обходження антивірусних систем. Все це відповідно вимагає вдосконалення існуючих програмних засобів, методик і алгоритмів детектування а також протидії існуючим кіберзагрозам та зловмисному програмному забезпеченню в цілому. Враховуючи те, що в основному воно націлено на використання в комп'ютерних мережах – що є суттєвою проблемою як для окремих користувачів, так і для великих корпорацій [1]. Слід також приділити належну увагу використанню та інтеграції різних методів машинного навчання, таких як штучні імунні системи, нейронні мережі або Баєсовська мережа, щоб по можливості бути на крок попереду кіберзлочинців.

Отже, метою роботи є розробка програмного комплексу, що реалізує розподілену систему, завданням якої є виявлення зловмисного програмного забезпечення в локальних мережах на основі Баєсовської мережі. Відповідно завданням даного програмного забезпечення буде виявлення зловмисного програмного забезпечення різного плану в локальній корпоративній мережі.

Баєсовська мережа являє собою направлений ациклічний граф, у якого кожній вершині відповідає випадкова змінна. З математичної точки зору – це модель для представлення ймовірностних залежностей або відсутності цих

залежностей. При цьому зв'язок  $A \rightarrow B$  є наслідком коли подія  $A$  є причиною появи  $B$ , тобто впливає на  $B$ . Використання Баєсовської мережі має наступні переваги:

- Проста побудови, інтерпритації та аналізу моделі
- Робота з неповними даними
- Можливість навчання в процесі роботи при малих затратах ресурсів [2]

Для навчання Баєсовської мережі існує досить багато різних алгоритмів таких як метод Монте-Карло або метод градієнтного підйому. У даному програмному комплексі використовується ЕМ-алгоритм – через його можливість реалізації різними мовами програмування та лінійне зростання важкості алгоритму при збільшенні об'єму даних, що добре для швидкодії програмного комплексу та використання системних ресурсів.[3] ЕМ-алгоритм використовується для знаходження оцінок максимальної правдоподібності параметрів ймовірнісних моделей, коли модель залежить від деяких прихованих змінних, які раніше були відсутні. Кожна ітерація алгоритму складається з двох кроків:

- 1) Е-крок (expectation step)
- 2) М-крок (maximization step)

На Е-кроці алгоритму обчислюється очікуване значення функції правдоподібності, але при цьому приховані змінні не розглядаються як спостережувані. Відповідно на М-кроці обчислюється оцінка максимальної правдоподібності. Таким чином збільшується очікувана правдоподібність, що обчислюється на Е-кроці. Потім це розраховане значення використовується для Е-кроку на наступній ітерації, та алгоритм виконується далі до збіжності. Якщо це виразити математично: у нас є набір даних  $Y$ , з них  $X$  вже спостережувались, а  $Z$  – ні (отже ці дані вважаються прихованими). Відповідно  $Y = X \cup Z$  – значення прихованої змінної. Перед самим початком роботи алгоритму вона отримає певне початкове значення. Далі на Е-кроці обраховується умовне математичне очікування  $Q(h)$  логарифма правдоподібності набору змінних від  $h$ :

$$Q(h) = E [\ln p(Y | h) | X]$$

Фактично на цьому кроці йде обрахування усіх очікуваних змінних по поточному значенню параметра  $h$ , а вже на М-кроці обраховується

$$h_1 = \arg \max_h Q(h)$$

Тобто знаходиться наступне приближене значення параметра  $h$  при значенні  $Q(h)$ , що отримано на Е-кроці. Алгоритм повторюється до тих пір поки  $h_n$  не зійдеться.

Таким чином за допомогою ЕМ-алгоритму знаходиться нова оцінка максимальної правдоподібності параметрів моделі на основі вибірових даних. Відповідно чим більше спроб використовується для навчання Баєсовської мережі – тим точніше вона зможе визначити зловмісне програмне забезпечення.

Розроблена розподілена система відповідає усім основним вимогам, таким як: прозорість (приховування свого розподілення процесів та ресурсів від користувача), відкритість (побудована на відкритих стандартах), можливість

масштабування (система автоматично перебудовується за потреби без втрати своєї продуктивності) та безпечність. [4]

Розроблена архітектура базується на принципі децентралізації, а також є повністю самоорганізованою і на неї не впливає адміністратор. Розподілена система реалізована таким чином, що вона постійно виконує моніторинг на наявність різного можливого зловмисного програмного забезпечення і формується наново при кожному ввімкненні наявних комп'ютерних систем, що вмикає користувач, відповідно в процесі роботи кількість компонентів може постійно змінюватись. Крім того реалізована розподілена система може приймати рішення щодо зміни своєї архітектури на основі подій, що відбуваються на хостах цієї системи. Наприклад, у випадку кібератаки.

Крім того хостові частини складаються з окремих схожих але незалежних програмних модулів, кожен з яких виконує свою задачу та може приймати рішення на основі зібраних даних.

Отже, запропонована система виявлення зловмисного програмного забезпечення в локальних мережах на основі Баєсовської мережі забезпечує швидке виявлення різного зловмисного програмного забезпечення. Подальші дослідження спрямовані на покращення структури розподіленої системи, розвиток та покращення модулів для виявлення різних типів зловмисного програмного забезпечення, що забезпечить можливість інтеграції данної системи в програмні комплекси

#### **Перелік посилань:**

1. Ross A. Security Engineering: A Guide to Building Dependable Distributed Systems, 3rd Edition / Ross A. – Wiley 2020 – с. 35-50.
2. Darwiche A. Modeling and Reasoning with Bayesian Networks / A. Darwiche – Cambridge University Press 2009 – ISBN 978-0521884389
3. Hui J. Machine Learning – Expectation-Maximization Algorithm (EM) / J.Hui – Medium 2019 – URL: [https://medium.com/@jonathan\\_hui/machine-learning-expectation-maximization-algorithm-em-2e954cb76959](https://medium.com/@jonathan_hui/machine-learning-expectation-maximization-algorithm-em-2e954cb76959)
4. Tanenbaum A., van Steen M. Distributed Systems (3rd Edition) // Pearson Education, Inc., 2017, — p 3-29 — ISBN: 978-15-430573-8-6

УДК 004.4

Шевцова А. В., Кисіль Т. М.

*Хмельницький національний університет*

## **БАССОВСЬКА МЕРЕЖА І СИСТЕМА ВИЯВЛЕННЯ ЗЛОВМИСНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ АНОМАЛІЙ**

*Розглянуто аспекти побудови математичної моделі на базі Байєсовської мережі для виявлення зловмисного програмного забезпечення в інформаційних системах, а також візуалізація роботи моделі. Представлена математична модель забезпечує виявлення зловмисного програмного забезпечення, використовуючи базу даних аномалій як вхідні дані.*

*Aspects of construction of mathematical model on the basis of the Bayesian network for detection of malicious software in information systems, and also visualization of the work of model are considered. The presented mathematical model provides the detection of malicious software, using the database of anomalies as input data.*

На сьогоднішній день комп'ютерні та інтернет-технології розвиваються з великою швидкістю. Це змінило багато сфер діяльності людини, але також спровокувало зростання кіберзлочинності. Зловмисники використовують різноманітне зловмисне програмне забезпечення (ПЗ) для взлому інформаційних систем, використовуючи їх уразливості. До встановлення зловмисного ПЗ зазвичай призводить перехід по небезпечним посиланням або відкриття файлів, прикріплених до листа в електронній пошті. Подібні атаки завдають величезної шкоди компаніям. Типів зловмисних програм дуже багато, як і об'єктів, здатних привести до їх установа. Їх різноманітність призводить до того, що далеко не всі зловмисні програми ми здатні виявити вже існуючими методами і програмним забезпеченням.

Мета даної дослідницької роботи це визначити, як можна використовувати Байєсовську мережу для виявлення зловмисного ПЗ в інформаційній системі.

Визначені задачі: побудувати математичну модель, провести навчання моделі, використовуючи вже існуючі алгоритми, а також візуалізувати та перевірити роботу математичної моделі при різних умовах і вхідних даних.

В основі Байєсовської мережі лежить теорема (формула) Байєса [1]:

$$P(A|B) = P(B|A) P(A)/P(B), \quad (1)$$

де:

$P(A)$  – апіорна ймовірність гіпотези  $A$ ;

$P(A|B)$  – ймовірність гіпотези  $A$  при настанні події  $B$  (апостеріорна ймовірність);

$P(B|A)$  – ймовірність настання події  $B$  при істинності гіпотези  $A$ ;

$P(B)$  – повна ймовірність настання події  $B$ .

Байєсовська мережа дозволяє відповісти на такі запити, як:

- повідомити, що в вузлі  $x$  відбулась подія,
- визначити ймовірності події при спостережуваних аномаліях,
- визначити ймовірності причини при спостережуваних наслідках,
- визначити ймовірності однієї з причин появи події,
- провести обчислення найбільш імовірної причини спостережуваної події.

Використання Байєсовської мережі має такі переваги:

- простота побудови моделі,
- можливість роботи з нечіткими або частково відомими даними,
- можливість навчити модель в процесі її роботи.

Вхідними даними для представленої мережі виступають ідентифікатори аномалій з статистичної бази даних можливих аномалій в інформаційних системах, а вихідними даними виступають ймовірності появи події, ймовірності причин появи події, повідомлення про появу події. Вершини графа є випадковими величинами, які приймають два значення: 1 або 0, що сигналізує про наявність аномалії чи її відсутність відповідно. Дуги є ймовірнісними залежностями між величинами, значення яких задається за допомогою умовних ймовірностей.

Для побудови математичної моделі необхідно зібрати дані, створити базу даних, згенерувати вузли та дуги, визначити апіорні ймовірності і оптимізувати мережу, побудувати (навчити) мережу. Статистична база даних включає в себе аномалії в інформаційній системі, що сигнализують про наявність в ній зловмисного ПЗ. Для навчання математичної моделі був використаний ЕМ-алгоритм, за допомогою якого проводиться оцінка параметрів моделі, на підставі якої розраховується гіпотетична ймовірність появи того або іншого результату. Кожна ітерація алгоритму включає два кроки: Е (expectation) та М (maximization). На першому кроці Е вибираються приховані змінні, розраховується очікуване значення функції правдоподібності. У наступних кроках Е використовуються приховані змінні, які були визначені на М-кроках. На М-кроці перераховуються приховані змінні відповідно до отриманих значеннями ймовірностей на Е кроці. В основі Е кроку лежить формула Байєса. Алгоритм виконується до збіжності. Можна виділити наступні переваги ЕМ-алгоритму:

- потужна статистична основа,
- при зростанні обсягу даних складність збільшується лінійно,
- алгоритм стійкий до перешкод і перепусткам даних,
- швидка збіжність при вдалій ініціалізації.

Висновки: в ході дослідницької роботи була побудована і протестована математична модель на базі Байєсовської мережі для виявлення зловмисного ПЗ з використанням різних вхідних даних, використовуючи статистичну базу даних аномалій в інформаційній системі, що наглядно демонструє ефективність використання Байєсовської мережі для вирішення проблеми кібератак.

### **Перелік посилань:**

1. Что такое кибератака [Електронний ресурс] // Официальный веб-сайт Cisco. URL: [https://www.cisco.com/c/ru\\_ru/products/security/common-cyberattacks.html](https://www.cisco.com/c/ru_ru/products/security/common-cyberattacks.html)
2. Вредоносное ПО [Електронний ресурс] // Официальный веб-сайт Malwarebytes. URL: <https://ru.malwarebytes.com/malware/>
3. Петренко А. Разбираем EM-algorithm на маленькие кирпичики [Електронний ресурс] / А. Петренко // IT журнал Харб. 2020. URL: <https://habr.com/ru/post/501850/>



УДК 004.4

Шевченко А. О., Міхалевський В. Ц.

*Хмельницький національний університет*

## **ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ**

*Проведено дослідження з пошуку методів та аналізу підходів класифікації зображень з використання нейронних мереж.*

*Applied aspects of information system development for classification and retrieval of semantic constituent text and visualization of the obtained results for further analysis are considered, which provides the most accurate transmission of the content of the input text. The offered information system provides accurate and fast classification of the text according to the given categories.*

Автоматичне розпізнавання продуктів харчування на основі зображень є особливо складним завданням. Традиційні підходи до аналізу зображень досягали низької точності класифікації в минулому, тоді як підходи глибокого навчання дозволили ідентифікувати типи продуктів харчування та їх інгредієнти. Вміст харчових страв, як правило, є деформованими предметами, як правило, включаючи складну семантику, що робить завдання визначення їх структури дуже складним. Методи глибокого навчання вже показали дуже перспективні результати в таких викликах, тому наше дослідження присвячено презентації деяких популярних підходів і методів, що застосовуються для розпізнавання продуктів харчування на основі зображень. Три основні напрямки рішень, а саме дизайн з нуля, навчання передачі та підходи на платформі, окреслені, особливо для поставленого завдання, і перевіряються та порівнюються, щоб виявити притаманні сильні та слабкі сторони.

Розпізнавання продуктів харчування на основі зображень є складним завданням, яке цікаве для наукових спільнот комп'ютерного зору та штучного інтелекту в останнє десятиліття. Звичайно, що блюдо з їжі може містити різноманітні інгредієнти, які можуть відрізнятися за формами і розмірами в залежності від регіональних традицій і звичок місцевих громад. Наприклад, сьогодні відомо по всьому світу, що салат з помідорами, oliвами і цибулею відноситься до середземноморської дієти. Таким чином, знаходження відмінності серед грецького або ізраїльського салату може бути важким завданням навіть для людини. Те, як інгредієнти нарізані і поміщені на тарілку, може бути провідним для відмінності. Однак пропонується система дає прийнятні результати та дає змогу розпізнати основні зображення, які типові для визначеної області.

Розпізнавання образів і класифікація. Суть полягає в розпізнаванні вхідного образу (символів тексту, зображення, мовних сигналів і т.д.) і вказанні його приналежності до певного класу. Під час навчання нейронної мережі на вхід їй подають вектор значень ознак образу із вказанням його класу. Після навчання їй можна пред'являти невідомі раніше образи й одержувати відповідь про приналежність до певного класу. У такого роду задачах встановлюється відповідність між вихідним шаром штучної нейронної мережі і класом, який він представляє.

Здатність нейронних мереж до пророкування результатів обумовлена узагальненням і виділенням загальних залежностей між вхідними й вихідними даними. Після навчання мережа здатна передбачити майбутнє значення деякої послідовності, ґрунтуючись на її попередніх змінах. Для того, щоб штучна нейронна мережа могла дати максимально точну відповідь, необхідно навчати її на даних, у яких дійсно прослідковується якась залежність. А якщо ні, то прогнозування, найімовірніше, не дасть ніяких результатів.

Входи з'єднані із гніздом нейрона  $S$  за допомогою синаптичних зв'язків. Кожний синапс має свою вагу, при передачі в гніздо нейрона вхідного параметра він відповідно множиться на вагу, тобто  $x_i * w_i$ . Стан нейрона  $S$  визначається формулою:

$$S = \sum_{i=1}^N x_i * w_i \quad (1)$$

Вихід нейрона є функція його стану  $y=f(S)$ .

Початкові експерименти використовували більш сучасні оптимізатори, такі як Adam і AdaDelta, разом з більш високими показниками навчання. Певний час були нижче 80% точності, перш ніж вирішили слідувати літературі більш уважно і використовувати стохастичний градієнтний спуск (SGD) з швидким зниженням графіку навчання. Коли шукаємо через багатовизначну поверхню, іноді навчання відбувається повільніше та проходить довгий шлях.

Через деяку нестабільність з багатопроцесним кодом іноді потрібно перезапустити ноутбук, завантажити останню модель, потім продовжити навчання.

### Перелік посилань

1. Ciresan D.C., Meier U., Gambardella L.M., Schmidhuber J. Deep, Big, Simple Neural Nets for Handwritten Digit Recognition // Neural Computation. 2010. Vol. 22, No. 12. P. 3207–3220.
2. He K., Zhang X., Ren S., та інші Deep Residual Learning for Image Recognition // 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (Las Vegas, NV, USA, 27–30 June 2016), 2016. P. 770–778.
3. P'erez-Ortiz J.A., Gers F.A., Eck D., та інші Kalman Filters Improve LSTM Network Performance in Problems Unsolvable by Traditional Recurrent Nets // Neural Networks. 2003. Vol. 16, No. 2. P. 241–250.

УДК 004

Шевчук О. О.

*Хмельницький національний університет*

## **МОБІЛЬНИЙ ДОДАТОК ДЛЯ ВИБОРУ КОЛЬОРУ НИТОК ДЛЯ ВИШИВАННЯ ХРЕСТИКОМ**

*У роботі розглядаються різні підходи до виділення об'єктів на зображенні з метою подальшого порівняння. Проводиться порівняння, оцінка складності реалізації алгоритмів і ресурсоемності обчислень.*

*The article discusses various approaches to the selection of objects in the image for the purpose of further recognition. Comparison, evaluation of the complexity of the implementation of algorithms and computational resource consumption are made.*

Іноді майстрині з вишивання хрестиком стикаються з проблемою нестачі ниток в процесі вишивання. Її вирішення є достатньо простим за умови, якщо відоме позначення кольору та, бажано, виробник. Але є ситуації, коли нитки не мають позначення кольору або воно загубилося з часом. У такому випадку складно на око підібрати нитки такого самого кольору. А будь-яка відмінність у відтінках може зіпсувати усю вишивку.

Значно полегшити вирішення даного питання може використання сучасних технологій, адже вони дають можливість порівнювати кольори точніше за людське око. Для порівняння, за допомогою приладів око може розрізнити до 13 тисяч відтінків і близько 200 тонів без них.

Безпосередньо для роботи з кольором існує багато програмних засобів для різних галузей, потреб та на різні пристрої. Проте, їх недоречно буде використовувати для порівняння кольорів ниток з декількох причин: по-перше, вони направлені на роботу з іншими текстурами, по-друге, вони не враховують наявність етикетки на мотку, по-третє, зручніше використовувати саме мобільний додаток, адже смартфон доступніший та зручніший у повсякденному використанні та за будь-яких обставин аніж, наприклад, комп'ютер.

Виділення контурів зображень - визначення в теорії обробки зображення і комп'ютерного зору, частково з області пошуку об'єктів і виділення об'єктів, ґрунтується на алгоритмах, які виділяють точки цифрового зображення, в яких різко змінюється яскравість або є інші види неоднорідностей [1].

Питання, пов'язані з розпізнаванням об'єктів, можуть вирішуватися в різних галузях сучасного світу. Також вони можуть відрізнятися по рівню точності та складності. Використовуються різноманітні алгоритми при вирішенні задач розпізнавання об'єктів, серед яких можна виділити: порівняння з еталоном, дескриптори локальних особливостей, алгоритм ВіюліДжонса, нейронні мережі і т. д.

Виділення меж (виділення країв) - термін в теорії обробки зображення і комп'ютерного зору, частково з області пошуку об'єктів і виділення об'єктів, - ґрунтується на алгоритмах, що дозволяють виділяти точки цифрового зображення, в яких різко змінюється яскравість або є інші види неоднорідностей[2].

Основною метою виявлення різких змін яскравості зображення є фіксація важливих подій і змін світу.

В ідеальному випадку результатом виділення кордонів є набір пов'язаних кривих, що позначають межі об'єктів, граней і відбитків на поверхні, а також криві, які відображають зміни положення поверхонь. Таким чином, застосування фільтра виділення кордонів до зображення може істотно зменшити кількість оброблюваних даних, через те що відфільтрована частина зображення вважається менш значущою, а найбільш важливі структурні властивості зображення зберігаються[2].

Один із способів розпізнавання ґрунтується на сегментації зображення. Алгоритми сегментації чутливі до шумів і імпульсним викидів, що може негативно вплинути на кінцевий результат.

Такий підхід дозволяє досить точно виділити цільову область, яка практично не вимагає подальшої апроксимації. Однак, зображення обробляється в кілька етапів і це вимагає багато ресурсів[3].

Ще один спосіб ґрунтується на виявленні характерних точок на зображенні. Як правило, виявлення характерних точок включає наступні основні етапи:

1. Отримання нормалізованого напівтонового зображення;
2. Пошук досліджуваних областей;
4. Виділення країв на досліджуваній області (методи Собеля, Лапласа, Кані і т.д.);
5. Перетворення даної ділянки в монохромне зображення;
6. Аналіз отриманого монохромного і напівтонового зображення в досліджуваній області.

Цей спосіб важкий для його виконання на мобільному пристрої. До того ж, метод Собеля сильно чутливий до імпульсних шумів, тому рекомендується застосовувати метод Кані, а це додаткові витрати ресурсів[3].

Також існує метод розпізнавання об'єктів під назвою «Чарівна паличка». Ідея цього підходу полягає в наступному: користувач вказує точку на зображенні, а «Чарівна паличка» знаходить всі пікселі навколо цієї точки, схожі за кольором і виділяє їх.

Алгоритм визначення потрібних пікселів є алгоритмом зафарбовування замкнених областей. Основна ідея полягає в отриманні вихідної точки (стартової) і аналізі сусідніх точок з 4-зв'язкової області на предмет схожості (кольору або яскравості). Якщо точка задовольняють умові, то збираємо її в масці.

Перевагами цього підходу є його простота і малі вимоги до ресурсів, так як не треба обробляти всі зображення кілька разів, а тільки частину і один раз. Головною особливістю є інтерактивність алгоритму. Інтерактивність на мобільних пристроях здійснюється за допомогою дотиків до екрану, «тапів», як способу введення, в той час як на стаціонарних комп'ютерах використовується мишка і клавіатура. У зв'язку з цим інструмент «чарівна паличка» ідеально підходить для смартфонів і планшетів [3].

В результаті проведеного дослідження, були розглянуті різні підходи до виділення об'єктів на зображенні. Виходячи з вимог поставленого завдання і результатів дослідження, для подальшої роботи був обраний підхід «чарівна паличка», так як він найбільш простий в реалізації і найменш вимогливий до ресурсів пристрою.

### Перелік посилань

1. Фролов І.О. Дослідження і розробка алгоритмів визначення меж об'єктів на зашумлених зображеннях. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://masters.donntu.org/2018/fknt/frolov/diss/indexu.htm>
2. Баранов Н. П., Сивов А. А. Выделение контуров на изображениях в ОС Android / Н. П. Баранов, А. А. Сивов // Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова – 2015.– С.29.
3. Папуловская Н.В., Лобачев Е.В., Югфельд И.Д. Анализ подходов к выделению объектов на изображении для Android приложения // Теоретические и прикладные аспекты современной науки – 2015.

УДК 004.4

Шпак О. О., Богданов А. Р., Сова О. Я.

*Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації ім. Героїв Крут*

## **МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ЛОГУВАННЯ ПОДІЙ У МЕРЕЖЕВІЙ ІНФРАСТРУКТУРІ НА ОСНОВІ СТЕКУ ELK+КАФКА**

*У роботі висвітлено роботу сервісів та спосіб застосування ELK стеку, а саме Elasticsearch, Logstash, Kibana, Filebeat, крос-платформної черги повідомлень Apache Kafka, серверу збору логів із мережевого обладнання syslog-ng. Проаналізовані вимоги побудови інформаційних систем, згідно стандартів НАТО, а саме Federated Mission Networking (FMN), C3 Таксоному, відкритих стандартів RFC (Request for Comments). Запропоновано модель системи логування на основі стеку ELK+КАФКА, обґрунтовано її архітектуру, сервіси, принцип роботи та місце у мережевій інфраструктурі.*

*The work describes the services and how to use the ELK stack, namely Elasticsearch, Logstash, Kibana, Filebeat, the Apache Kafka cross-platform message queue, the syslog-ng logging server. Analyzed the requirements for building information systems according to NATO standards, such as Federated Mission Networking (FMN), C3 Taxonomy, RFC standards (Request for Comments). Proposed the ELK + KAFKA stack logging system model, its architecture, services, working principle and place in the network infrastructure are substantiated.*

У сучасних мережах, із великою кількістю мережевого та серверного обладнання постає питання автоматизованого налаштування систем, що спростить роботу адміністратора у підтриманні належного стану та безпеки пристроїв, а також у моніторингу їх роботи. Окрім цього, у зв'язку з активним впровадженням стандартів НАТО на підставі законів України, указів РНБО, Кабінету Міністрів, Президента України, постає завдання розробляти програмні продукти згідно з вимогами відкритих стандартів RFC (Request For Comments), FMN (Federated Mission Networking) та на основі C3 Таксоному для досягнення сумісності у роботі інфраструктури та взаємодії членів об'єднаних місій.

Для моніторингу помилок, зауважень, сигналів небезпеки, аутентифікації та авторизації на мережеве та серверне обладнання, дій, вчинених з пристроями як авторизованими так і неавторизованими користувачами, необхідна система, яка буде візуалізувати ці події на основі проаналізованих та відфільтрованих даних. З цією метою використовуються лог-повідомлення, які, на етапі створення, складаються з великої кількості полів, структура і формат яких не забезпечує можливість швидкого та якісного аналізу інформації. Із зростанням кількості повідомлень у мережі, з'являється потреба у їх фільтрації, яка здійснюється з метою

відслідковування інформації, що є менш важливою в рамках моніторингу. Надалі, повідомлення повинні бути збережені, для чого доцільно використати індексні розподілені сховища, які забезпечують можливість гнучкого пошуку за окремим символами.

Сьогодні, для аналізу подій в інформаційно-телекомунікаційних мережах використовується система моніторингу стану мережі *Zabbix*, яка отримує інформацію за допомогою *SNMP*-протоколу. Він передає дані про стан мережевих пристроїв, проте, не дає можливості здійснювати обробку інформації, наприклад, швидко знайти необхідне повідомлення на основі окремих символів. *Zabbix* працює з метриками, які представлені в неструктурованому вигляді, через що є неінформативними, хоча надають уяву про те, які процеси відбуваються у мережі. При роботі з даними *Zabbix* не дає можливості архівувати інформацію за визначений період і це не дозволяє керувати об'ємами даних у сховищі.

У ході проведеного дослідження, з урахуванням вищезазначених недоліків, запропоновано систему на основі *open-source* стеку продуктів *ELK+KAFKA*, до якої входять: *Syslog-ng* сервер та сервіси *Apache Kafka*, *Filebeat*, *Logstash*, *Elasticsearch*, *Kibana*.

На рис. 1 зображено архітектуру запропонованої моделі системи логуювання. Вона складається з таких сервісів: *Syslog-ng*, *Apache Kafka*, *Logstash*, *Elasticsearch*, *Kibana*, *Filebeat*.

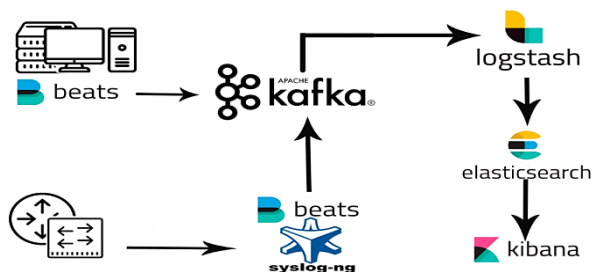


Рисунок 1 – Архітектура моделі системи логуювання

*Syslog-ng* отримує повідомлення з мережевих пристроїв та серверного обладнання, працюючи за *UDP* та *TCP* протоколами. *Filebeat* зчитує повідомлення із *syslog-ng* серверу, ПК, віртуальних машин і транспортує дані до *Apache Kafka* – сервісу, який виступає буфером збору повідомлень, що може працювати з великими масивами даних. *Kafka* дозволяє сортувати дані за категоріями, наприклад, кожне повідомлення буде записуватися до різних розділів в залежності від його важливості. Це забезпечує структурування даних та готує їх для подальшої обробки. Із *Kafka* повідомлення зчитує *Logstash*, який виступає у ролі фільтру для

повідомлень та сервісу, що пересилає дані до сховища даних. На цьому етапі, менш важлива інформація відсіюється та при потребі зміст повідомлення розбивається на окремі слова за допомогою фільтрів. *Logstash* передає дані до розподіленого індексного сховища даних *Elasticsearch*, перевагами якого є швидкодія, відмовостійкість, розподіленість, масштабованість. Сховище надає унікальний код кожному символу у повідомленні, що дозволяє здійснювати гнучкий пошук серед великих масивів даних. *Kibana* як кінцевий сервіс візуалізує проаналізовані і відфільтровані дані та дозволяє будувати графіки і діаграми з різними значеннями та відповідно до часу отримання повідомлення, що дає змогу краще виявляти проблеми у мережевій інфраструктурі. У якості захисту каналів передачі інформації використовується *TLS/SSL* протоколи.

Отже, запропонована система логування подій в мережевій інфраструктурі на основі стеку *ELK+KAFKA*, а саме практичне застосування продемонструвало високу швидкодію системи та значне скорочення часу виявлення подій в мережі. Гнучкість, відносно просте налаштування системи, зручність візуального інтерфейсу, відсутність грошових витрат на ПЗ робить запропоновану модель ефективним рішенням для автоматизації процесу пошуку неполадок у мережевій інфраструктурі.

### Перелік посилань

1. Candidate FMN Spiral3 SIP for S
2. Lori MacRae C3 Taxonomy baseline(2019) // Norfolk, Virginia, 2019
3. Saurabh Chhajet Learning ELK Stack Build, mesmerizing, visualizations, analytics and logs from your data using Elasticsearch, Logstash and Kibana, 2015





# **АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК 2020**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

*Комп'ютерна верстка: Мазурець О.В.*

Підписано до друку 12.11.2020.  
Версія друку «APKN-2020 CorpusPaper v3mod7».

Е-mail: [apkt.khnu@gmail.com](mailto:apkt.khnu@gmail.com)  
ХНУ. м. Хмельницький, вул. Інститутська, 11.