



Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених та студентів «Інженерія програмного забезпечення і передові інформаційні технології (SoftTech-2023)» присвяченої 125-й річниці КПІ ім. Ігоря Сікорського



2021



19-21 грудня  
Україна, Київ

ISSN 2306-7233 (Online)

ISSN 2306-6962 (Print)

## **М А Т Е Р І А Л И**

### **V Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених та студентів «ІНЖЕНЕРІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ І ПЕРЕДОВІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ (SOFT TECH-2023)» 19-21 грудня 2023 року, м.Київ**

**Інженерія програмного забезпечення і передові інформаційні технології (Soft Tech-2023):** матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених та студентів, 19-21 грудня 2023 року, м. Київ, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», ФІОТ, 399 с.

Збірник містить тези доповідей, що були представлені на міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених та студентів «Інженерія програмного забезпечення і передові інформаційні технології (SoftTech-2023)», присвяченій 125-й річниці КПІ ім. Ігоря Сікорського. В доповідях розглянуті сучасні наукові та практичні проблеми інформатики та програмної інженерії.

*Матеріали подано в авторській редакції*

#### **Редакційна колегія**

Баклан І.В., доц., к.т.н., доц. кафедри інформатики та програмної інженерії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Муравйова І.М., інженер I категорії кафедри інформатики та програмної інженерії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

#### **Дизайн обкладинки**

Майер З.О., провідний інженер кафедри інформатики та програмної інженерії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

## СКЛАД ПРОГРАМНОГО КОМІТЕТУ

### *Голови:*

**д.т.н., проф. Корнага Я.І.** – декан факультету інформатики та обчислювальної техніки;

**д.т.н., проф. Жаріков Е.В.** – завідувач кафедри інформатики та програмної інженерії.

### *Члени програмного комітету:*

**Ph.D. in CS, Professor Бенджамін Рід**, Університет Сан-Хосе, США (за згодою);

**DSc in CS**, проф. Zbigniew Kokosiński, кафедра автоматики та комп'ютерних наук, Краківська політехніка імені Тадеуша Костюшка, Польща (за згодою);

**д.т.н., професор Вольтер Клаус-Юрген** – директор Інституту технологій комплектації та з'єднання електроніки; заступник директора Фраунгофер інституту керамічних технологій і систем ІКТС діагностики матеріалів МД (ІКТС-МД), Технічний університет Дрездена, м. Дрезден, Німеччина (за згодою);

**д.т.н., професор Любомир Ванков Димитров** – декан машинобудівного факультету, Технічний університет, м.Софія, Болгарія (за згодою);

**Леонід Кун** – CEO at Abona Deutschland GmbH, м. Брухзаль, Німеччина (за згодою);

**д.т.н., професор Снитюк В.Є.** – декан факультету інформаційних технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка (за згодою);

**д.т.н., професор Купін А.І.** – завідувач кафедри комп'ютерних систем та мереж, Криворізький національний університет (за згодою);

**д.т.н., професор Чалий С.Ф.** – професор кафедри інформаційних управляючих систем, Харківський національний університет радіоелектроніки (за згодою);

**д.т.н., професор Гнатушенко В.В.** – професор кафедри інформаційних систем та технологій, Національна металургійна академія України (за згодою);

**д.т.н., професор Бабічєв С.А.** – професор кафедри фізики та методики її навчання, Херсонський державний університет (за згодою);

**д.т.н., професор Литвиненко В.І.** – завідувач кафедри інформатики і комп'ютерних наук, Херсонський національний технічний університет (за згодою);

**д.т.н., професор Рудакова Г.В.** – професор кафедри автоматизації, робототехніки і мехатроніки, Херсонський національний технічний університет (за згодою);

**д.т.н., проф. Теленик С.Ф.** – професор кафедри інформаційних систем та технологій;

**д.т.н., професор Павлов О.А.** – заслужений діяч науки та техніки України, академік АН вищої школи України, професор кафедри інформатики та програмної інженерії;

**д.т.н., професор Стеценко І.В.** – професор кафедри інформатики та програмної інженерії;

**д.т.н., професор Сидоров М.О.** – професор кафедри інформатики та програмної інженерії;

**к.т.н., доцент Фіногенов О.Д.** – доцент кафедри інформатики та програмної інженерії;

**к.т.н., доцент Лісовиченко О.І.** – доцент кафедри інформатики та програмної інженерії;

**к.т.н., доцент Ліхоузова Т.А.** – доцент кафедри інформатики та програмної інженерії;

**к.т.н., доцент Поперешняк С.В.** – доцент кафедри інформатики та програмної інженерії;

**к.т.н., доцент Полупан Ю.В.** – доцент кафедри інформатики та програмної інженерії.

## СКЛАД ОРГАНІЗАЦІЙНОГО КОМІТЕТУ

### *Голова:*

**д.т.н., проф. Жаріков Е.В.** – завідувач кафедри інформатики та програмної інженерії.

### *Члени організаційного комітету:*

**к.т.н. Лішук К.І.** – доцент кафедри інформатики та програмної інженерії;

**к.т.н. Олійник Ю.О.** – доцент кафедри інформатики та програмної інженерії;

**к.т.н., доцент Баклан І.В.** – доцент кафедри інформатики та програмної інженерії;

**к.т.н., доцент Гавриленко О.В.** – доцент кафедри інформаційних систем та технологій;

**к.т.н., доцент Іванова Л.М.** – доцент кафедри інформатики та програмної інженерії;

**к.т.н., доцент Крамар Ю.М.** – доцент кафедри інформатики та програмної інженерії;

**к.е.н. Родіонов П.Ю.** – доцент кафедри інформатики та програмної інженерії;

**Халус О.А.** – ст. викл. кафедри інформатики та програмної інженерії;

**Марченко О.І.** – ст. викл. кафедри інформатики та програмної інженерії;

**Ковтунець О.В.** – ст. викл. кафедри інформатики та програмної інженерії;

**Вітковська І.І.** – ст. викл. кафедри інформатики та програмної інженерії;

**Очеретяний О.К.** – асистент кафедри інформатики та програмної інженерії;

**Лукутін О.В.** – ст. викл. кафедри інформатики та програмної інженерії.

## ЗМІСТ

<i>Амарбеєв Артем Дмитрович, Богданова Наталія Володимирівна</i> ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОБЛІКУ БЕЗПРИТУЛЬНИХ ТВАРИН.....	13
<i>Ахаладзе Ілля Елдарійович, Лісовиченко Олег Іванович</i> ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ КОМУНІКАЦІЇ В УМОВАХ ВТРАТИ ЗВ'ЯЗКУ З AZURE IOT HUB.....	17
<i>Ахаладзе Антон Елдарійович, Лісовиченко Олег Іванович</i> ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ВТРАТИ КОНТРОЛЮ НАД ДРОНОМ.....	22
<i>Барнич Мар'ян Богданович, Гнатчук Єлизавета Геннадіївна</i> ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАХИСТУ ПЕРСОНАЛЬНИХ ДАНИХ ПРИ ОБРОБЦІ ТА ПЕРЕДАВАННІ В ІТ-ІНФРАСТРУКТУРІ ОРГАНІЗАЦІЇ.....	26
<i>Бернатович Анатолій Олександрович, Стеценко Інна Вячеславівна</i> МОДУЛЬНИЙ ФІЗИЧНИЙ РУШІЙ.....	29
<i>Бистрицький Артем Ігорович, Гавриленко Олена Валеріївна</i> ОГЛЯД БЕЗКОШТОВНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПОШУКУ ПЛАГІАТУ В ТЕКСТАХ.....	32
<i>Богун Данійл Олександрович, Зубик Людмила Володимирівна,</i> ЕКОСИСТЕМА РОЗУМНИХ МІСТ: ІНТЕГРАЦІЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ, ІНТЕРНЕТУ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ.....	36
<i>Борисик Владислав Тарасович, Зубик Людмила Володимирівна</i> РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ПОШУКУ ТА ЗБЕРІГАННЯ ВІРШІВ.....	38
<i>Борисов Сергій Дмитрович, Халус Олена Андріївна</i> МОБІЛЬНИЙ ЗАСТОСУНОК ДЛЯ ВИВЧЕННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОЛІНГВІСТИЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ФРЕЙМВОРКУ NATURAL LANGUAGE ДЛЯ IOS.....	41
<i>Бурков Антон Олексійович, Писаренко Андрій Володимирович</i> ЗАДАЧА НАВІГАЦІЇ РОЮ ДРОНІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕВІДОМОГО СЕРЕДОВИЩА.....	45
<i>Буяло Дмитро Олександрович, Зубик Людмила Володимирівна</i> СТВОРЕННЯ ВЕБ-ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ З ПРОГРАМУВАННЯ З ФУНКЦІЯМИ ВЕРИФІКАЦІЇ ТА ЗАПОБІГАННЯ ПЛАГІАТУ.....	48
<i>Варварчук Владислав Вадимович, Шибасва Наталя Олегівна</i> ІННОВАЦІЇ В ГАЛУЗІ ВІРТУАЛЬНОЇ ТА ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ.....	50
<i>Венделовський Іван Сергійович, Халус Олена Андріївна</i> ФРЕЙМВОРК ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ВИТРАТ НА УТРИМАННЯ JAVA WEB СЕРВЕРІВ.....	53

<b>Войтко Анатолій Сергійович, Стеценко Інна Вячеславівна</b> МОДУЛЬ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО ВИЯВЛЕННЯ ТА РЕАКЦІЇ НА КРИЗОВІ СИТУАЦІЇ.....	57
<b>Гапон Максим Олегович, Шимкович Володимир Миколайович</b> ШВИДКІСНІ АЛГОРИТМИ ОПТИЧНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ В НИЗЬКОКОНТРАСТНИХ СЕРЕДОВИЩАХ З УРАХУВАННЯМ КОНТЕКСТ.....	61
<b>Гідзун Денис Володимирович, Орленко Сергій Петрович</b> ЗАСТОСУВАННЯ АЛГОРИТМУ ДЕЛОНЕ ТА МІНІМАЛЬНОГО КІСТЯКОВОГО ДЕРЕВА ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ 3D РІВНІВ.....	64
<b>Глеб Владислав Юрійович, Тарасенко-Клятченко Оксана Володимирівна</b> ПЕРЕДАЧА ІНФОРМАЦІЇ, ЗАХИЩЕНОЇ ЗА ДОПОМОГОЮ АСИМЕТРИЧНИХ АЛГОРИТМІВ ШИФРУВАННЯ.....	67
<b>Годік Тимофій Максимович, Сирота Олена Петрівна</b> АРХІТЕКТУРНЕ РІШЕННЯ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ МАСШТАБОВАНOSTI МОНОЛІТНИХ СИСТЕМ.....	70
<b>Гребенник Андрій Дмитрович, Шibaєва Наталя Олегівна</b> ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МАЙБУТНЬОГО МАШИННОГО НАВЧАННЯ: ВИРІШЕННЯ ПИТАНЬ КОНФІДЕНЦІЙНОСТІ, НАДІЙНОСТІ ТА ЕТИЧНИХ ПРОБЛЕМ.....	76
<b>Грицишин Дмитро Олександрович, Крамар Юлія Михайлівна</b> МЕТОД ТА ЗАСІБ ПОБУДОВИ ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ДОМЕННО-НЕЗАЛЕЖНОЇ ОБРОБКИ КЛІЄНТСЬКИХ ПОДІЙ.....	80
<b>Гром Андрій Олегович, Голубєв Леонтій Петрович</b> ВЕБ-ЗАСТОСУНОК ДЛЯ СПРОЩЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ З ПЛАТФОРМАМИ УПРАВЛІННЯ ТА РОЗРОБКИ ПРОЄКТІВ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ.....	84
<b>Давиденко Андрій Миколайович</b> СТВОРЕННЯ ВЕБ-БАЗОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА ГРУПОВОГО РОЗПОДІЛЕНОГО РЕДАГУВАННЯ ПРОГРАМ.....	89
<b>Данилюк Юрій Сергійович, Жураковська Оксана Сергіївна</b> ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ЧОТИРИВИМІРНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ МЕТОДУ МАРШУВАННЯ ПРОМЕНІВ .....	93
<b>Дацьо Іван Іванович, Зубик Людмила Володимирівна</b> РОЗРОБКА ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ВЕБ-ЗАСТОСУНКІВ ДЛЯ ОНЛАЙН БІБЛІОТЕКИ КОМІКСІВ.....	97
<b>Дзівідзінська Мар'яна Іванівна, Фіногенов Олексій Дмитрович</b> ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ КАТАЛОГУ ДОВІДНИКІВ.....	99
<b>Діордійчук Олег Олександрович, Олійник Юрій Олександрович</b> ПРОГРАМНЕ ТА МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДПISУ, ДОСТАВКИ І ОБРОБКИ ДОКУМЕНТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕРЕЖІ БЛОКЧЕЙН.....	103

<b>Дубовик Андрій Павлович, Фіногенов Олексій Дмитрович</b> ГЕНЕРАЦІЯ ТЕСТІВ GUI ANDROID-ДОДАТКІВ: АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ТА ВИКЛИКИ ДЕКЛАРАТИВНОЇ ПАРАДИГМИ.....	108
<b>Жердій Павло Олександрович, Ліхоузова Тетяна Анатоліївна</b> ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ РЕАКТИВНОЇ РОБОТИ З МЕРЕЖЕЮ НА ПЛАТФОРМАХ IOS ТА MACOS.....	114
<b>Житкевич Олександр Болеславович, Поперешняк Світлана Володимирівна</b> СИСТЕМА МОНІТОРИНГ РУХУ ОБ'ЄКТІВ ЗАСОБАМИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ.....	117
<b>Жуковець Віталій Сергійович, Прокон Юлія Віталіївна</b> ВПЛИВ ПАРАЛЕЛЬНИХ ТА РОЗПОДІЛЕНИХ ОБЧИСЛЕНЬ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ .....	121
<b>Жнакін Володимир Володимирович, Жаріков Едуард В'ячеславович</b> РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ ПОКРАЩЕНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО АЛГОРИТМУ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНОГО РУХУ.....	128
<b>Захарченко Анна Олександрівна, Антипенко Вікторія Петрівна</b> WEB-ОРІЄНТОВАНА СИСТЕМА ПІДБОРУ ПОХОДУ В КАРПАТИ.....	132
<b>Зволинська Альона Аркадіївна, Ільїн Олег Юрійович</b> ІННОВАЦІЙНІ КОНЦЕПЦІЇ ПРОГРАМУВАННЯ В СУЧАСНОМУ СВІТІ ....	135
<b>Зібаров Павло Сергійович, Негоденко Олена Василівна</b> РОЗРОБКА СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА СПОВІЩЕННЯ ПРО ПІДОЗРІЛІ ТРАНЗАКЦІЇ НА БАЗІ EVM-БЛОКЧЕЙНІВ.....	137
<b>Іванчиков Олег Іванович, Шibaєва Наталя Олегівна</b> РОБОТОТЕХНІКА: ВПЛИВ НА НАШЕ ЖИТТЯ.....	140
<b>Іващенко Олександр-Данііл Олександрович, Ульяницька Ксенія Олександрівна</b> ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ТА РОЗПОВСЮДЖЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ КУРСІВ.....	144
<b>Ільницький Ростислав Олександрович, Ліщук Катерина Ігорівна</b> АРХІТЕКТУРНЕ РІШЕННЯ ДЛЯ ПОБУДОВИ ГІБРИДНОЇ МУЛЬТИТЕНАНТ АРХІТЕКТУРИ.....	147
<b>Калинюк Богдан Сергійович, Забір'ї Ірина Вікторівна</b> МЕТОДОЛОГІЯ ВИКОРИСТАННЯ АГЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМАХ ВИЯВЛЕННЯ ЗЛОЧИНІВ У БАНКІВСЬКИХ ТРАНЗАКЦІЯХ.....	151
<b>Калита Віктор Олександрович, Галушко Дмитро Олександрович</b> РОЗРАХУНОК ЙМОВІРНОСТІ ПРО НАЯВНІСТЬ ВІЛЬНОГО МІСЦЯ НА ПАРКОВЦІ У МЕЖАХ СИСТЕМИ ПОШУКУ ПАРКОМІСЦЬ.....	155
<b>Карпельова Ірина Олександрівна, Жданова Олена Григорівна</b> ЗАДАЧА МАРШРУТИЗАЦІЇ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ З МОЖЛИВІСТЮ ДОЗАПРАВКИ.....	158
<b>Кемарський Микита Олександрович, Головченко Максим Миколайович, Павлов Олександр Анатолійович</b> МЕТОДИ ТА ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ СКЛАДАННЯ РОЗКЛАДІВ ЗАНЯТЬ У ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ.....	164

<b>Кобченко Владислав Русланович, Шимкович Володимир Миколайович</b> ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ВІДЕО НА YOUTUBE З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ.....	169
<b>Коваленко Владислав Вадимович, Вітковський Данило Олександрович, Теленик Сергій Федорович</b> КОНТЕЙНЕРНА ТЕХНОЛОГІЯ (ОРКЕСТРАТОР) УПРАВЛІННЯ ВИДІЛЕНИМИ ХМАРНИМИ РЕСУРСАМИ.....	173
<b>Коваленко Марія Олександрівна, Зубик Людмила Володимирівна</b> РОЗРОБКА ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ АНАЛІЗУ ПЕРСПЕКТИВ СТАРТАПУ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ.....	178
<b>Колодько Петро Андрійович, Крамар Юлія Михайлівна</b> АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОННОЇ ПУБЛІКАЦІЇ НОВИН.....	180
<b>Король Степан Петрович, Олійник Володимир Валентинович</b> АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД МОДЕЛЕЙ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ.....	184
<b>Кулик Денис Владиславович, Ліщук Катерина Ігорівна</b> АРХІТЕКТУРНЕ РІШЕННЯ МАРКЕТПЛЕЙСУ 3D ДРУКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	189
<b>Куник Юрій Ігорович, Теленик Сергій Федорович</b> ВПРОВАДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ БРОНЮВАННЯ АПАРТАМЕНТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МІКРОСЕРВІСНОЇ АРХІТЕКТУРИ.....	193
<b>Куценко Микита Олександрович, Поперешняк Світлана Володимирівна</b> ЗАСТОСУНОК НАДАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ВИВЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ З ВЕБ-РОЗРОБКИ.....	198
<b>Кучма Артем Борисович, Жаріков Едуард В'ячеславович</b> ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ НАБОРУ ДАНИХ З КІЛЬКОХ ДЖЕРЕЛ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНСТРУКЦІЙ ПРИРОДНОЮ МОВОЮ.....	202
<b>Лавор Максим Андрійович, Гавриленко Олена Валеріївна</b> СИСТЕМА ДЛЯ ПОБУДОВИ МАРШРУТІВ ДОСТАВКИ ТОВАРІВ.....	207
<b>Лещенко Софія Олегівна</b> ПСИХОЛОГІЯ ТА ІТ.....	209
<b>Лічерен Артем Олексійович, Богданова Наталія Володимирівна</b> ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПЕРЕДБАЧУВАНOSTІ ЙМОВІРНОСНИХ РІШЕНЬ У СИСТЕМАХ БЕЗ ЗБЕРЕЖЕННЯ СТАНУ.....	213
<b>Маргарян Таджат Ашотович, Орленко Сергій Петрович</b> ЗАСТОСУВАННЯ ГРАФОВИХ БАЗ ДАНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЛЮДСЬКИМИ РЕСУРСАМИ.....	216
<b>Марценюк Кирило Анатолійович, Коган Алла Вікторівна</b> DATA PROCESSING SCHEME FOR DETECTING FAKE NEWS IN TELEGRAM.....	219
<b>Мельник Максим Аркадійович, Трінтіна Наталія Альбертівна,</b> ПАРАЛЕЛЬНЕ ОБРОБЛЕННЯ ЗАПИТІВ У ВЕБ-СЕРВЕРІ: ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ВЕБ-СЕРВІСІВ.....	224



<b>Мінін Павло Андрійович, Букасов Максим Михайлович</b> АВТОМАТИЗАЦІЯ АНАЛІЗУ ПОРТФЕЛЬНИХ КРЕДИТНИХ РИЗИКІВ БАНКУ.....	227
<b>Мягкий Михайло Юрійович, Гавриленко Олена Валеріївна</b> СПІЛЬНОТИ ТА ГРУПИ В СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ ЯК ФАКТОР ВПЛИВУ НА КУРСИ КРИПТОВАЛЮТ.....	232
<b>Об'єдкова Діана Дмитрівна, Ліхоузова Тетяна Анатоліївна</b> АЛГОРИТМ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИЗНАЧЕННЯ РОЗТАШУВАННЯ ТА МАРШРУТУВАННЯ ДО МІСЦЬ НАДАННЯ ДОПОМОГИ.....	238
<b>Омельченко Євгеній Олександрович, Антипенко Вікторія Петрівна</b> МОБІЛЬНИЙ ДОДАТОК АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВЛЕННЯ ДО ОТРИМАННЯ ВОДІЙСЬКОГО ПОСВІДЧЕННЯ.....	243
<b>Онофрійчук Анна Вікторівна, Ліщук Катерина Ігорівна</b> МАТЕМАТИЧНЕ ТА АЛГОРИТМІЧНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЧАСТОТИ СЕРЦЕВИХ СКОРОЧЕНЬ НА ОСНОВІ ВІДЕОЗАПИСУ ОБЛИЧЧЯ.....	246
<b>Охочий Ростислав Олександрович, Богданова Наталія Володимирівна</b> ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ДОПОМОГИ У ВОЛОНТЕРСТВІ.....	249
<b>Палеха Богдан Петрович, Павлов Олександр Анатолійович</b> АЛГОРИТМИ БАГАТОЦІЛЬОВОГО ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ.....	252
<b>Панченко Сергій Віталійович, Поперешняк Світлана Володимирівна</b> СТАТИЧНИЙ ПОЛІМОРФІЗМ У МОВІ ПРОГРАМУВАННЯ C++.....	256
<b>Пархоменко Валентин Романович, Баклан Ігор Всеволодович</b> МУЛЬТИАГЕНТНА СИСТЕМА БЕЗПЕРЕБІЙНОГО МОНІТОРИНГУ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ.....	260
<b>Пермяков Євгеній Костянтинович, Фіногенов Олексій Дмитрович</b> МЕТОДИ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОЇ МОДЕРАЦІЇ КОМЕНТАРІВ НА ПЛАТФОРМАХ ПРОВЕДЕННЯ ОНЛАЙН-ТРАНСЛЯЦІЙ.....	266
<b>Петренко Владислав Вікторович, Галушко Дмитро Олександрович</b> НЕЙРОННА РЕКОМЕНДАЦІЙНА СИСТЕМА ГІБРИДНОГО ТИПУ.....	269
<b>Поночовний Павло Сергійович, Олійник Володимир Валентинович</b> АНАЛІТИЧНИХ ОГЛЯД СПОСОБІВ ЗАСТОСУВАННЯ ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ (LLM) ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ.....	272
<b>Поспелова Кароліна Ігорівна, Халус Олена Андріївна</b> ПОЄДНАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧЧЯ ТА БЛОКЧЕЙНУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ В СИСТЕМАХ КОНТРОЛЮ ДОСТУПУ.....	277

<b><i>Розгон Олександр Олександрович, Іванова Любов Миколаївна</i></b> АНАЛІЗ СУЧАСНИХ АРХІТЕКТУРНИХ ПІДХОДІВ У ПРОГРАМУВАННІ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ЇХ МОДИФІКАЦІЙ НА ПРИКЛАДІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РЕГУЛЮВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ПОСЛУГ.....	281
<b><i>Румянцев Олексій Васильович, Олійник Юрій Олександрович</i></b> МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ РУЙНУВАНЬ НА СУПУТНИКОВИХ ЗНІМКАХ.....	286
<b><i>Савастру Станіслав Вікторович, Стеценко Інна Вячеславівна</i></b> МЕТОДИ ОБРОБКИ ДАНИХ ВІДЕОКАМЕР СПОСТЕРЕЖЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО РУХУ.....	290
<b><i>Савранський Роман Віталійович, Шибаєва Наталя Олегівна</i></b> ХМАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ.....	294
<b><i>Семенюк Андрій Михайлович, Ніколюк Петро Карпович</i></b> ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ПРОПОЗИЦІЙ РЕАБІЛІТАЦІЙНИХ ПОСЛУГАХ.....	296
<b><i>Синєпольський Серафим Віталійович, Зенів Ірина Онуфрїївна</i></b> МОДУЛЬ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ТЕСТУВАННЯ ДОСТУПНОСТІ ВЕБ-ЗАСТОСУНКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ФРЕЙМВОРКУ ДЛЯ НАСКРІЗНОГО ТЕСТУВАННЯ.....	299
<b><i>Смовж Сергій Олександрович, Галушко Дмитро Олександрович</i></b> ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ТА ПЛАНУВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО РАЦІОНУ НА ОСНОВІ ІСТОРІЇ ХВОРОБ.....	302
<b><i>Соболевський Владислав Олександрович, Баклан Ігор Всеволодович</i></b> ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ НАЛАШТУВАННЯ ТА ВИКОНАННЯ ГОЛОСОВИХ КОМАНД В ОПЕРАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ WINDOWS.....	304
<b><i>Сом Марія Олексіївна, Коган Алла Вікторівна</i></b> СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ ТА ЗАПИТАМИ ФОНДУ ДОПОМОГИ ПОСТРАЖДАЛИМ.....	307
<b><i>Супрун Ольга Віталіївна, Жураковська Оксана Сергіївна</i></b> INFORMATION SYSTEM FOR SEARCHING SCIENTIFIC PUBLICATIONS ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ПОШУКУ НАУКОВИХ ПУБЛІКАЦІЙ.....	310
<b><i>Терентьєв Гліб Васильович, Гавриленко Олена Валеріївна</i></b> РЕКОМЕНДАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ФІНАНСОВОГО ПОРТФЕЛЮ.....	314
<b><i>Тімченко Єлізавета Юрїївна, Ролік Олександр Іванович</i></b> CRM СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ДІЯЛЬНОСТІ ТРЕНАЖЕРНОГО ЗАЛУ.....	317
<b><i>Толкунов Іван Сергійович, Гавриленко Олена Валеріївна</i></b> ОГЛЯД МЕТОДІВ РЕФЕРУВАННЯ ТЕКСТУ.....	320
<b><i>Тонкошкур Олег Русланович, Онищенко Вікторія Валеріївна</i></b> ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ПЕРЕКЛАДУ МОВИ ЖЕСТІВ НА УКРАЇНСЬКУ МОВУ.....	324

<i>Троцюк Павло Сергійович, Дрозд Валерія Валеріївна, Головченко Максим Миколайович, Павлов Олександр Анатолійович</i>	
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СТАТИСТИЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДУ ПОБУДОВИ БАГАТОВИМІРНОЇ ЛІНІЙНОЇ РЕГРЕСІЇ ЗАДАНОЇ НАДЛИШКОВИМ ОПИСОМ .....	327
<i>Федорченко Віталій Михайлович, Глибовець Микола Миколайович,</i>	
ПРО ІНВЕРСІЮ КОНТРОЛЮ В СУЧАСНИХ .NET8 ДОДАТКАХ.....	333
<i>Фукс Вікторія Ігорівна, Цуркан Анастасія Костянтинівна, Поперешняк Світлана Володимирівна</i>	
НОТНИЙ ГЕНІЙ: МОБІЛЬНИЙ ДОДАТОК З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ РОБОТИ З МУЗИЧНИМИ НОТАМИ.....	337
<i>Хільченко Максим Юрійович, Поперешняк Світлана Володимирівна</i>	
ХМАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ – СЕРВІСИ ДЛЯ ПРОЦЕСІВ АДМІНІСТРУВАННЯ.....	340
<i>Хорольський Марко Володимироч, Попенко Володимир Дмитрович</i>	
РОЗРОБКА ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ДОДАТКУ ДЛЯ БУХГАЛТЕРСЬКОГО ОБЛІКУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ З МЕТОЮ АНАЛІТИКИ ТА КОНСУЛЬТАЦІЇ ДЛЯ ПРИВАТНИХ ПІДПРИЄМЦІВ.....	344
<i>Цуркан Анастасія Костянтинівна, Фукс Вікторія Ігорівна, Поперешняк Світлана Володимирівна</i>	
ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД ДО МУЗИКИ: СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОЇ ОБРОБКИ МУЗИЧНИХ НОТ.....	347
<i>Чернецький Ярослав Сергійович, Ліхоузова Тетяна Анатоліївна</i>	
МЕТОД ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ ВАРТОСТІ КРИПТОВАЛЮТ.....	350
<i>Чудак Ярослав Олексійович, Шibaєв Денис Сергійович</i>	
ЕЛЕКТРОННА ТОРГІВЛЯ: АНАЛІЗ ТЕНДЕНЦІЙ ТА ВПЛИВ НА ЕКОНОМІКУ В СУЧАСНОМУ БІЗНЕСІ.....	354
<i>Чудак Ярослав Олексійович, Шibaєва Наталія Олегівна</i>	
ВІДМОВА В ОБСЛУГОВАННІ (DOS).....	356
<i>Чудак Ярослав Олексійович, Шibaєва Наталія Олегівна</i>	
ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ТА ГЕНЕРАЦІЯ ВІДЕО КОНТЕНТУ.....	358
<i>Шахматов Іван Олександрович, Замрій Ірина Вікторівна</i>	
ТЕХНОЛОГІЯ BLOCKCHAIN ЯК ІНСТРУМЕНТ ПРОТИДІЇ НЕПРАВОМІРНОМУ ВИКОРИСТАННЮ ДОСТУПУ ДО ВЕБ-САЙТІВ.....	360
<i>Шелехов Денис Володимирович, Антипенко Вікторія Петрівна</i>	
МОБІЛЬНИЙ ДОДАТОК АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРЕЗЕНТУВАННЯ НЕРУХОМОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ SNATGPT.....	366
<i>Шерстюк Ігор Олександрович, Голубєв Леонтій Петрович</i>	
АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДУ «КОРЕЛЯЦІЙНА ФІЛЬТРАЦІЯ» ДЛЯ РЕКОМЕНДАЦІЙНИХ СИСТЕМ ІНТЕРНЕТ МАГАЗИНУ.....	369

<b><i>Hrytsaienko Kateryna Yurivna, Oliinyk Yurii Oleksandrovykh</i></b>	
METHODS AND SOFTWARE FOR CLASSIFICATION AND TOPIC MODELING OF MESSENGER AND SOCIAL NETWORK MESSAGES.....	373
<b><i>Laska Illia Olehovych, Sydorov Mykola Oleksandrovykh</i></b>	
TOWARDS A GENERALISED CATALOGUE FORMAT FOR SOFTWARE QUALITY METRICS.....	379
<b><i>Shmatko Maksym, Zhurakovska Oksana</i></b>	
USING THEORY OF SCHEDULING ALGORITHMS FOR TASKS PLANNING AND TIME MANAGEMENT.....	385
<b><i>Volobuiev Nikita Oleksandrovich, Pavlov Oleksandr Anatoliyovych, Holovchenko Maxim Mykolayovych</i></b>	
METHODS AND SOFTWARE FOR PROVIDING SOFTWARE-DEFINED FAR MEMORY IN DISTRIBUTED SYSTEMS.....	388
<b><i>Zinkova Kseniia Viacheslavivna, Kogan Alla Viktorivna</i></b>	
PRIORITIZATION OF VOLUNTEER ASSISTANCE FOR THE INFORMATION SYSTEM OF THE AID FUND IN CASE OF DESTRUCTION OF BUILDINGS IN THE CITY .....	394

*Амарбеєв Артем Дмитрович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Богданова Наталія Володимирівна, кандидат технічних наук,*

*доцент, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОБЛІКУ БЕЗПРИТУЛЬНИХ ТВАРИН**

**Анотація.** Дана робота є актуальною та може стати основою для подальшого вдосконалення та розробки програмного забезпечення для притулків тварин, що допоможе покращити роботу притулків та збереження даних про тварин. У застосунку буде реалізовано систему ідентифікації та відстежування тварин. Електронна картка містить основні дані про тварину, включаючи фото, кличку, вид, стать, породу, масть, тип шерсті, зріст, дату народження, інформацію про стерилізацію, щеплення та інші ветеринарні заходи, а також додаткові файли, наприклад, сканкопії документів. Даний застосунок дозволить використовувати згенерований унікальний QR-код, що надасть персональний номер в базі реєстрації тварин та можливість створити багатофункціональний профіль тварини, де можна зберігати копії документів тварини. QR-код пов'язаний з онлайн-профілем тварини і визначає особу її власника. Після введення даних на веб-сайті тварині присвоюється індивідуальний номер. GPS(Bluetooth) трекер із QR-кодом дозволить власнику в будь-який момент визначити місцезнаходження тварини. Трекер синхронізується з мобільним телефоном або планшетом, передаючи точні координати тварини на мапу в програмі.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** притулки для тварин, програмне забезпечення, електронна картка тварини, автоматизація бізнес-процесів, технології, архітектура, розробка, тестування, інструкція користувача, GPS-трекер, QR-код.

**Abstract.** This work is relevant and can serve as a foundation for further improvement and the development of software for animal shelters, enhancing shelter operations, and preserving data about animals. The application will implement a system for the identification and tracking of animals. The electronic card contains basic information about the animal, including a photo, name, species, gender, breed, color, coat type, height, date of birth, details about sterilization, vaccinations, and other veterinary procedures, as well as additional files, such as scanned copies of documents. This application will enable the use of a uniquely generated QR code, providing a personal identification number in the animal registration database and the ability to create a multifunctional profile for the animal, where copies of the animal's documents can be stored. The QR code is linked to the online profile of the animal, identifying the owner. After entering the data on the website, the animal is assigned an individual number. A GPS (bluetooth) tracker with a QR code allows the owner to determine the animal's location at any time. The tracker synchronizes with a mobile phone or tablet, transmitting the exact coordinates of the animal to the map in the program.

**KEY WORDS:** animal shelters, software, electronic animal card, automation of business processes, technologies, architecture, development, testing, user manual, GPS tracker, QR code.

**Вступ.** Україна входить до десятки країн з найбільшою чисельністю безпритульних тварин. Зокрема, до 24 лютого 2022 року кількість безпритульних тварин в Україні сягала близько 50

тисяч, а зараз ця кількість перевищує 140 тис. тварин. На даний момент функціонує 510 притулків, стерилізаційних центрів та зооволонтерів. Згідно з даними перепису, внаслідок війни в Україні кількість тварин в притулках та на утриманні зооволонтерів стрімко зростає: на 20-30% у тилкових областях, на 60% у зооволонтерів та на 100% і більше у притулках прифронтових областей [1]. Тому задля вирішення даної проблеми пропоную розробку застосунку для притулку тварин, яка є однією з актуальних тем в сфері програмування та інформаційних технологій. Ця робота пов'язана з розробленням програмного забезпечення, яке допоможе підтримувати роботу притулку тварин та забезпечити автоматизовану реєстрацію/перереєстрацію домашніх і безпритульних тварин, а також їхніх власників або опікунів із метою їх обліку. Вихідні дані для розробки застосунку для притулку тварин включають в себе низку вимог та функціональних можливостей. Також в даній роботі реалізується нова можливість використовувати звичайні GPS(Bluetooth) трекери із QR-кодом, що дозволить в будь-який момент визначити місцезнаходження тварини через мобільний пристрій. Також повинні бути забезпечені механізми для відновлення даних та резервного копіювання.

**Основна частина.** Автоматизація процесів в притулку може допомогти встановлювати та зберігати відповідність до законодавства та правил діяльності. Також надасть можливість вести ефективний контроль над фінансовими процесами та збільшити ефективність управління. Також автоматизація допоможе вести контроль за робочим графіком співробітників, розподіляти обов'язки та забезпечити вчасну реакцію на нагальні випадки. В запропонованому застосунку також реалізується система ідентифікації та відстежування тварин. Електронна картка тварини містить таку основну інформацію: зображення тварини, кличка тварини (у разі наявності), вид, стать, порода, масть, тип шерсті, зріст тварини, її дата народження, дані про стерилізацію, щеплення та інші ветеринарні заходи, додаткові файли (наприклад, сканкопії документів, що підтверджують право власності або містять інші відомості про тварину). За результатами створення та внесення відповідних даних до електронної картки на веб-сайті тварині присвоюється індивідуальний номер [2].

QR код - двовимірний штрих-код, що містить задану інформацію, для швидкого доступу до якої, використовується камера мобільного телефону. QR-код дозволяє

зашифрувати необхідну інформацію до 4296 символів (не тільки букви і цифри) в невелику картинку. Зчитуючий пристрій розпізнає стандартний QR-код за трьома квадратними мітками, розташованими по його кутах. Сьогодні, QR-код застосовується практично у всіх сферах послуг і галузях, роблячи передачу інформації кінцевому користувачу максимально простою, швидкою і зручною. Дані, зашифровані в QR-коді, зазвичай направляють вас на веб-сайт, сторінку програми, номер телефону або адресу електронної пошти. Вони заощаджують час і знижують можливість помилки при написанні даних, адже вам не потрібно буде вручну вводити URL. Унікальний QR-код надає персональний номер в базі реєстрації тварин, також дає можливість створити багатофункціональний профіль тварини, де можна зберігати копії документів тварини (наприклад ветеринарних). QR-код пов'язаний з онлайн-профілем тварини і визначає особу її власника. Якщо відсканувати QR-код камерою телефона, то відкривається онлайн профіль тваринки на сайті. Завдяки GPS Bluetooth трекеру з нанесеним на нього QR-кодом, де зберігається інформація про тварину та її власника, можна в будь-який момент

побачити, де знаходиться тварина. Цей пристрій має вбудований передавач сигналу, який синхронізується з мобільним телефоном або планшетом. Після підключення до одного з цих гаджетів GPS Bluetooth трекер антивтрата передає точні координати, що відображаються на мапі в програмі. Для реалізації даного застосунку використовуватиметься генератор QR-кодів, який допоможе швидко та легко створити власний для кожної тварини. Необхідно буде обрати, куди саме QR-код має спрямовувати користувачів – URL-адреса, номер телефону чи e-mail.

Вище наведена Use-case (UML-діаграма), що описує взаємодію користувачів з майбутнім реалізованим проектом. Можемо бачити, що як робітник притулку, так і власник тварини може створювати свій QR-код та наносити його на трекер, також заповнювати електронну картку тварини та звісно ж додавати основну інформацію про кожну тваринку. Більш того, на Use-case діаграмі ми можемо побачити, що будь-яка людина, яка знайде тварину на

вулиці зможе отримати можливість контакту чи з власником тварини, за умови QR-коду на трекері, або ж із будь-яким притулком задля подальшого вирішення питання стосовно безпритульної тварини [3].

Вибір технологій для розробки проекту проведений з урахуванням особливостей діяльності притулків для тварин, вимог до програмного забезпечення та з урахуванням популярності технологій. Було обрано мову програмування C# та базу даних MySQL. Основні алгоритми додатку були розроблені з урахуванням особливостей діяльності притулків для тварин та вимог до програмного забезпечення. Всі ці елементи дозволили забезпечити ефективну та зручну роботу користувачів з програмним забезпеченням. З метою перевірки відповідності програмного забезпечення вимогам та очікуванням користувачів проведені функціональне та модульне тестування. Крім того, буде розроблено інструкцію користувачеві програми, яка міститиме детальну інформацію стосовно роботи додатку та правила користування ним.

**Висновки.** Розроблений застосунок забезпечує автоматизацію бізнес-процесів у даній сфері та збереження даних про тварин, власників тощо. Інструкція користувачеві програми надає зручне та швидко ознайомлення користувачів з функціональністю додатку та його можливостями. Створений застосунок може бути корисним для притулків для тварин та забезпечити їм більш ефективну роботу та збереження даних. GPS Bluetooth трекер із QR-кодом дозволить в будь-який момент визначити місцезнаходження тварини через мобільний пристрій. Перспективою розробки програмного забезпечення для притулків тварин буде можливість створення електронної картки тварини, яка міститиме таку основну інформацію: зображення тварини, кличка тварини (у разі наявності), вид, стать, порода, масть, тип шерсті, зріст тварини, її дата народження, дані про стерилізацію, щеплення та інші ветеринарні заходи, додаткові файли (наприклад, сканкопії документів, що підтверджують право власності або містять інші відомості про тварину). Це дозволить полегшити процедуру усвоєння тварини та забезпечить більшу ефективність процесу повторного розміщення тварин.

Отже, розробка програмного забезпечення для притулків тварин має значний потенціал для подальшого розвитку та вдосконалення, яке може принести користь не тільки притулкам тварин, а й всій громаді любителів тварин.

### Список інформаційних джерел

1. Бездоглядні тварини: як на Заході працюють притулки — n.d. — Режим доступу: <http://urbanua.org/dosvid/zakordonni-pryklady/247>
2. Облік домашніх і безпритульних тварин Києва автоматизовано в «Реєстрі домашніх тварин» із використанням сучасних інформаційних технологій —2019 — Режим доступу: [https://kyivcity.gov.ua/news/oblik\\_domashnikh\\_i\\_bezpritulnikh\\_tvarin\\_kiyeva\\_avtomatizovano\\_v\\_reyestri\\_domashnikh\\_tvarin\\_iz\\_vikoristannyam\\_suchasnikh\\_informatsiynikh\\_tekhnologiy/](https://kyivcity.gov.ua/news/oblik_domashnikh_i_bezpritulnikh_tvarin_kiyeva_avtomatizovano_v_reyestri_domashnikh_tvarin_iz_vikoristannyam_suchasnikh_informatsiynikh_tekhnologiy/)
3. QR-паспорт для тварин — 2023 — Режим доступу: <https://store.animal-id.net/ru/ukraine>



*Ахаладзе Ілля Елдарійович, аспірант*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

**Науковий керівник: Лісовиченко Олег Іванович,**

*к.т.н., доцент кафедри інформатики та програмної інженерії ФІОТ*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ КОМУНІКАЦІЇ В УМОВАХ ВТРАТИ ЗВ'ЯЗКУ З AZURE IOT HUB

**Анотація.** Розглянуто та запропоновано архітектурний підхід та програмні методи для забезпечення стійкого каналу комунікації між членами рою у умовах відсутності зв'язку з керуючим хабою. Запропонований архітектурний підхід та програмні методи дозволяють забезпечити багатоканальний зв'язок між дронами в рою в низько частотному діапазоні. Канал забезпечує гарантовану доставку повідомлень, навіть у разі перешкод або зашумлення.  
**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** дрони, рій, Azure IoT Hub, LoRaWAN.

**Abstract.** An architectural approach and software methods for ensuring a stable communication channel between swarm members in the absence of communication with the control hub are considered and proposed. The proposed architectural approach and software methods make it possible to provide multi-channel communication between drones in a swarm in the low frequency range. The channel ensures guaranteed delivery of messages, even in case of interference or noise.

**KEYWORDS:** Drone Control, Azure, Azure IoT Hub Edge.

**Вступ.** У сучасних системах дистанційного керування дронами використовуються хмарні технології та TCP стек для обміну даними між дронами та оператором. Хмари дозволяють операторам отримувати інформацію про стан дронів, віддавати їм команди та отримувати від них відео та дані телеметрії.

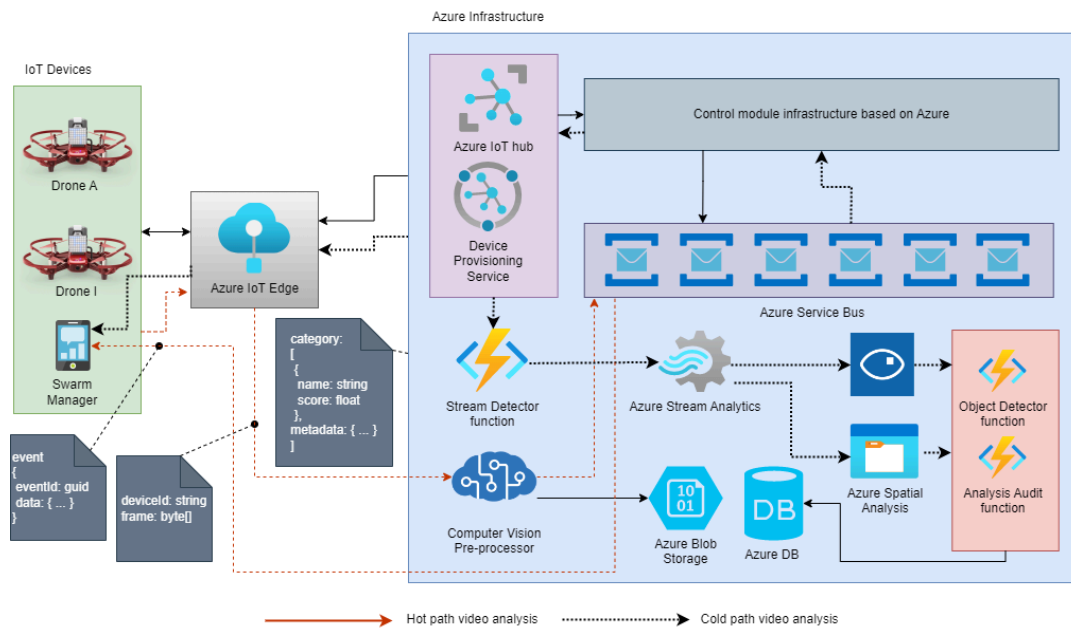


Рисунок 1. Структурна схема керування роєм дронів з використанням Azure IoT Hub

Однак, у разі втрати зв'язку з хмарою, дрони втрачають можливість отримувати команди та відправляти дані. Це може призвести до аварійної ситуації, або до зависання рою, коли рій немає зв'язку з Azure IoT Hub та не може завершити польотне завдання. Проблема втрати зв'язку між дронами та керуючим модулем (Azure IoT Hub), оскільки вона може призвести до аварійних ситуацій. Одним з методів вирішення цієї проблеми є побудова мережі передачі даних між дронами.

На наведеній схемі Azure IoT Hub виступає центральним модулем керування та здійснює обробку відеопотоків кожного члену рою та телеметрії. Аналізуючи вхідний відео потік та дані телеметрії хаб визначає поведінку рою відправляючи команди кожному учаснику. У випадку втрати каналу зв'язку з хабом рій переходить в безконтрольний стан очікування (зависання), що становить загрозу втрати членів рою.

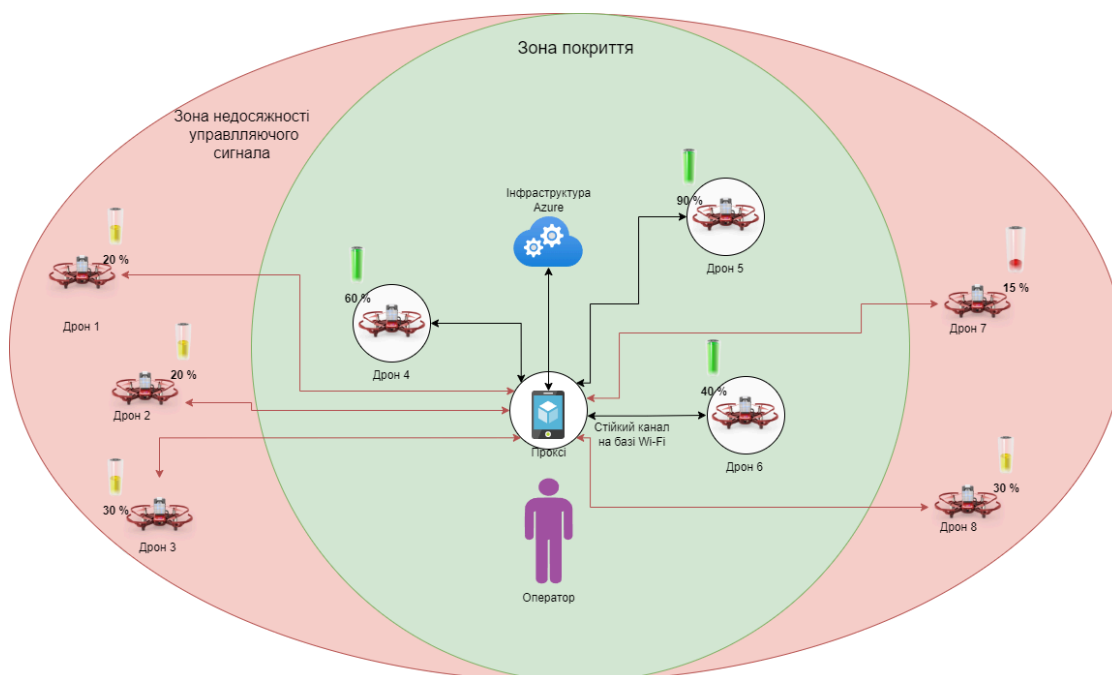


Рисунок 2. Структурна схема зон зв'язку між учасниками рою

**Постановка задачі.** Вирішити проблему комунікації в системі керування дронами у мовах втрати зв'язку з керуючим хабом для збереження контролю над роєм. Запропонований підхід повинен відповідати наступним вимогам:

1. Забезпечення гарантованої передачі інформації на відстань від 5 до 10 км. в залежності від технічних можливостей.

2. Визначення логіки присвоєння ролі комунікатора між керуючим хабом та членами рою.

**Вирішення поставлених задач.** Для вирішення задачі забезпечення гарантованої передачі інформації між

членами рою в системі керування роєм, проаналізуємо існуючі протоколи передачі.



Рисунок 3. Порівняльна схема протоколів передачі даних між учасниками рою

Проаналізувавши відкриті протоколи комунікації в архітектурах IoT, можемо обрати LoRaWAN, оскільки масштабування на швидкість передачі відіграю важливу роль в ситемах керування дронами. Також, LoRaWAN має описаний стандарт, що дозволяє його інтегрувати в систему.

Для забезпечення гарантованої передачі інформації на відстань до 10 км, та створення каналу комунікації між членами рою у умовах відсутності зв'язку з хабом використаємо польотний контролер Pixhawk та інтегруємо модуль передачі прийому даних з підтримкою низько частотного протоколу LoRaWAN [13].

Розробимо алгоритм передачі даних між учасниками рою з двома ролями: комунікатор та виконавець, де кожний учасник рою є виконавцем і в той же час може виступати хабом маршрутизації повідомлень в рою.

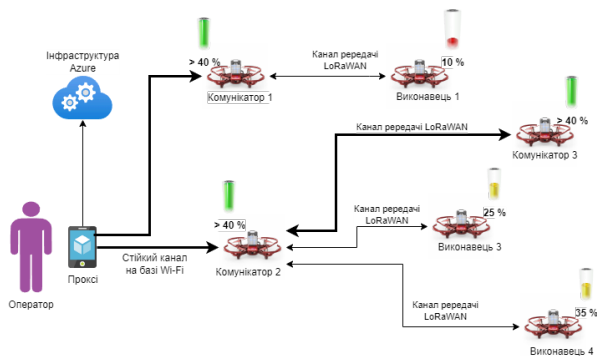


Рисунок 4. Структурна схема передачі даних між учасниками рою

Якщо дрон втрачає зв'язок з Azure IoT Hub через обмежену дальність дії Wi-Fi або мобільного зв'язку, він може використовувати мережу LoRaWAN для передачі даних та команд іншим дронам в рої. Оскільки LoRaWAN має обмеження розміру пакету що передається, відео дані записуються на кожний член рою, не передаючи дані через мережу.

Дані та команди, які отримують інші дрони через LoRaWAN, можуть бути

передані до Azure IoT Hub через дрон, який має активний зв'язок з хабом як показано на рисунку 4. Крім того, члени рою, які виконують роль шлюзу, виконують попередню обробку даних про заряд акумулятора, якщо він наближається до рівня енергії необхідної для повернення дрону (Edge) до місця положення дрон-шлюзу, дрон виконавець отримує команду руху в точку положення дрон-шлюзу.

Можливість присвоєння ролі комунікатора дозволяє розширювати зону покриття та забезпечити необхідну умову, а саме забезпечення гарантованої передачі інформації на відстань від 5 до 10. Маючи можливість передачі інформації використовуючи учасників рою як комунікатор та відповідно до технічних характеристик мережі, а саме діапазон передачі від 2 до 5 км в умовах міста забезпечується покриття відповідного діапазону від 5 до 10 км.

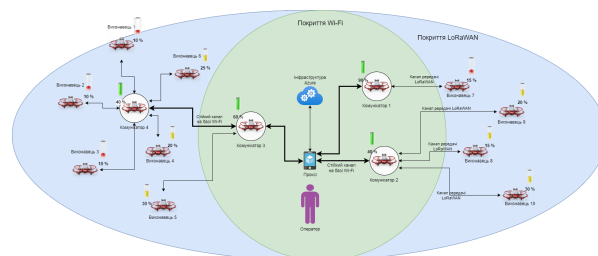


Рисунок 5. Структурна схема керування роєм дронів з використанням Azure IoT Hub та мережею комунікацією дронів між собою

На рисунку 5 зображено структурну схему керування роєм, з чітким розмежуванням зони покриття для учасників рою в зоні Wi-Fi, та розширену зону покриття з розробленим алгоритмом присвоєння ролі комунікатора учаснику рою.

**Висновки.** У сучасних системах дистанційного керування дронами використовуються хмарні технології та TCP стек для обміну даними між дронами та оператором. Хмари дозволяють операторам отримувати інформацію про стан дронів, віддавати їм команди та отримувати від них відео та дані телеметрії. Однак, у разі втрати зв'язку з хмарою, дрони втрачають можливість отримувати команди та відправляти дані. Це може призвести до аварійної ситуації, або до зависання рою, коли рій немає зв'язку з Azure IoT Hub та не може завершити польотне завдання.

Було побудовано канал комунікації в рою дронів з гарантованою доставкою повідомлень, що дає можливість зберігати контроль на роєм дронів навіть при втраті зв'язку з керуючим хабом. Розроблений алгоритм присвоєння ролі комунікатора між керуючим хабом та членами рою дозволяє зберігати функціональні можливості рою дронів. Також, слід відзначити що додатково, перевагою збільшилася площа покриття керуючого сигналу для рою дронів.

Результати досліджень дають можливість зберігати контроль над дронами навіть при втраті зв'язку з керуючим хабом. Розроблена логіка присвоєння ролі комунікатора дозволяє зберігати контроль над усіма учасниками рою дронів за межами WiFi покриття.

### Список інформаційних джерел

1. Ахаладзе І.Е. Підвищення ефективності обробки потокового відео за допомогою використання безсерверних технологій // Адаптивні системи автоматичного управління. 2021. № 39. С.32-40 URL: <http://asac.kpi.ua/article/view/247393>  
<https://doi.org/10.20535/1560-8956.39.2021.247393>
2. Ахаладзе І.Е. Використання безсерверних функцій в алгоритмі розрахунку цільової точки траєкторії при динамічному навантаженні. 2022. № 40. С.34-38 URL: <http://asac.kpi.ua/article/view/261531>  
<https://doi.org/10.20535/1560-8956.40.2022.261531>
3. Ахаладзе А.Е. Використання IoT для синхронізації польотних траєкторій дронів // Адаптивні системи автоматичного управління. 2021. № 39. С.20-26 URL: <http://asac.kpi.ua/article/view/247381>  
<https://doi.org/10.20535/1560-8956.39.2021.247381>
4. Ахаладзе А.Е. Синхронізація траєкторій польоту на основі архітектури «Інтернету речей» при реалізації управління роєм Адаптивні системи автоматичного управління. 2022. № 40. С. URL: <http://asac.kpi.ua/article/view/261536> <https://doi.org/10.20535/1560-8956.40.2022.261536>
5. Ахаладзе І.Е. Вирішення проблема комунікації в умовах втрати зв'язку до Azure IoT Hub // Адаптивні системи автоматичного управління. 2023. № 43. С.40-46 URL: <http://asac.kpi.ua/article/view/292246>  
<https://doi.org/10.20535/1560-8956.43.2023.292246>
6. K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun, “Deep residual learning for image recognition,” in Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition, 2016.
7. Y. LeCun, Y. Bengio, and G. Hinton, “Deep learning,” Nature, vol. 521, no. 7553, pp. 436–444, 2015.
8. J. Schmidhuber, “Deep learning in neural networks: An overview,” Neural Networks, vol. 61, pp. 85-117, 2015.
9. S. Levine, C. Finn, T. Darrell, and P. Abbeel, “End-to-end training of deep visuomotor policies,” Journal of Machine Learning Research, vol. 17, no. 39, pp. 1-40, 2016.

10. D. Silver, A. Huang, C. J. Maddison, A. Guez, L. Sifre, G. van den Driessche, J. Schrittwieser, I. Antonoglou, V. Panneershelvam, M. Lanctot, S. Dieleman, D. Grewe, J. Nham, N. Kalchbrenner, I. Sutskever, T. Lillicrap, M. Leach, K. Kavukcuoglu, T. Graepel, and D. Hassabis, "Mastering the game of go with deep neural networks and tree search," *Nature*, vol. 529, no. 7587, pp. 484-489, 2016.
11. S. Guadarrama, N. Silberman, J. Susskind, and R. Farrell, "Pixhawk: A system for autonomous flight using onboard computer vision," in *Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation*, 2015.
12. C. H. Lampert, H. Nickisch, and S. Harmeling, "Learning to detect unseen object classes by between-class attribute transfer," in *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 2009.
13. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton, "Imagenet classification with deep convolutional neural networks," in *Advances in Neural Information Processing Systems*, 2012.
14. [https://www.researchgate.net/publication/322018958\\_A\\_comparative\\_study\\_of\\_LPWAN\\_technologies\\_for\\_large-scale\\_IoT\\_deployment](https://www.researchgate.net/publication/322018958_A_comparative_study_of_LPWAN_technologies_for_large-scale_IoT_deployment)

*Ахаладзе Антон Елдарійович, аспірант*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

**Науковий керівник: Лісовиченко Олег Іванович,**

*к.т.н., доцент кафедри інформатики та програмної інженерії ФІОТ*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ВТРАТИ КОНТРОЛЮ НАД ДРОНОМ**

**Анотація.** В цій статті розглядається підхід до вирішення проблеми втрати контролю над роєм дронів при розриві зв'язку з інфраструктурою IoT. Було запропоноване використання моделей штучного інтелекту Azure Cognitive Service для пошуку та класифікації команди оператором при створення дублюючої системи керування.

Спроектвана система керування має можливість розгортання на кожному дроні перед виконанням польотного плану, підтримка працездатності в умовах відсутності зв'язку з інфраструктурою IoT при наявності лише візуального контакту з оператором.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** керування дронами, Azure, Azure IoT Hub Edge.

**Abstract.** This article considers an approach to solving the problem of losing control over a swarm of drones when the connection with the IoT infrastructure is lost. The use of artificial intelligence models of Azure Cognitive Service was proposed to search and classify the command by the operator when creating a duplicate control system.

The designed control system has the possibility of deployment on each drone before the execution of the flight plan, maintenance of performance in conditions of lack of communication with the IoT infrastructure in the presence of only visual contact with the operator.

**KEYWORDS:** Drone Control, Azure, Azure IoT Hub Edge.

**Вступ.** Система керування роєм дронів на базі архітектури IoT (Internet of Things - інтернет речей) працює задовільно при виконанні детермінованих планів польоту, тобто коли кожна наступна цільова точка траєкторії є заздалегідь визначеною та виступає точкою синхронізації членів рою.

Swarm manager відсилає команду на виконання польотного плану, яка використовує Azure IoT Hub надсилаються на Control module, а потім надсилається до кожного учасника рою.

Структурна та архітектурна схеми керування дронами з використання наступних технологій та інструментів Azure, DJI, .net детально розглянуті в попередніх публікаціях [1,2,11,12].

Тобто, при тимчасовому розриві з'єднання з інфраструктурою IoT дрони будуть виконувати останню отриману інструкцію, а потім будуть очікувати наступну. Найдовший можливий час очікування дорівнює часу найдовшої роботи учасника рою. Це створює ризик втрати дрону при несприятливих умовах (пориви вітру). З'являється необхідність побудови дублюючої системи управління роєм.

**Постановка задачі.** Вирішити проблему керування роєм в умовах втрати зв'язку з IoT збереження контролю на дроном в системі хабом з збереженням наступної

функціональності:

1. Візуальний пошук оператора.

2. Пошук жесту оператора при відсутності зв'язку з IoT хабом.

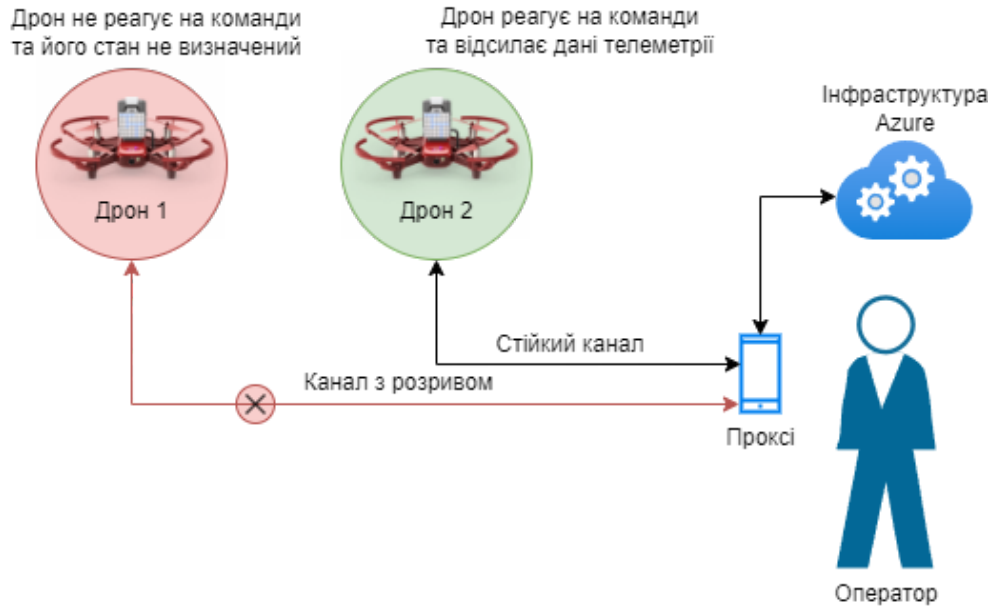


Рисунок 2. Структурна схема розриву зв'язку з дроном та керуючим хабом

Спроектована дублююча система керування має бути розгорнутою на кожному дроні (ізолювана) перед виконанням польотного плану, та працювати в умовах відсутності зв'язку з інфраструктурою IoT та наявності лише візуального контакту з оператором

#### Вирішення поставлених задач

#### Розпізнавання жестів оператора як дублююча система контролю

Для вирішення проблеми відновлення контролю над роєм, побудуємо дублюючу

систему керування на базі технологій візуального розпізнавання жестів. Визначимо наступний алгоритм дій дублюючої системи.

Для будови дублюючої системи керування використаємо готову навчання ШНМ (Azure Custom Vision Service), як зображено на рисунку 3. Обрана модель постачається як SaaS та має закриту реалізацію, включаючи топологію моделі та методи навчання. Також може бути розгорнута на кожному дроні на базі Azure IoT Edge and Azure Custom Vision Service.

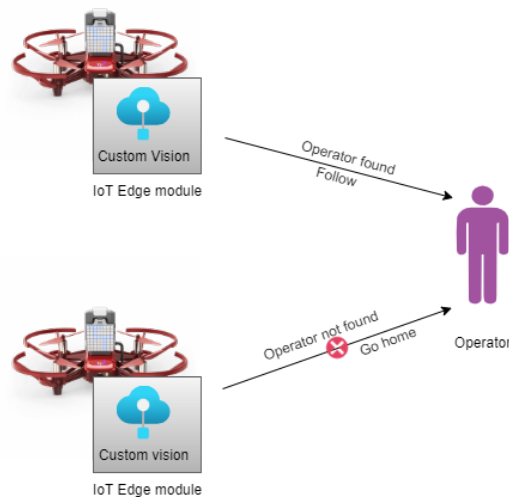


Рисунок 3. Структурна схема членів рою з розгорнутим Custom Vision модулем

В даному дослідженні модель була використана як “блекбокс” та дозволяє ідентифікувати обличчя та розпізнавати жести. В якості навчальних використовувалися набір зображень, що був взятий з відкритих джерел.

Маючи можливість розпізнавати обличчя та жести оператора побудуємо набір інструкції що дозволяють відновити контроль над роєм при розриві з'єднання з інфраструктурою IoT [2]. Набір інструкції розгортається перед виконанням польотного плану та має пройти перевірку перед запуском кожного дрону (проблематику та рішення буде розглянуто та запропоновано в наступних публікаціях).

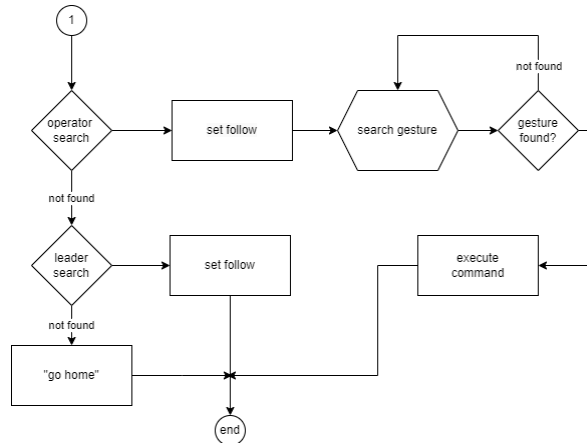


Рисунок 6. Логічна схема алгоритму системи розпізнавання

Коли канал зв'язку члену рою з системою контролю розривається, запускається алгоритм пошуку оператора, як показано на рисунку 6. Коли результат пошуку оператора позитивний, система починає передавати зображення з камери в IoT Edge Module, який здатний дуже швидко

виконати класифікацію зображення. Як тільки класифікатор повертає позитивний результат, тобто, жест знайдений, виконується заздалегідь запрограмований сценарій посадки. Це дозволяє зберегти дрон від зависання в невизначеному стані або його втрати.

**Висновки.** Сучасні системи дистанційного керування дронами використовуються хмарні технології для обміну даними між дронами та оператором. Однак, у разі втрати зв'язку з хмарою, дрони втрачають можливість отримувати команди та відправляти дані. Це може призвести до аварійної ситуації, або до зависання рою, коли рій немає зв'язку з Azure IoT Hub та не може завершити польотне завдання.

Для вирішення проблеми відновлення контролю над роєм, побудовано дублюючу систему керування на базі технологій візуального розпізнавання жестів. Як зображено на рисунку 5, дрони які потрапляють в зону слабого сигналу зберігають керованість використовуючи дані візуального каналу та просту модель класифікації, як тригер виконання команди посадки.

Інтеграція штучна нейронна мережа як IoT Edge модуля в систему контролю кожного дрону, дала змогу розпізнавати два типи об'єктів (оператор, жест оператора), що дозволяє відновити контроль над роєм для безпечного управління та збереження цілісності членів рою при розриві каналу зв'язку з інфраструктурою Azure IoT Hub.



### Список інформаційних джерел

1. Akhaladze A.E. Using IoT to synchronize flight trajectories of drones // Adaptive automatic control systems. 2021. No. 39. C.20-26 URL: <http://asac.kpi.ua/article/view/247381>  
<https://doi.org/10.20535/1560-8956.39.2021.247381>
2. Akhaladze A.E. Synchronization of flight trajectories based on the "Internet of Things" architecture when implementing swarm control Adaptive automatic control systems. 2022. No. 40. C. URL: <http://asac.kpi.ua/article/view/261536>  
<https://doi.org/10.20535/1560-8956.40.2022.261536>
3. Akhaladze A.E. Застосування моделей штучного інтелекту для вирішення проблеми втрати контролю над дроном 2023. № 43. С.34-39 URL:  
<http://asac.kpi.ua/article/view/292245>  
<https://doi.org/10.20535/1560-8956.43.2023.292245>
4. Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 17(4), 2347-2376.
5. Suresh, S., & Srinivasan, R. (2021). Design and development of an intelligent drone for object detection and classification. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 12(6), 5231-5242.
6. Yang, H., Xiong, Y., Liu, S., & Chen, X. (2019). A survey on multi-objective evolutionary algorithms for feature selection in machine learning. *Neurocomputing*, 338, 37-53.
7. Mohammadi, M., Al-Fuqaha, A., Sarigiannidis, P., & Tsoumakos, D. (2018). Deep learning for IoT big data and streaming analytics: A survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 20(4), 2923-2960.
8. Tan, K. C., & Lee, T. H. (2017). Evolutionary computation for adaptive unmanned aerial vehicle swarm control: A review. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 21(5), 692-709.
9. Liu, S., Zou, C., & Song, Y. (2019). Multi-objective optimization of UAV path planning based on genetic algorithm. *Complexity*, 2019, 1-15.
10. Han, Z., Li, Q., Feng, X., Liu, H., & Yu, H. (2020). A hybrid optimization method for drone path planning based on genetic algorithm and neural network. *Complexity*, 2020, 1-18.
11. Rashed, M. G., Eltawil, A. B., & Youssef, H. A. (2018). Drone trajectory optimization using genetic algorithms. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 89(3-4), 483-497.
12. Akhaladze I.E. Increasing the efficiency of streaming video processing using serverless technologies // Adaptive automatic control systems. 2021. No. 39. C.32-40 URL:  
<http://asac.kpi.ua/article/view/247393>  
<https://doi.org/10.20535/1560-8956.39.2021.247393>
13. Akhaladze I.E. The use of serverless functions in the algorithm for calculating the target point of the trajectory under dynamic loading. 2022. No. 40. C.34-38 URL:  
<http://asac.kpi.ua/article/view/261531>  
<https://doi.org/10.20535/1560-8956.40.2022.261531>

*Барнич Мар'ян Богданович, здобувач вищої освіти*

*Хмельницький Національний Університет, Україна*

*Науковий керівник: Гнатчук Єлизавета Геннадіївна, Кандидат технічних наук, доцент кафедри системного програмування.*

*Хмельницький Національний Університет, Україна*

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАХИСТУ ПЕРСОНАЛЬНИХ ДАНИХ ПРИ ОБРОБЦІ ТА ПЕРЕДАВАННІ В ІТ-ІНФРАСТРУКТУРІ ОРГАНІЗАЦІЇ**

**Анотація.** Актуальність задачі захисту інформації в комп'ютерних системах на сьогоднішній день невіддільна від загального розповсюдження цих систем та поширення комп'ютерних мереж, які обмінюють великі обсяги інформації. Забезпечення безпечної діяльності комп'ютерних систем стало критично важливим для різноманітних підприємств та установ, від державних організацій до невеликих приватних фірм. Незалежно від сфери діяльності, забезпечення конфіденційності та цілісності інформації вимагає розробки та впровадження ефективних методів та засобів безпеки, з урахуванням різноманітних викликів та потреб різних типів організацій. Розходження в цьому питанні полягає в застосуванні різних засобів та методів, а також в обсязі заходів, призначених для забезпечення найвищого рівня безпеки в конкретних умовах використання комп'ютерних систем.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** захисту інформації, комп'ютерних системах, актуальність, конфіденційність та цілісність інформації.

**Abstract.** The relevance of information security in computer systems today is inseparable from the widespread use of these systems and the expansion of computer networks that transmit large volumes of information. Ensuring the secure operation of computer systems has become critically important for various enterprises and institutions, ranging from government organizations to small private firms. Regardless of the field of activity, safeguarding the confidentiality and integrity of information requires the development and implementation of effective security methods and tools, taking into account the diverse challenges and needs of different types of organizations. The divergence in this matter lies in the application of various means and methods, as well as the scope of measures aimed at ensuring the highest level of security under specific conditions of computer system usage.

**KEYWORDS:** information security, computer systems, actuality, effective security methods.

**Вступ.** Питання інформаційної безпеки займають особливе місце в зв'язку із зростаючою роллю в житті суспільства і вимагають до себе все більше уваги. Як відомо, всі виробничі процеси мають в своєму складі матеріальну і нематеріальну складові. Перша – це необхідне для виробництва устаткування, матеріали, енергія і т.д. Друга – технологія виробництва. В останні роки з'явилося багато галузей виробництва, які майже на 100% складаються із однієї інформації. Наприклад, дизайн, створення програмного забезпечення, реклама та інше. Із підвищенням важливості та цінності інформації відповідно росте і роль її захисту. Тому предметом захисту є інформація, яка зберігається, обробляється, передається в комп'ютерних

системах (КС). Об'єктом захисту інформації є комп'ютерна система або автоматизована система обробки інформації (АСОІ) [1].

### **Дослідження підходів до захисту персональних даних**

Сучасні підходи до захисту персональних даних базуються на передових інформаційних технологіях, спрямованих на забезпечення високого рівня конфіденційності та цілісності інформації. Використання механізмів шифрування дозволяє ефективно захищати дані в процесі їх передавання та зберігання. Методи аутентифікації, такі як біометричні ідентифікатори та двофакторна аутентифікація, забезпечують додатковий рівень безпеки.

Багатофакторна аутентифікація — це метод аутентифікації (ідентифікації), який вимагає від користувача надання двох або більше доказів особистості, щоб отримати доступ і увійти у свій обліковий запис. І тільки після введення всієї цієї необхідної інформації Ви отримаєте доступ до свого облікового запису. Це може бути номер телефону, адреса електронної пошти або відповідь на якесь (відоме лише Вам) секретне питання. Хоча MFA об'єднує будь-яку кількість факторів аутентифікації, найбільш поширеним з них є двофакторна аутентифікація (2FA). Необхідність MFA також може бути викликана невдалою ідентифікацією у 2FA або підозрілими діями передбачуваної особистості. Це характерно для систем 2FA, здатних переходити у MFA [2].

Використовують такі сервіси двофакторної авторизації:

1. Google Authenticator— додаток для двоетапної аутентифікації за допомогою Time-based One-time Password Algorithm (TOTP) і HMAC-based One-time Password Algorithm (HOTP) від Google [3].

2. Microsoft Authenticator - це мобільний додаток, який забезпечує безпечний доступ до облікового запису за

допомогою двоетапної аутентифікації. Microsoft Authenticator підтримує функцію введення одноразових паролів (ОТР), які обмежені за часом. Іншими словами, при вході у свій обліковий запис на сервісі (що підтримує ОТР) в додатку під цим обліковим записом буде створений пароль, що діє протягом 30 секунд, після чого він буде змінений [4].

Біометрична ідентифікація – це спосіб ідентифікації особистості за окремими специфічними біометричними ознаками (ідентифікаторами), які властиві конкретній людині.

За принципом дії біометричні методи ідентифікації поділяються на статичні (за ознаками, даними людині з народження), динамічні (за ознаками, що набуті в процесі існування) та комбіновані (поєднання двох перших)

Фізіологічні (статичні) методи біометричної ідентифікації:

- сканування райдужної оболонки ока;
- сканування сітківки ока;
- сканування рисунку вен долоні;
- геометрія кисті руки (відбитки пальців – дактилоскопія, розмір, довжина і ширина долонь);
- розпізнавання рис обличчя (контур, форма; розташування очей і носа);
- структура ДНК-сигнатури.

Поведінкові (динамічні) методи:

- аналіз підпису (форма букв, манера письма, натиск);
- аналіз тембру голосу;
- аналіз клавіатурного почерку тощо [5].

Сучасні стратегії захисту персональних даних ґрунтуються на передових інформаційних технологіях для забезпечення конфіденційності та цілісності інформації. Шифрування використовується для ефективного захисту даних під час їх передавання та зберігання. Однак наріжною

частиною захисту є також аутентифікація, зокрема біометричні ідентифікатори та двофакторна аутентифікація, які забезпечують додатковий рівень безпеки. Багатофакторна аутентифікація, зокрема двофакторна, вимагає подання двох або

більше доказів особистості для доступу до облікового запису.

Біометрична ідентифікація, ґрунтуючись на унікальних фізіологічних та поведінкових рисах, доповнює ці заходи, забезпечуючи повний спектр захисту особистої інформації.

**Висновки.** Загальна зростаюча роль сучасних технологій та комп'ютеризації у суспільстві вимагає особливої уваги до питань інформаційної безпеки. Разом із швидким розвитком інформаційних технологій, відзначається поява галузей, де інформація є визначальним елементом виробничих процесів. Захист персональних даних набуває критичного значення, особливо в сферах, де інформація становить основний актив.

Отже, інтеграція передових інформаційних технологій у сферу захисту персональних даних є необхідною та актуальною відповіддю на зростаючі виклики та загрози інформаційної безпеки в епоху цифрового розвитку.

#### **Список інформаційних джерел**

1. <https://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/get/42935>
2. Asters – [https://www.asterslaw.com/ua/press\\_center/publications/personal\\_data\\_protection\\_some\\_practical\\_aspects/](https://www.asterslaw.com/ua/press_center/publications/personal_data_protection_some_practical_aspects/)
3. [https://uk.wikipedia.org/wiki/Google\\_Authenticator](https://uk.wikipedia.org/wiki/Google_Authenticator)
4. <https://simpla.com.ua/blog/microsoft-authenticator-shcho-ce>
5. [https://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2019/2\\_2019/part\\_1/19.pdf](https://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2019/2_2019/part_1/19.pdf)

*Бернатович Анатолій Олександрович, здобувач вищої освіти третього рівня  
НТУУ “КПІ ім. Ігоря Сікорського”, Україна*

*Науковий керівник: Стеценко Інна Вячеславівна, д.т.н., проф., професор кафедри  
інформатики та програмної інженерії НТУУ “КПІ ім. Ігоря Сікорського”, Україна*

## МОДУЛЬНИЙ ФІЗИЧНИЙ РУШІЙ

**Анотація.** Дослідження висвітлює проблеми сучасної архітектури програмного забезпечення для фізичного моделювання. Нова архітектура була розроблена, щоб зменшити проблеми масштабованості та гнучкості. Суть запропонованої архітектури полягає в поєднанні трьох основних концепцій: модульного фізичного рушія, фізичного конвеєра та шаблону Entity Component System (ECS).

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** Симуляція, Архітектура Програмного Забезпечення, Фізичний Рушій.

**Abstract.** The research highlights the issues of modern software architecture for physics simulation. The new architecture was developed to mitigate scalability and flexibility issues. The essence of the proposed architecture resides in the convergence of three pivotal concepts: the modular physics engine, the physics pipeline, and the Entity Component System (ECS) pattern.

**KEY WORDS:** Simulation, Software Architecture, Physics Engine.

**Вступ.** Роль фізичних симуляцій у наукових дисциплінах надзвичайно важлива, оскільки вони дозволяють досліджувати складні явища та забезпечують контрольовані умови для перевірки гіпотез. Проте сучасні фізичні рушії мають обмеження у адаптивності та модульності, що ускладнює їх оптимізацію та використання для конкретних потреб у симуляціях [1].

Фізична симуляція ґрунтується на математичних моделях та обчислювальних методах для відтворення поведінки реальних фізичних систем у віртуальному середовищі. Цей процес включає декілька ключових кроків, які моделюють динаміку, взаємодії та поведінку об'єктів на основі фундаментальних фізичних принципів. Процес фізичної симуляції передбачає створення детального математичного представлення фізичних систем, охоплюючи визначення об'єктів, їх властивостей та взаємодій, використання рівнянь руху та числових методів інтегрування для прогнозування майбутніх станів. Просування моделі дискретними часовими кроками є основою процесу симуляції, де рівняння руху постійно вирішуються для передбачення стану об'єктів у наступних інтервалах. Цей ітеративний процес, який збалансовує точність кроку симуляції з обчислювальними ресурсами, є фундаментальним. У складних симуляціях він включає кілька ітерацій, підтримуючи цикл симуляції для постійного оновлення стану об'єктів за рахунок розрахованих сил та взаємодій. У кінцевому підсумку результати симуляції можна спостерігати у реальному часі або після повної обробки, у вигляді візуального зображення руху об'єктів, взаємодій та складних динамічних явищ.

**Огляд запропонованої архітектури.** Запропонована архітектура фізичного рушія надає користувачам гнучкість налаштовувати етапи симуляції, дозволяючи змінювати систему під конкретні потреби розробників чи вчених. Ця архітектура

заснована на Фізичних Моделях, які представляють фізичний світ зі всіма сутностями в ньому, та застосуванні шаблону Entity Component System (ECS), що сприяє модульності, ізоляції функціональності та розділенню обов'язків в межах окремих модулів [2]. Все це сприяє масштабованості, розширюваності, повторному використанню та зменшенню обсягу основної програми.

Фізичний Модуль в запропонованій архітектурі це гнучка та розширювана бібліотека класів, яку можна завантажити під час роботи для розширення налаштувань та функціональності Фізичної Моделі. Цей підхід дозволяє введення нових компонентів та етапів без зміни основного коду симуляції. Здатність динамічного завантаження Фізичного Модуля дозволяє дослідникам та розробникам вводити користувацькі компоненти та етапи, адаптовані до конкретних вимог фізичної симуляції. Ці компоненти можуть включати спеціалізовані алгоритми виявлення зіткнень, вдосконалені властивості матеріалу чи складні силові поля, що вирішують унікальні сценарії, не охоплені стандартним налаштуванням симуляції. Також етапи у межах модуля можуть розширювати процес симуляції, вводячи додаткові кроки обробки даних, необхідні для різноманітних випадків використання. Крім того, рефлексивні дані, збережені у Фізичному Модулі, надають всебічний огляд доступних компонентів та етапів, що спрощує процес конфігурації шляхом надання зручного інструменту для динамічного створення Фізичної Моделі під конкретні сценарії симуляції [3].

Структурна діаграма запропонованої архітектури зображена на Рисунку 1. Діаграма відображає зв'язок моделей, які симулюються за допомогою фізичного рушія, з модулями, які надають етапи симуляції для створення фізичного конвеєру обробки. Фізичний конвеєр, аналогічно до

графічного конвеєру в комп'ютерній графіці, задає правила обробки фізичних моделей, репрезентуючи фізичні закони симульованого світу [4].

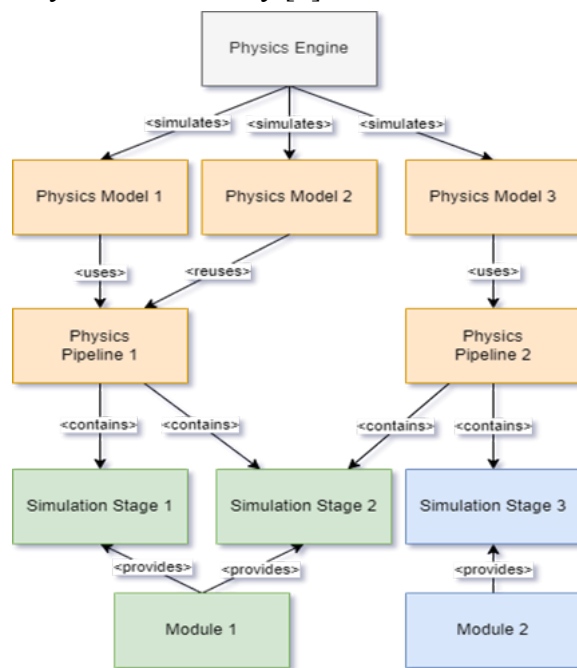


Рисунок 1. Структурна діаграма запропонованого модульного фізичного рушія

**Результати.** Архітектура запропонованого фізичного рушія дозволяє користувачам гнучкіше налаштувати свою симуляцію за наступними принципами [5]:

Додавання додаткових етапів обробки. Навіть у випадках, коли певні функції можуть бути відсутні в основній реалізації, модульна природа підходу дозволяє включати такі функції у вигляді окремих бібліотек, які можуть бути зв'язані та використані під час виконання програми. Вибіркове вилучення непотрібних етапів. У випадку прототипних моделей, спрямованих на підтвердження гіпотез, можуть бути достатнім спрощені обчислення. Модульна структура гарантує, що користувачі витрачають обчислювальні ресурси лише на ті компоненти, які вони використовують. Динамічна заміна наявних етапів. У випадках, коли потрібні більш складні обчислювальні методи, можливість заміни наявних етапів обробки виявляється надзвичайно вигідною.

**Висновки.** У висновку, Фізичний Модуль є цінним доповненням до набору інструментів для фізичної симуляції, забезпечуючи гнучкий, масштабований та динамічний спосіб розширення функціональності Фізичної Моделі. Через сутності, компоненти та системи, ECS пропонує структурований та ефективний каркас для створення середовища симуляції. Цей підхід на основі даних підвищує реалізм, адаптивність та складність симульованого світу, роблячи ECS невід'ємним інструментом для створення складних та реалістичних фізичних симуляцій.

Майбутніми кроками у дослідженні можуть бути дослідження практичного застосування цієї архітектури в різних контекстах, що може розкрити обмеження та компроміси що будуть створені для їх подолання. Це може включати розгляд питань, пов'язаних із обчислювальними витратами, керуванням пам'яттю та складнощами координації модульних компонентів у динамічній системі. Оскільки ця архітектура користується модульністю, підтримка відкритої спільноти для спільного розвитку може бути важливою. Майбутні дослідження можуть спрямовуватися на створення платформ, що сприяють обміну компонентами, кращими практиками та постійному вдосконаленню.

### Список інформаційних джерел

1. Bernatovych, A., Stetsenko. I. (2023) Methods and software of physical simulation. *Adaptive Systems of Automatic Control* 42(1), pp. 130-40. doi: 10.20535/1560-8956.42.2023.279104
2. Wiebusch, D., Latoschik, M. E. 'Decoupling the entity-component-system pattern using semantic traits for reusable realtime interactive systems', *2015 IEEE 8th Workshop on Software Engineering and Architectures for Realtime Interactive Systems (SEARIS)*, Arles, France, 2015, pp. 25-32, doi: 10.1109/SEARIS.2015.7854098.
3. Smith, B. C. (1982) *Procedural reflection in programming languages*. Thesis (Ph.D.). Massachusetts Institute of Technology, Dept. of Electrical Engineering and Computer Science.
4. Liu, F., et al. (2009) 'CUDA renderer: A programmable graphics pipeline', *ACM SIGGRAPH Conference and Exhibition on Computer Graphics and Interactive Techniques in Asia*. 16-19 December 2009. doi: 10.1145/1667146.1667189.
5. Bernatovych, A., Stetsenko. I. (2023) Module-based scientific physics engine architecture. *Problems of programming*, pp. 30-39. doi: 10.15407/pp2023.03.030

*Бистрицький Артем Ігорович, здобувач вищої освіти  
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна  
Науковий керівник: Гавриленко Олена Валеріївна, доцент,  
кандидат фізико-математичних наук  
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## ОГЛЯД БЕЗКОШТОВНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПОШУКУ ПЛАГІАТУ В ТЕКСТАХ

**Анотація.** У цій роботі акцентується увага на безкоштовних системах для детекції плагіату в текстах, популярність яких зростає серед академічних кіл, включаючи студентів, викладачів та наукових дослідників. Проаналізовано механізми роботи цих інструментів, їх ефективність та можливі обмеження. Також надано рекомендації щодо оптимального використання цих систем для забезпечення дотримання стандартів академічної чесності та захисту інтелектуальної власності.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** плагіат, безкоштовні системи виявлення плагіату, інтелектуальна власність, академічна доброчесність.

**Abstract.** This work focuses on free plagiarism detection systems, which are gaining popularity among academic circles, including students, teachers, and researchers. The mechanisms of these tools, their effectiveness, and potential limitations are analyzed. Recommendations are also provided for the optimal use of these systems to ensure adherence to academic integrity standards and the protection of intellectual property.

**KEY WORDS:** plagiarism, free plagiarism detection systems, intellectual property, academic integrity.

**Вступ.** У сучасному академічному та професійному світі значущість питання авторських прав і оригінальності ідей є вирішальною, що робить виявлення плагіату особливо важливим. Розвиток технологій сприяв появі великої кількості інструментів для детектування плагіату, що дозволяють ефективно та легко ідентифікувати неправомірне використання текстів. Ці інструменти, використовуючи передові алгоритми порівняння та аналізу текстів, надають можливість точно визначити випадки копіювання та неналежного цитування. Сучасна академічна спільнота стикається з необхідністю перевірки текстів на оригінальність, що стало ключовою проблемою для науковців та дослідників. Різноманітність доступних онлайн-сервісів та програм, спрощує процес виявлення плагіату, дозволяючи студентам, викладачам, науковим дослідникам та іншим фахівцям ефективно забезпечувати унікальність своїх наукових робіт. Використання цих систем не тільки сприяє підтримці академічної доброчесності, але й виховує повагу до інтелектуальної власності, зміцнюючи етичні стандарти в наукових дослідженнях та освітньому процесі.

**Основна частина.** Безкоштовні системи виявлення плагіату мають різні механізми та ефективність. Кожна має свій набір позитивних та негативних сторін. На 2023 рік існує велика кількість різних систем, але серед них, найбільшою популярністю користуються наступні інструменти:



- Quetext;
- DupliChecker;
- Small SEO Tools;
- Pre Post SEO;
- Scribbr.

Розглянемо їх детальніше.

Quetext – це широко використовуваний засіб перевірки плагіату з кількома помітними функціями та можливостями. Він використовує технологію «DeepSearch™» для аналізу тексту з мільярдів онлайн джерел для комплексного виявлення потенційного плагіату. Для виявлення плагіату технологія виходить за рамки простого зіставлення ключових слів, оскільки враховує структуру речень, розміщення слів і контекстний аналіз. До основних функцій Quetex входять:

- Технологія «DeepSearch™»: забезпечує ретельні перевірки з великою кількістю інтернет-джерел.

- ColorGrade™ Feedback: пропонує інтуїтивно зрозумілий зворотний зв'язок для визначення різних рівнів схожості в тексті.

- Інтерактивний засіб перегляду фрагментів тексту: допомагає користувачам переглядати окремі фрагменти виявлених збігів у своєму документі.

- Помічник цитування: допомагає генерувати точні цитати для джерел.

- Звіти для завантаження: користувачі можуть завантажувати детальні звіти з результатами перевірки на плагіат [1].

Однак у безкоштовній версії Quetex є деякі обмеження. По-перше, вона дозволяє аналізувати лише до 500 слів, коли інші конкуренти дають обмеження у 1000 слів. По-друге, тут немає вбудованої перевірки граматики, яка може бути цінним доповненням до інструменту. Відсутність перевірки орфографії та мобільних додатків також обмежує його доступність і зручність, особливо враховуючи зростаючу тенденцію мобільного перегляду веб-сторінок і створення онлайн-контенту [2].

DupliChecker – це наступний інструмент для перевірки плагіату. Він працює, скануючи Інтернет на ідентичні речення, фрази чи абзаци, а потім вказує на зовнішні URL-адреси, які містять той самий вміст. До його переваг можна віднести повне безкоштовне використання, що робить його доступним для широкого кола користувачів та додаткова функція підтримки граматики, яка є безкоштовною та потенційно може замінити інші платні інструменти для перевірки граматики. Також в ньому є підтримка багатьох типів файлів, наприклад таких, як: .tex, .txt, .doc, .docx, .odt, .pdf та .rtf.

До його недоліків можна віднести обмеження в 1000 слів на пошук, але якщо порівнювати з попереднім інструментом, це на 500 слів більше. В додаток, користувачі незадоволені тим, що в них відбуваються певні проблеми з форматуванням, трапляються досить часті збої у системі та сам інструмент не дуже точно перевіряє документи на плагіат, особливо при виявленні цитат у тексті [3].

Small SEO Tools являє собою невеликі інструменти для оптимізації, але містить у собі засіб для перевірки на плагіат. Ця система є безкоштовною та дозволяє користувачам перевіряти документи з обмеженням до 1000 слів. Користувачі можуть завантажувати текст із хмарного сховища чи свого пристрою та навіть сканувати певну URL-адресу, виключаючи іншу, забезпечуючи гнучкість у використанні [4].

Однак є помітні недоліки. Засіб перевірки плагіату має тенденцію виявляти нижчий рівень плагіату порівняно з іншими інструментами. Частково це обмеження пояснюється тим, що він сканує окремі речення, а не повні тексти, що може призвести до виявлення лише часткових збігів. Цей метод може пропустити ширший контекст тексту, що призведе до менш ефективного виявлення плагіату. Крім того,

веб-сторінка інструменту може бути повільною та заплутаною, частково через наявність великої кількості реклами. Користувачам потрібно заповнити CAPTCHA, щоб завантажити кілька документів для перевірки, що може бути трохи громіздким [5].

Pre Post SEO – це онлайн-платформа, яка пропонує повний набір із понад 95 інструментів, призначених для веб-майстрів, студентів, викладачів і творців контенту. Ці інструменти призначені для оптимізації вмісту для пошукових систем і включають перевірку на плагіат, перевірку щільності ключових слів, перепис статей тощо. Цей інструмент визначає плагіат за допомогою кольорових підказок, відображаючи відсоток дублікатів і показуючи походження плагіату. Це дозволяє прямо порівнювати текст з оригіналом для кращого переписування або перефразування. Користувачі можуть завантажити звіт про плагіат разом зі своїм

вмістом. До плюсів можна віднести безкоштовні функції, зручний інтерфейс, багатофункціональність, відсутність реєстрації для безкоштовного використання. До мінусів можна віднести рекламу в безкоштовній версії, обмеження слів на перевірку [6].

Scribbr – це інструмент для безкоштовної перевірки на плагіат, який пропонує ряд послуг, які допомагають виявити потенційний плагіат у письмовій роботі. Серед всіх інструментів, він має найвищий рейтинг. Користувачі дуже сильно ним задоволені, адже цей інструмент має дуже ефективну перевірку на плагіат, а саме він виявляє випадковий плагіат і особливо ефективний, коли тексти сильно відредаговані. Програма перевірки плагіату від Scribbr відома своєю високою точністю. Також у собі він містить детектор штучного інтелекту, який може аналізувати та виявляти тексти згенеровані за допомогою ChatGPT і GPT4 [7].

**Висновки.** В роботі було розглянуто безкоштовні системи для детекції плагіату, які стають незамінними в академічному середовищі. Ці інструменти, такі як Quetext, DupliChecker, Small SEO Tools, Pre Post SEO, та Scribbr, значно сприяють підтримці академічної доброчесності та захисту інтелектуальної власності. Їх роль у запобіганні плагіату та вихованні усвідомлення значущості оригінальності та етичності є важливою для студентів, викладачів та наукових дослідників. Попри деякі обмеження, як-от кількісні обмеження перевірки та відсутність додаткових функцій, ці системи надають значний внесок у забезпечення чесності та прозорості в науковій роботі.

#### Список інформаційних джерел

1. Quetext Review [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://trickmenot.ai/quetext-review/>.
2. Quetext Reviews on TrustRadius [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.trustradius.com/products/quetext/reviews?qs=pros-and-cons#reviews>.
3. Duplichecker Review on GotchSEO [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.gotchseo.com/duplichecker-review/#:~:text=,or%20other%20forms%20of%20content>.
4. SmallSEOTools Review on SEONorth [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://seonorth.ca/review/smallseotools/>.
5. Best Free Plagiarism Checker on Scribbr [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.scribbr.com/plagiarism/best-free-plagiarism-checker/>.

6. PrePostSEO Review on The Niche Guru [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://thenicheguru.com/tools/prepostseo-review/>.
7. Scribbr Plagiarism Checker [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.scribbr.com/plagiarism-checker/>.

*Богун Данійл Олександрович, студент 3 курсу, групи ПП-15*

*Національного технічного університету України*

*"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Україна*

*Науковий керівник: Зубик Людмила Володимирівна,*

*кандидат педагогічних наук, доцент кафедри Інформатики та програмної інженерії*

*Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Україна*

## **ЕКОСИСТЕМА РОЗУМНИХ МІСТ: ІНТЕГРАЦІЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ, ІНТЕРНЕТУ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ**

У сучасному світі, де технологічний прогрес тісно переплітається з глобальними викликами, міста виступають ключовими учасниками інноваційного та сталого трансформаційного процесу. Це можливо завдяки впровадженню концепції Розумних Міст, що визначає новий етап у розвитку міського простору. Розумні Міста не просто представляють собою набір будівель та інфраструктури, але стають живими та взаємодіючими екосистемами, орієнтованими на оптимізацію різних аспектів міського життя. Ця екосистема базується на інтеграції передових комп'ютерних технологій, Інтернету речей (IoT) та систем аналізу великих даних, створюючи необхідний інструментарій для вирішення сучасних викликів та завдань у міському середовищі.

**Постановка задачі.** Завдання перед дослідниками у контексті екосистеми Розумних Міст включають в себе підвищення життєвого рівня громадян, зменшення негативного впливу на навколишнє середовище та оптимізацію міського управління. Дослідження спрямоване на аналіз існуючих практик з метою визначення оптимальних стратегій для успішної інтеграції компонентів екосистеми.

**Мета дослідження.** Основною метою дослідження є визначення потенціалу та можливостей екосистеми Розумних Міст для забезпечення сталого розвитку. Дослідження враховує взаємодію між комп'ютерними системами, Інтернетом речей та аналізом

даних у формуванні інтелектуальних міських середовищ.

**Результати дослідження.** Отримані результати свідчать про успішне впровадження екосистеми Розумних Міст у різних частинах світу, що вказує на високий потенціал цієї концепції для трансформації міського середовища. Зокрема, виявлено, що екосистема сприяє оптимізації комунальних служб, зменшенню витрат енергії та підвищенню рівня безпеки громадян. Ці результати підкреслюють важливість та доцільність впровадження Розумних Міст для досягнення ключових цілей у покращенні якості життя громадян, збереженні ресурсів та стимулюванні сталого розвитку.

**Висновки та перспективи.** Висновки дослідження підтверджують необхідність екосистеми Розумних Міст для будь-якого міста, яке прагне до сталого розвитку. Подальші перспективи включають розширення функціоналу, підвищення кібербезпеки та впровадження новаторських рішень для ефективного відповіді на зростаючі потреби містян.

### **Список інформаційних джерел**

1. Data-Driven Decisions in Smart Cities: A Digital Transformation Case Study:  
<https://www.mdpi.com/2076-3417/12/3/1732>
2. IoT in Smart Cities: A Survey of Technologies, Practices and Challenges:  
<https://www.mdpi.com/2624-6511/4/2/24>
3. The Role of IoT in Shaping Future Smart Cities:  
<https://ts2.space/en/the-role-of-iot-in-shaping-future-smart-cities>

**Борисик Владислав Тарасович**

*студент 3 курсу, групи ІІІ-15*

*Національного технічного університету України*

*"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"*

**Науковий керівник: Зубик Людмила Володимирівна,**

*кандидат педагогічних наук, доцент кафедри Інформатики та програмної інженерії*

*Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", м. Київ*

## **РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ПОШУКУ ТА ЗБЕРІГАННЯ ВІРШІВ**

**Анотація.** Ця теза описує розвиток проекту, спрямованого на створення мобільного застосунку для пошуку, зберігання та обміну віршами. Основна задача проекту - розробка застосунку із зручним інтерфейсом, що дозволяє швидко знаходити вірші за тематикою, створювати власні твори та зберігати їх у хмарній базі даних.

Метою дослідження є аналіз потреб користувачів у сфері літературного пошуку та розробка відповідного мобільного додатку. Результати дослідження включають аналіз цільової аудиторії, потреб користувачів, конкурентного середовища та технологічних можливостей. Виявлено, що основною аудиторією застосунку є молоді люди віком від 18 до 35 років, з вищим рівнем освіти та проживають у міських районах. Ключові потреби користувачів включають можливість швидкого пошуку віршів, зберігання та обміну улюбленими творами. Також важливою є функція створення та зберігання власних віршів. Аналіз конкурентів показує, що більшість існуючих застосунків не пропонують достатньої взаємодії між користувачами.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** мобільний застосунок, пошук віршів, користувач, база даних, читання, фільтри, поет.

**Abstract.** This abstract describes the development of a project aimed at creating a mobile application for searching, storing, and sharing poems. The main objective of the project is to develop an application with a user-friendly interface that allows you to quickly find poems by topic, create your own works, and store them in a cloud database.

**KEYWORDS:** mobile application, poetry search, user, database, reading, filters, poet.

**Вступ.** Сучасний світ постійно розвивається, і з цим розвитком зростає потреба в інноваційних технологічних рішеннях, які полегшують доступ до культурних та творчих ресурсів. Серед таких рішень, особливо актуальним є створення мобільного застосунку, що дозволяє користувачам легко знаходити, зберігати та обмінюватися віршами за визначеною тематикою.

**Постановка задачі.** Головною задачею є розробка мобільного застосунку, який дозволяє користувачам швидко знаходити твори та зберігати їх у хмарі для безпечного доступу. Особлива увага приділяється інтуїтивному інтерфейсу та вірші на задані теми, створювати власні

функціональності, яка спрощує взаємодію з контентом.

**Мета дослідження.** Метою дослідження є вивчення потреб користувачів у сфері літературного пошуку, зберігання та обміну віршами, та на основі цього, розробка мобільного застосунку, який максимально задовольняє ці потреби.

**Результати дослідження.**

**Цільова Аудиторія:** Аналізуючи аудиторію застосунків для читання віршів, можна відзначити, що в 2017 році найвищий відсоток читання віршів спостерігався серед групи людей віком 18-24 роки, проте до 2022 року цей показник значно знизився. Натомість група віком 25-34 роки продемонструвала стабільність у читанні віршів протягом цих років. У 2022 році саме дорослі віком 25-34 роки найчастіше слухали або читали вірші (7.1%), а група 18-24 років також показала трохи вищий відсоток слухання та читання віршів (6.2%) у порівнянні зі загальним дорослим населенням. Що стосується освітнього рівня та місця проживання, то загалом читання віршів збільшувалося зі зростанням рівня освіти дорослих як у 2017, так і у 2022 роках. Однак ця тенденція не була такою виразною серед тих, хто слухав вірші. Крім того, слухання віршів через медіа було більш поширеним серед мешканців міст у порівнянні з сільською місцевістю [1]. Отже, користувачами застосунку будуть студенти, любителі літератури і професійні поети. Більшість користувачів віком від 18 до 35 років.

**Висновки та перспективи.** На основі проведеного дослідження можна зробити висновок про важливість та актуальність розробки мобільного застосунку для пошуку, зберігання та обміну віршами. Можливими напрямками розвитку та удосконалення застосунку є інтеграція з іншими платформами, використання штучного інтелекту для покращення алгоритмів пошуку та рекомендацій.

**Потреби Користувачів:** Користувачі повинні мати можливість швидкого пошуку віршів за назвою, автором, кількістю рядків, а також можливість зберігати та ділитися улюбленими творами. Також важливою є функція створення власних віршів і їх збереження в хмарі.

**Аналіз Конкурентів:** Більшість існуючих застосунків зосереджені на текстовому контенті без можливості взаємодії користувачів. Є можливість вирізнитися за допомогою інтерактивних функцій, таких як спільноти, коментарі, та обмін творами.

**Порівняння платформ:** У 2021 році спостерігалася значна залежність від мобільних технологій серед середніх американців, які проводили близько 4 годин 23 хвилин щодня, користуючись мобільним пристроєм. На глобальному рівні мобільні пристрої демонструють домінування на ринку, займаючи 55% ринку порівняно з 45%, що припадає на десктопи. Така динаміка підкреслює перехід від традиційного використання десктопних комп'ютерів до більш мобільних та доступних рішень, що надає користувачам гнучкість у доступі до цифрового контенту і послуг у будь-який час і місці [2].

**Технологічний Аналіз:** Для розробки застосунку рекомендується використати Flutter для мобільної кросплатформеності. Для зберігання даних можна використати Firebase Realtime Database, яка забезпечить швидкий доступ та масштабованість.

### **Список інформаційних джерел**

1. Sunil I. New Survey Reports Size of Poetry's Audience – Streaming Included [Електронний ресурс] / Sunil Iyengar // Artsjournal. – 2023 – Режим доступу до ресурсу: <https://www.artsjournal.com/measure/2023/04/06/new-survey-reports-size-of-poetrys-audience-streaming-included/>
2. Matt R. Mobile vs Desktop Usage Statistics 2023 [Електронний ресурс] / Matt Robinson // Howsociable. – 2023 - Режим доступу до ресурсу: <https://howsociable.com/blog/mobile-vs-desktop-usage-statistics/>



*Борісов Сергій Дмитрович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Халус Олена Андріївна,*

*ст. викладач кафедри ІІІ Факультету інформатики та обчислювальної техніки*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **МОБІЛЬНИЙ ЗАСТОСУНОК ДЛЯ ВИВЧЕННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОЛІНГВІСТИЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ФРЕЙМВОРКУ NATURAL LANGUAGE ДЛЯ IOS**

**Анотація.** Використання технологій нейролінгвістичного програмування (NLP) та фреймворку Natural Language в iOS стає ключовим у розробці мобільних застосунків для вивчення англійської мови. Ці технології дозволяють створювати більш інтерактивні та персоналізовані навчальні досвіди, адаптуючи матеріали до індивідуальних потреб та рівня знань користувача. У статті розглядається, як застосування NLP та Natural Language у мобільних застосунках може поліпшити процес навчання, забезпечуючи більш ефективне засвоєння мови та кращу взаємодію з користувачем.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** нейролінгвістичне програмування, natural language, ios, мобільні застосунки, персоналізоване навчання.

**Abstract.** The use of Neuro-Linguistic Programming (NLP) technologies and the Natural Language framework in iOS is becoming key in developing mobile applications for learning English. These technologies enable more interactive and personalized educational experiences, adapting materials to individual needs and knowledge levels. This article explores how the application of NLP and Natural Language in mobile apps can improve the learning process, ensuring more efficient language acquisition and better user interaction.

**KEYWORDS:** neuro-linguistic programming, natural language, ios, mobile applications, personalized learning.

**Вступ.** У відповідь на динамічні виклики сучасного освітнього середовища, включаючи швидкий розвиток цифрових технологій та вплив пандемії COVID-19, мобільне навчання відіграє вирішальну роль у формуванні нових освітніх парадигм. Ця стаття досліджує, як інтеграція обробки природної мови (NLP) у мобільні навчальні додатки відкриває нові шляхи для персоналізації та ефективності освітнього процесу. Акцент робиться на важливості NLP для адаптивного навчання, інтерактивності, зворотного зв'язку та покращення мовних навичок. Розглядаються такі аспекти, як використання чатботів, інтеграція штучного інтелекту, гейміфікація та впровадження віртуальної реальності в освітній процес. Основна увага приділяється аналізу того, як ці технології трансформують вивчення мов, роблячи його більш доступним, гнучким та ефективним.

Обробка природної мови (NLP) стає каталізатором інновацій у сфері освіти, пропонуючи підходи, що кардинально змінюють взаємодію між студентами та освітнім контентом. NLP дозволяє мобільним застосункам розуміти та обробляти людську мову в реальному часі, відкриваючи нові можливості для адаптивного та персоналізованого навчання. Вона активно використовується для автоматичного аналізу текстових відповідей,

що сприяє індивідуалізації навчального процесу. Крім того, інтеграція NLP в навчальні додатки робить їх більш інтерактивними та залучаючими, оскільки дозволяє студентам отримувати миттєвий зворотний зв'язок, що є важливим для підвищення ефективності навчання та розвитку мовних навичок

**Основна частина.** Технологія обробки природної мови (NLP) в iOS відкриває нові можливості для розробки мобільних освітніх додатків, зокрема завдяки таким функціям, як розпізнавання мови та аналіз тексту, інтегрованих у такі інструменти iOS, як Core ML та SiriKit. Ці можливості дозволяють створювати інтерактивні та адаптивні програми, що включають персоналізацію навчального контенту, автоматичний переклад та голосовий пошук. Разом з тим, розробники зіштовхуються з викликами, пов'язаними з точністю розпізнавання мови та захистом даних. Водночас, фреймворк Natural Language від Apple, що забезпечує обробку природної мови в програмах для пристроїв на iOS, macOS, watchOS та tvOS, дає широкий спектр можливостей для аналізу тексту, включаючи визначення мови, токенізацію, лематизацію, розпізнавання частин мови та граматичну структуру речень. Цей фреймворк інтегрується з іншими технологіями Apple, зокрема з Core ML, для підвищення якості та персоналізації користувацького досвіду в освітніх та інших типах додатків, підтримуючи багато мов та скриптів і забезпечуючи такі функції, як ідентифікація мови, токенізація, маркування частин мови, лематизація та розпізнавання іменованих сутностей. [2] Фреймворк також може використовуватися з Core ML для навчання та впровадження користувацьких моделей обробки природної мови, розширюючи можливості та ефективність освітніх програм. [3]

Технологія обробки природної мови (NLP) приносить значні переваги в освітні додатки, особливо в контексті вивчення мов:

Автоматичне розпізнавання та класифікація мов: NLP дозволяє додаткам автоматично визначати мову тексту, що

корисно в багатомовних освітніх середовищах.

Індивідуальна адаптація навчання: За допомогою NLP додатки можуть аналізувати відповіді користувача та адаптувати навчальний матеріал, враховуючи індивідуальний рівень знань та швидкість навчання. Інтерактивність: Використання чат-ботів на базі NLP для підтримки навчання дозволяє студентам вести діалоги на вивчуваній мові, отримувати миттєвий зворотний зв'язок і покращувати навички спілкування.

Покращення розуміння та вимови: NLP може аналізувати мову користувача, надаючи корективи та рекомендації для покращення вимови та граматики.

Розширення словникового запасу та граматичних навичок: Інтеграція NLP в мовні додатки може включати вправи на розширення словникового запасу та граматичні тести, адаптовані під індивідуальні потреби учня. Використання для підготовки до іспитів: NLP може допомагати студентам у підготовці до мовних іспитів, пропонуючи вправи та тести, що імітують реальні іспитові завдання. Автоматичне створення контенту для навчання: NLP здатна генерувати освітні матеріали, такі як вправи на розуміння прочитаного чи словникові тести, виходячи з поточних трендів та інтересів учнів.[4] Підтримка багатомовності: NLP дозволяє додаткам підтримувати багато мов, що робить їх доступними для широкої аудиторії студентів по всьому світу. Контекстуальне навчання з використанням реальних текстів: Інтеграція NLP з можливістю аналізувати тексти з Інтернету або літературні твори збагачує процес навчання, роблячи його більш реалістичним та практичним. Оцінка

написання та грамотності: NLP може оцінювати та коригувати письмові завдання студентів, вказуючи на граматичні та стилістичні помилки, що сприяє покращенню навичок письма.

Фреймворк Natural Language від Apple працює, аналізуючи текст на природній мові. Він автоматично визначає мову тексту, розділяє його на компоненти, такі як абзаци, речення та слова, та міткує інформацію про кожен сегмент. Це включає визначення частин мови, лексичних класів, основних форм слів (лем), скриптів та мов. Також Natural Language підтримує розпізнавання іменованих сутностей, таких як імена людей, місць чи організацій. Цей фреймворк можна використовувати з Create ML для тренування та впровадження користувацьких моделей обробки природної мови.

Технологія обробки природної мови (NLP) вносить значний внесок у розвиток освітніх додатків, особливо в аспекті вивчення мов. Вона дозволяє автоматично визначати мову тексту, що корисно в багатомовних освітніх середовищах, та адаптувати навчальний матеріал до індивідуального рівня знань і темпу навчання кожного користувача. Завдяки NLP можна створювати інтерактивні діалоги за допомогою чат-ботів, покращувати розуміння та вимову, а також розширювати

словниковий запас і граматичні навички. [1] NLP також використовується для підготовки до мовних іспитів, створення навчального контенту з урахуванням актуальних трендів, підтримки багатомовності та надання контекстуального навчання. Вона також допомагає оцінювати та виправляти письмові завдання, підвищуючи грамотність. Фреймворк Natural Language від Apple, аналізуючи текст на природній мові, дозволяє визначати мову, розділяти текст на компоненти та маркувати інформацію про кожен сегмент, включаючи частини мови, лексичні класи, леми, скрипти та мови. Цей фреймворк можна використовувати разом з Create ML для створення та впровадження користувацьких моделей обробки природної мови.

Інтеграція технології обробки природної мови (NLP) у мобільний додаток для вивчення мов на платформі iOS відкриває нові можливості для підвищення ефективності навчання. Застосування NLP дозволяє додатку автоматично адаптувати навчальний контент, реагуючи на відповіді та потреби користувача, що сприяє більш ефективному освоєнню мови. Функції, такі як розпізнавання мови, аналіз тексту та автоматичний переклад, значно підвищують залученість користувачів і спрощують процес вивчення, роблячи його більш інтерактивним та персоналізованим.

**Висновки.** Інтеграція технології обробки природної мови (NLP) суттєво покращила функціональність нашого додатку для вивчення англійської мови. Автоматичне визначення мови, аналіз тексту та індивідуальна адаптація навчального контенту зробили процес навчання більш ефективним та персоналізованим. Завдяки NLP використання додатку стало інтерактивнішим, з підвищенням розуміння та вимови, а також розвитком словникового запасу та граматичних навичок. Ця інноваційна технологія значно підвищила якість та залученість у процес вивчення мови. Фреймворк Natural Language відіграв ключову роль у поліпшенні нашого додатку для вивчення англійської мови, забезпечуючи глибокий аналіз тексту та розуміння природної мови. Цей фреймворк дозволив нам реалізувати функції, які автоматично адаптують навчальний процес, відповідно до індивідуальних потреб користувача, та сприяють покращенню розуміння, вимови, та розвитку граматичних навичок. Результатом стало значне підвищення якості та ефективності навчання у нашому додатку. Використання фреймворку Natural Language в нашому додатку для вивчення англійської мови

дозволило реалізувати персоналізацію навчальних завдань залежно від рівня володіння мовою користувача. Ця технологія аналізує відповіді та взаємодію користувача з додатком, визначаючи його мовні навички та потреби. На основі цього аналізу додаток автоматично налаштовує та пропонує навчальні матеріали та завдання, які відповідають конкретному рівню користувача, що сприяє ефективнішому та цілеспрямованому вивченню мови.

#### **Список інформаційних джерел**

1. Clark, A., Fox, C., & Lappin, S. (Eds.). (2010). *The Handbook of Computational Linguistics and Natural Language Processing*. Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781444324044>
2. Zhou, M., Duan, N., Liu, S., & Shum, H.-Y. (2020). Progress in Neural NLP: Modeling, Learning, and Reasoning. *Engineering*, 6(3), 275-290. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2019.12.015>
3. Sosnovshchenko, O., & Baiev, O. (2010). *Machine Learning with Swift: Artificial Intelligence for iOS*. с. 250
4. Goodfellow, I. J., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., Courville, A., & Bengio, Y. (2014). Generative Adversarial Networks. *Advances in Neural Information Processing Systems 27 (NIPS 2014)*, 27, 2672-2680.

*Бурков Антон Олексійович, магістрант кафедри інформаційних систем та технологій  
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Писаренко Андрій Володимирович, кандидат технічних наук,  
доцент, доцент кафедри інформаційних систем та технологій  
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## ЗАДАЧА НАВІГАЦІЇ РОЮ ДРОНІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕВІДОМОГО СЕРЕДОВИЩА

**Анотація.** Рої дронів є одним з найперспективніших сучасних напрямків у сфері робототехніки та штучного інтелекту. Дана робота присвячена задачі навігації рою дронів для дослідження невідомого середовища засобами штучного інтелекту. В роботі представлена абстрактна математична модель невідомого середовища. Модель враховує фактори, що впливають на рій дронів та кожен дрон окремо, такі як швидкість, стабільність зв'язку та можлива втрата дронів. Поставлена задача вирішена із застосуванням методів штучного інтелекту.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** рій дронів, навігація, навчання з підкріпленням.

**Abstract.** Drone swarms are one of the most promising modern directions in the field of robotics and artificial intelligence. This paper is dedicated to the problem of navigating a drone swarm to explore an unknown environment using artificial intelligence. The paper presents an abstract mathematical model of an unknown environment. The model takes into account factors affecting the drone swarm and each drone individually, such as speed, communication stability, and possible drone loss. The problem is solved using artificial intelligence methods.

**KEY WORDS:** drone swarm, navigation, reinforcement learning.

**Вступ.** З початком повномасштабного російського вторгнення в Україну очевидною видається першочергова роль безпілотних літальних апаратів (далі БПЛА) у сучасних військових діях. Однією з найважливіших задач, що виконують оператори БПЛА, є розвідка та виявлення координат ворожої військової техніки та живої сили [1]. Через значну кількість дронів, що використовуються, задача створення автономного рою військових дронів є перспективною та актуальною. Поєднання декількох дронів у рій є привабливою концепцією, оскільки це розширює можливості у порівнянні з використанням окремих одиночних дронів та додає більше функціональності [2]. Мета роботи полягає у підвищенні ефективності дослідження невідомого простору в умовах тимчасової втрати зв'язку за допомогою рою БПЛА, що керується засобами штучного інтелекту.

**Основна частина.** Опишемо математичну модель задачі. Нехай, задана прямокутна ділянка території з площею  $S_{area}$ , довжиною  $l$  та шириною  $w$ . Рій дронів,

що буде сканувати територію складається з  $n$  дронів. Кожен дрон має власні координати  $x_{i1}, y_{i1}$  точки запуску та координати  $x_{i2}, y_{i2}$  приземлення, які можуть з ймовірністю  $p$  в момент часу  $t$

незначно змінитися. Також у кожного дрона є своя зона огляду у вигляді квадратної ділянки з шириною та довжиною  $m_i$ , де  $i$  – це індекс дрону у рої, відповідно площа зони огляду дорівнює:  $S_i = m_i^2$ . Швидкість кожного дрону визначається рекурентною формулою:  $s_i(t) = s(t-1) + r$ , де  $t$  – час,  $r$  – випадкова зміна у заданих межах, яка моделює зовнішні чинники (пориви вітру або інші природні та технічні чинники). Позначимо через  $x_t$  ймовірність безповоротної втрати окремого дрона у момент часу  $t$ . Позначимо через  $y_t$  ймовірність втрати зв'язку у момент часу  $t$  з окремим дроном рою за випадковий проміжок часу  $T$ .

У заданій математичній моделі необхідно вирішити задачу максимізації просканованої площі  $S_{scanned}$  при мінімізації витраченого на це часу  $T_{spent}$ .

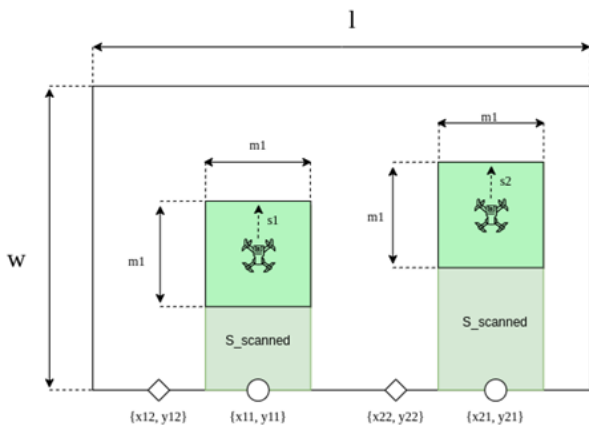


Рис. 1 – Ілюстрація до постановки задачі

Алгоритм вирішення поставленої задачі в кожний момент часу  $t$  визначає для кожного БПЛА вектор руху  $v_i$ .

Для вирішення задачі ефективно використати методи штучного інтелекту. Для управління роєм БПЛА використовуються різні методи так званого ройового інтелекту. Вони є підмножиною

методів штучного інтелекту, побудованих на основі поведінки ройових та стадних тварин [3].

У роботі [4] вирішена задача оминання перешкод роєм дронів за допомогою алгоритму навчання з підкріпленням. Такі алгоритми дозволяють вирішувати задачі дослідження невідомої території роєм дронів, оскільки в такому випадку кожен окремий дрон може виступати як агент, а отже самостійно приймати рішення, враховуючи інформацію з власних сенсорів та від інших дронів рою. Вказана конфігурація дозволяє забезпечити швидку адаптацію рою до втрати частини дронів або повернення їх на зв'язок.

Для визначення оптимальної конфігурації системи визначимо критерій якості  $R$ . Для максимізації просканованої площі  $S_{scanned}$  кількість балів, що отримав рій БПЛА дорівнює:

$R_{scanned} = \frac{S_{scanned}}{S_{area}} 100$ . За кожен одиницю витраченого часу рій втрачає бали, отже

маємо:  $R_{time} = -\frac{\sum_{i=1}^n m_i s_i}{a S_{area}} 100t$ , де  $a$  –

ваговий коефіцієнт, що визначає важливість компонент критерію якості (пріоритет дослідженої площі або витраченого часу). Сумарний критерій якості виражається співвідношенням:

$$R = R_{scanned} + R_{time}$$

Одним з популярних алгоритмів планування маршруту є алгоритм навчання з підкріпленням Q-Learning. Основними кроками алгоритму можна визначити наступні:

1) Визначення простору станів для представлення поточної конфігурації рою і навколишнього середовища (положення кожного дрона, перешкоди та інше).

2) Визначення можливих дій, які кожен дрон може виконати в певному стані (переміщення в сусідні комірки

координатної сітки, оминання перешкод, координація з іншими дронами).

3) Створення Q-таблиці для зберігання Q-значень для кожної пари стан-дія.

4) Визначення критерію якості, який заохочує бажану поведінку (позитивна винагорода за досягнення мети, негативна винагорода за зіткнення).

5) Оновлення Q-значень на основі правила оновлення Q-Learning. Оновлення базується на поточному Q-значенні, безпосередній винагороді та очікуваній майбутній винагороді для наступного стану.

$$Q(s,a) \leftarrow (1-\alpha) \cdot Q(s,a) + \alpha \cdot [r + \gamma \cdot \max_{a'} Q(s',a')],$$

де  $Q(s,a)$  - Q-значення для пари стан-дія  $(s,a)$ ;

$\alpha$  - швидкість навчання;

$r$  - миттєва винагорода;

$\gamma$  - коефіцієнт дисконтування;

$s'$  - наступний стан;

$a'$  - наступна дія.

Навчання полягає в ітеративному оновленні Q-значень на основі отриманих

винагород, що відповідає дослідженню роєм дронів навколишнього середовища.

6) Припинити оновлення Q-значень за умови, що Q-таблиця зійшлася або досягла задовільного стану. Зафіксувати дії з найвищими Q-значеннями для кожного стану.

7) Етап виконання завдання. Рій дронів слідує знайдений оптимальній послідовності дій для навігації в навколишньому середовищі, уникаючи перешкод і досягаючи мети.

З точки зору перспективи вдосконалення описаного алгоритму є застосування механізмів зв'язку і координації між дронами для забезпечення ефективної поведінки рою, врахування енергетичних обмежень та інтеграцію з передовими сенсорними технологіями. Крім того, важливим напрямком подальших досліджень буде вивчення масштабованості алгоритму для більших розмірів рою.

**Висновки.** В роботі представлено дослідження застосування алгоритму Q-Learning для вирішення проблеми оптимального планування маршруту для рою безпілотників. Завдяки представленому алгоритму, продемонстрована здатність алгоритму Q-Learning ефективно керувати БПЛА в невідомому середовищі, оптимізуючі виконання завдань місії.

### Список інформаційних джерел

1. Oprean, L.-G. (June 2023). Artillery and Drone Action Issues in the War in Ukraine. Scientific Bulletin, 28(1), 73-78.
2. Champion, M., Ranganathan, P., & Faruque, S. (2018). UAV swarm communication and control architectures: a review. Journal of Unmanned Vehicle Systems.
3. Chakraborty, A., & Kar, A. K. (2017). Swarm intelligence: A review of algorithms. Nature-Inspired Computing and Optimization, :475–494.
4. Qamar, S., Khan, S. H., Arshad, M. A., Qamar, M., & Khan, A. (n.d.). Autonomous Drone Swarm Navigation and Multi-target Tracking in 3D Environments with Dynamic Obstacles. Pattern Recognition Lab, Department of Computer Information Sciences, Pakistan Institute of Engineering Applied Sciences.

**Буяло Дмитро Олександрович,**

*студент 3 курсу, групи ПП-15,*

*здобувач вищої освіти Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна*

**Науковий керівник: Зубик Людмила Володимирівна,**

*кандидат педагогічних наук, доцент кафедри Інформатики та програмної інженерії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна*

## **СТВОРЕННЯ ВЕБ-ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ З ПРОГРАМУВАННЯ З ФУНКЦІЯМИ ВЕРИФІКАЦІЇ ТА ЗАПОБІГАННЯ ПЛАГІАТУ**

**Анотація.** Ця робота присвячена розробці веб-платформи для запобігання академічної недоброчесності та підміні осіб під час виконання контрольних робіт з програмування у вищих навчальних закладах. Система включає функції компіляції написаного коду, верифікації особи та моніторингу дій користувача в реальному часі за допомогою нейронної мережі [1]. Її впровадження може стати важливим кроком у боротьбі з академічними порушеннями та розвитку інформаційних технологій у освітньому середовищі.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** академічна доброчесність, контроль знань, нейронні мережі в освіті.

**Abstract.** This research is devoted to the development of a Web platform for preventing academic dishonesty and identity switching during programming exams in higher education institutions. The system includes the functions of compiling the written code, verifying the personality and monitoring user actions in real time using a neural network. Its integration can be an important step in the fight against academic violations and the development of information technology in the educational environment.

**KEY WORDS:** academic integrity, knowledge control, neural networks in education.

**Вступ.** У сучасному світі, де інформаційні технології та дистанційне навчання стрімко розвиваються та набирають масовості, з'являється необхідність усунення проблеми академічної недоброчесності при проведенні контрольних заходів у закладах вищої освіти [2]. Особливий акцент у цій роботі зроблено на функції верифікації особи та запобігання плагіату, які є ключовими в умовах зростання недоброчесності. Запропонована програма забезпечує додатковий рівень контролю за рахунок використання камер спостереження в реальному часі для відстеження переміщень користувачів. Це перешкоджає нечесним практикам, і забезпечує вищу ймовірність того, що виконавець залишається зосередженим на завданні й виконує його без сторонньої допомоги.

**Основна частина.** Створений застосунок, пропонують можливості безкоштовної та орієнтований на використання в закладах швидкої компіляції коду з підтримкою вищої освіти, а отже розрахований на багатьох мов програмування для чималої обслуговування великої аудиторії. Більшість кількості користувачів. Через це, спочатку зовнішніх онлайн компіляторів не потрібно створити сервери для



оптимізованого компілювання та виконання коду з врахуванням середовища збереження файлів [3]. Таким чином, платформа стає незалежною від сторонніх ресурсів та підлягає розширенню з модифікаціями під поставлену задачу.

Спроектвана база даних відіграє важливу роль, забезпечуючи зберігання мінімальної інформації про користувача, наприклад, рейтинг, групу, заклад та, обов'язково, фото. На підставі порівняння наявного фото і зображення локальної камери на пристрої виконавця тесту, здійсненого нейронною мережею, виконується підтвердження особи для

запобігання її підміни іншою людиною. Додатково перевіряється наявність інших осіб у полі зору камери, щоб запобігти допомогі та підказок. Виконується відстеження направленості зору, адже при відведенні погляду від завдання, користувач, імовірно, списує чи дивиться в заборонені додаткові джерела інформації [4]. Наявна обробка спроб списування у вигляді запобігання вставки чи копіювання тексту, переходу на іншу вкладку браузера тощо.

Всі інциденти, що можуть свідчити про порушення академічної чесності, записуються в базу даних із відміткою часу. Ця інформація може бути використана викладачем під час оцінювання роботи.

**Висновки.** Підводячи підсумки, можна сказати, що розробка такої системи значно посилює боротьбу з академічним плагіатом у сфері освіти, особливо в умовах, коли дистанційне навчання стає все більш поширеним. Застосунок надає викладачам надійний інструмент для контролю робіт з програмування, роблячи оцінювання більш об'єктивним і справедливим. Окрім того, інтеграція нейронної мережі для моніторингу дій користувача значно підвищила рівень захисту від спроб обману. Впровадження цієї платформи може стати важливим кроком у формуванні культури академічної доброчесності та розвитку інформаційних технологій. У подальшому також можливо запровадити автономне програмне забезпечення, що буде відкривати віртуальне середовище для запобігання інших можливих методів списування. В наступних версіях можна додати автоматизовану перевірку написаного коду за допомогою внутрішніх тестів.

#### Список інформаційних джерел

1. Klette R. Concise Computer Vision / Reinhard Klette. – London.: Springer-Verlag, 2014.
2. Sheard, J.; Simon; Butler, M.; Falkner, K.; Morgan, M.; Weerasinghe, A. Strategies for maintaining academic integrity in first-year computing courses [Електронний ресурс] / Judy Sheard, Simon, Matthew Butler, Katrina Falkner, Michael Morgan, Amali Weerasinghe // ITiCSE'17 – 2017 – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.1145/3059009.3059064>
3. Datta A.; Kumar Paul A. Online compiler as a cloud service [Електронний ресурс] / Arjun Datta; Arnab Kumar Paul // IEEE – 2014 – Режим доступу до ресурсу: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7019416>
4. Holmqvist, K., Nyström, M., Andersson, R., Dewhurst, R., Jarodzka, H., & Van de Weijer, J. (2011). Eye tracking: A comprehensive guide to methods and measures. OUP Oxford.

*Варварчук Владислав Вадимович, здобувач вищої освіти*

*НУОП, Україна*

*Науковий керівник: Шибасєва Наталя Олегівна,*

*доцент кафедри інформаційних технологій*

*НУОП, Україна*

## **ІННОВАЦІЇ В ГАЛУЗІ ВІРТУАЛЬНОЇ ТА ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ INNOVATIONS IN THE FIELD OF VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY**

**Анотація.** У статті розглядаються сучасні інновації в галузі віртуальної та доповненої реальності. Досліджуються технологічні досягнення, що впливають на розвиток цих галузей, та аналізується їхній вплив на сучасне суспільство. Стаття також висвітлює потенціал використання віртуальної та доповненої реальності в різних сферах, включаючи освіту, медицину, бізнес та розваги.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** віртуальна реальність, доповнена реальність, інновації, технології, сучасність.

**Abstracts:** The article examines modern innovations in the field of virtual and augmented reality. It explores the technological advances that influence the development of these industries and analyzes their impact on modern society. The article also highlights the potential of using virtual and augmented reality in various fields, including education, medicine, business, and entertainment.

**KEYWORDS:** virtual reality, augmented reality, innovation, technology, modernity.

**Вступ.** Віртуальна та доповнена реальність з'явилися як трансформаційні технології, що мають потенціал революціонізувати різні аспекти нашого життя. Останні інновації в цих галузях не лише розширили можливості занурення, а й відкрили нові можливості в різних секторах. У цій статті ми заглиблюємося в останні досягнення у сфері віртуальної та доповненої реальності, розглядаємо їхні технологічні основи та досліджуємо різноманітні сфери застосування, які з'явилися в останні роки.

### **Технологічні досягнення у віртуальній реальності.**

1.1. Апаратні інновації. За останні роки апаратне забезпечення віртуальної реальності (VR) зазнало значного прогресу, піднявши ефект занурення на нові висоти. Еволюція VR-гарнітур і периферійних пристроїв призвела до появи більш легких, потужних і зручних у використанні пристроїв [1]. Дисплеї з високою роздільною здатністю, покращена оптика та зменшена затримка сприяють більш реалістичному та комфортному віртуальному середовищу [1]. Крім того, інновації у відстеженні руху та

тактильному зворотному зв'язку розширили можливості користувачів взаємодіяти з віртуальними об'єктами та маніпулювати ними, привносячи новий рівень реалістичності у VR-досвід [1].

1.2. Розробка програмного забезпечення. Програмне забезпечення віртуальної реальності зазнало значного прогресу, що дозволяє створювати все більш реалістичні та складні симуляції. Новітні програми використовують передові технології рендерингу графіки, просторового звуку і штучного інтелекту для створення захоплюючих віртуальних

середовищ [2]. Ці середовища варіюються від реалістичних симуляцій історичних подій до повністю інтерактивних, керованих штучним інтелектом. Інтеграція штучного інтелекту в додатки віртуальної реальності додає динамічних елементів, створюючи більш чутливі та цікаві віртуальні світи [2].

### **Прогрес у доповненій реальності.**

2.1. Пристрої доповненої реальності, що носяться. Доповнена реальність (AR) досягла значних успіхів у розробці пристроїв, що носяться, зокрема розумних окулярів. Ці пристрої пропонують безперешкодну інтеграцію цифрової інформації в реальне середовище користувача [3]. Функціональність розумних окулярів вийшла за рамки базового відображення інформації, включивши в себе такі функції, як розпізнавання жестів і відстеження погляду [3]. Інтеграція доповненої реальності в повсякденне життя і роботу стала більш поширеною, надаючи користувачам цінну контекстну інформацію і покращуючи їх загальний досвід [3].

2.2. Доповнена реальність у промисловості. Промисловість використовує доповнену реальність для навчання та оперативних цілей. Додатки доповненої реальності забезпечують інтерактивні та інформативні накладки на фізичні об'єкти, допомагаючи у виконанні таких завдань, як технічне обслуговування, збірка та контроль якості [3]. Навчальні симуляції з використанням технології доповненої реальності пропонують практичний досвід навчання, скорочуючи час навчання складним процесам [3]. Можливості візуалізації доповненої реальності також знайшли застосування у виробничих та дизайнерських процесах, сприяючи покращенню прийняття рішень та співпраці [3].

### **Застосування в різних секторах.**

3.1. Освіта. Віртуальна реальність переосмислила освітній ландшафт, запровадивши віртуальні класи та імерсивне

навчання [4]. Студенти можуть досліджувати історичні події, проводити віртуальні експерименти та брати участь в інтерактивних уроках, виходячи за межі традиційних освітніх кордонів [4]. Навчальні симуляції у віртуальній реальності стали безцінними для розвитку навичок у таких галузях, як медицина, авіація та інженерія [4].

3.2. Охорона здоров'я. Сектор охорони здоров'я отримав вигоду від додатків віртуальної і доповненої реальності, особливо в медичному навчанні та догляді за пацієнтами [4]. VR полегшує реалістичні хірургічні симуляції, дозволяючи медичним працівникам відточувати свої навички в безпечному середовищі [4]. З іншого боку, доповнена реальність допомагає в медичних процедурах, надаючи інформацію в реальному часі та візуальні вказівки [4]. Ці технології також використовуються для терапевтичних втручань, пропонуючи інноваційні рішення для управління болем і реабілітації [4].

3.3. Бізнес і маркетинг. Віртуальна і доповнена реальність трансформували бізнес і маркетингові стратегії. Компанії використовують віртуальну реальність для демонстрації продуктів, дозволяючи клієнтам випробувати продукцію у віртуальному просторі перед прийняттям рішення про покупку [5]. Доповнена реальність покращує клієнтський досвід завдяки інтерактивній рекламі, дозволяючи користувачам візуалізувати продукти в їхньому реальному середовищі за допомогою мобільних додатків з підтримкою AR [5].

### **Соціальні наслідки та виклики.**

4.1. Соціальна інтеграція. Широке впровадження технологій віртуальної та доповненої реальності викликає питання щодо їхнього впливу на міжособистісну комунікацію та соціальну динаміку [4]. Оскільки люди занурюються у віртуальне середовище, виникає потреба дослідити, як

ці технології можуть впливати на соціальну взаємодію, стосунки та відчуття спільноти [4].

4.2. Етичні міркування. Інтеграція віртуальної та доповненої реальності в повсякденне життя викликає етичні

міркування, зокрема щодо приватності та безпеки даних [5]. Збір та використання персональних даних у віртуальному середовищі вимагає ретельного вивчення для забезпечення довіри та захисту користувачів [5].

**Висновки.** Отже, постійний розвиток технологій віртуальної і доповненої реальності відкриває захоплюючі можливості в різних секторах - від освіти і охорони здоров'я до бізнесу і не тільки. У міру розвитку цих інновацій важливо враховувати пов'язані з ними соціальні наслідки та етичні проблеми, щоб повною мірою реалізувати потенційні переваги імерсивних технологій.

### Список інформаційних джерел

1. Oculus. (2022). Oculus Quest 2. Retrieved from <https://www.oculus.com/quest-2/>
2. Kipman, A. (2016). A futuristic vision of the age of holograms. Retrieved from <https://www.ted.com/tedx>
3. Microsoft. (2022). HoloLens 2. Retrieved from <https://www.microsoft.com/en-us/hololens>
4. Lee, J., Park, D., Kim, H. D., & Zo, H. (2018). Understanding augmented reality adoption in the context of retail marketing: Moderating effects of user characteristics. *Computers in Human Behavior*, 82, 53-66.
5. Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE transactions on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.

*Венделовський Іван Сергійович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Халус Олена Андріївна,*

*старший викладач кафедри інформатики та програмної інженерії*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **ФРЕЙМВОРК ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ВИТРАТ НА УТРИМАННЯ JAVA WEB СЕРВЕРІВ**

### **FRAMEWORK FOR REDUCING MAINTENANCE COSTS OF JAVA WEB SERVERS**

**Анотація.** Зниження вартості утримання WEB серверів досі актуальне. Для досягнення цього наразі відбувається активний перехід до хмарних сервісів. Розроблений фреймворк пропонує зниження витрат на утримання за рахунок розширення кола можливостей застосування дешевих спотових віртуальних машин. Попутно у фреймворку впроваджено деякі додаткові архітектурні обмеження та доповнення. Вони покликані додатково знизити час запуску за рахунок спрощення інфраструктури та одночасно знизити витрати на підтримку за рахунок змушення розробника до слідування кращим практикам.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** Java Web сервер, контейнер інверсії залежностей, спотові віртуальні машини, зниження вартості підтримки.

**Abstract.** Minimizing the costs of maintaining WEB servers is still relevant. To achieve this, there is currently an active transition to cloud services. The developed framework offers a reduction in maintenance costs due to the expansion of the range of possibilities for using cheap spot virtual machines. Along the way, some additional architectural constraints and additions have been introduced into the framework. They are designed to further reduce startup time by simplifying the infrastructure and at the same time reduce support costs by forcing the developer to follow best practices.

**KEY WORDS:** Java Web server, inversion of control container, spot virtual machines, reducing the cost of support.

**Вступ.** У сучасному світі комп'ютерні ресурси стають все доступнішими. Утримання серверів значно здешевлено за рахунок хмарних сервісів. Проте проблема мінімізації витрат на утримання серверів залишається актуальною проблемою.

Більшість хмарних сервісів пропонує дуже знижену ціну на спотові віртуальні машини. Їх недоліком є те що існує ризик втрати цих машин у будь-який момент, і сервер потрібно буде запускати заново. Ця проблема вимагає нових підходів та інноваційних рішень.

Сучасні Java WEB фреймворки ставлять пріоритет на мінімізацію часу обробки запитів і нехтують часом запуску, що не дає їх ефективно застосовувати на спотових машинах.

Ця проблема вимагає нових підходів та інноваційних рішень.

У контексті цього, виникає необхідність в розробці фреймворку, який максимально ефективно використовує ресурси, одночасно оптимізуючи час запуску. Розроблений фреймворк жертвує деякими аспектами для зниження часу запуску. Це рішення відкриває

нові можливості в застосуванні спотових віртуальних машин, що в свою чергу відкриває можливість зниження витрат на утримання Java WEB серверів.

**Основна частина.** Зниження часу запуску досягається за рахунок виключення з процесу запуску операцій що можуть бути виконані уже під час роботи серверу та відмови від деяких функцій. А саме:

- 1) Побудова зв'язків між запитами їх обробниками.
- 2) Створення, перевірка та ініціалізація компонентів ІОС контейнеру.
- 3) Відмова від функцій ORM вибагливих до комп'ютерних ресурсів.

Для мінімізації негативних наслідків першого пункту ініціалізацію було розбито на блок ініціалізації REST контролерів, звичайних контролерів, TCP контролерів та блок ініціалізації Компонентів ІОС контейнеру. Для кожного блоку впроваджено конфігураційну властивість що дозволяє включити блок у ініціалізацію пуд час старту.

Окрім цього для мінімізації часу обробки запитів у фреймворку створено ініціалізацію їх у окремому потоці з пониженим пріоритетом. Це дозволяє оптимально використати ресурси та виконати ініціалізацію всіх або частини компонентів у випадку якщо після запуску серверу якийсь час запитів не буде і він буде простоювати. Користувач має можливість з допомогою конфігурації ввімкнути цю функцію та налаштувати пріоритет.

Для зниження незручностей у розробці пов'язаних з відмовою від ORM було розроблено набір інтерфейсів та абстрактних класів що дозволяють реалізувати роботу з базою даних у максимально подібному стилі. На рисунку 1 запропоновано діаграму цих службових класів.

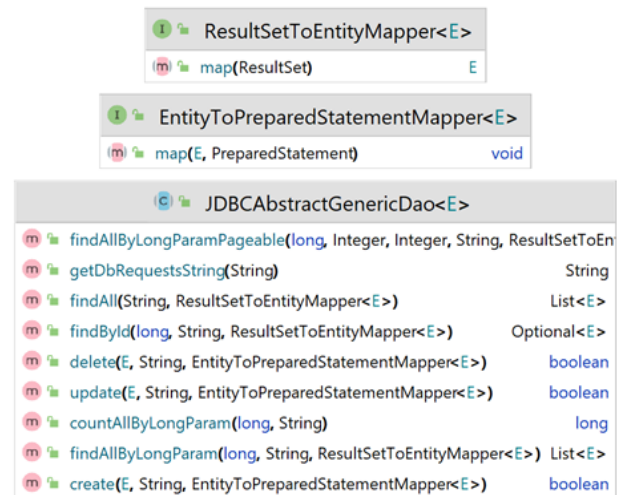


Рис 1. Діаграма службових класів для запитів до БД.

Реалізації перших двох інтерфейсів передаються в уже створені CRUD методи для перетворення об'єкту у запит та результату запиту у java об'єкт. Що дозволяє оперувати з DAO класами у стилі дуже подібному до того що надає ORM.

Зниження витрат на утримання також може бути досягнуто полегшенням внесення змін у існуючий код. Існуючі фреймворки побудовані за концепцією надання максимальної свободи дій бо це прискорює процес розробки але при цьому це дає і поле для архітектурних помилок що негативно впливає на вартість підтримки. Для зниження витрат на підтримку в фреймворку було створено ряд додаткових обмежень для змушення користувачів слідувати кращим практикам.

Ці рішення одночасно дають можливість знизити час необхідний на інфраструктурні операції фреймворку за рахунок відмови від підтримки некоректних архітектурних сценаріїв.

Перше суттєве архітектурне покращення у підтримці архітектурного стилю REST. Фреймворк дозволяє REST контролеру мати лише 5 методів, що відповідають кожній кінцевій точці протоколу.[1] Конфігурація адреси та

параметрів URL знаходиться на рівні всього контролеру і не може бути модифікована для кожного запиту окремо. Це змушує до коректного створення контролерів без перевантаження їх додатковими методами або методами що не відповідають архітектурному стилю. Одночасно це дозволяє значно спростити процес ініціалізації та управління контролерами чим знизити час запуску.

Феб форми за специфікацією мови HTML підтримують тільки методи GET та POST [2]. Внаслідок чого їх неможна використовувати для створення форм що відправляють запити на REST API. У фреймворку було додано цю можливість. Прихований параметр у формі та підтримка його обробки на боці серверу. Що дає можливість створювати легше підтримувані CRUD форми.

Робота за протоколом WEB Socket сильно відрізняється від описаних вище видів мережевої взаємодії. Це логічний наслідок того що HTTP протокол працює по принципу послідовних запитів та відповідей в той час як сокети дають можливість асинхронного обміну повідомленнями в обох напрямках [3].

Незважаючи на це у фреймворку вдалось досягти подібної конфігурації та організації роботи. Для забезпечення цього додано поняття типу повідомлення. Базуючись на ньому визначається контролер відповідальний за його обробку.

Фремворк підтримує відправлення повідомлень між TCP сесіями. Цей функціонал забезпечується 3 словниками. Перший словник пов'язує ідентифікатор користувача та TCP сесію, він потрібен для того щоб забезпечити отримання повідомлень адресованих користувачу у випадку створення ним нової сесії.

Другий словник пов'язує ідентифікатор користувача та список інших користувачів зацікавлених в сповіщеннях від нього.

Останній словник пов'язує ідентифікатор сесії користувача та екземпляр класу фронтконтроллера що пов'язаний з заданою сесією.

Завдяки цьому підходу з точки зору користувача обробка сповіщень між сесіями виконується так само як і мережеві повідомлення. Це дає можливість пере використовувати одні і ті самі контролери та повідомлення і дуже сильно спростити конфігурацію. По суті користувачу не важливо при розробці чи приходить повідомлення з мережі чи від іншої сесії.

Підтримка TCP протоколу та функціоналу сповіщень додатково відкриває можливість для застосування заданого фреймворку для онлайн ігор, наприклад шахів.

Розповсюдженою поганою практикою є впровадження циклічних залежностей.[4] В фреймворку цю підтримку було прибрано що з одного боку дозволяє спростити процес вирішення залежностей ІОС контейнером. А з другого веде до покращення підтримуваності коду змушуючи до слідуванню модульності, правильному розподілу відповідальностей полегшенню тестування.

На рисунку 2 зображено порівняння часу запуску при повній ініціалізації із найрозповсюдженішим подібним за функціоналом фреймворком Spring та сервером GlasFish що реалізує специфікацію java EE. Для експерименту було застосовано класичний сценарій з побудови веб додатку за тришаровою архітектурою.

Кожен ланцюжок складається з п'яти компонентів – контролер обробки веб запитів, інтерфейс сервісу та сам сервіс що виконують бізнес логіку і ДАО інтерфейс та його реалізація для збереження результату в базу даних.

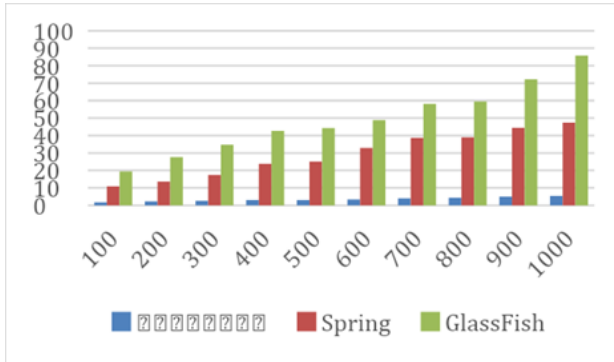


Рис 2. Час запуску при різній кількості класів у тришаровому ланцюжку.

По осі Y представлено час у секундах, а по осі X кількість ланцюжків у програмі.

В таблиці 1 представлено конфігурацію середовища де було проведено експеримент.

Таблиця 1 – конфігурація серверу.

Параметр	Значення
Операційна система	Windows 10
Розрядність операційної системи	64
Кількість ядер в процесорах	4
Кількість логічних процесорів	8
Частота процесорів	3.00 GHz
Об'єм оперативної пам'яті	32 GB
Частота оперативної пам'яті	3200 Hz
Тип жорсткого диску	SSD

**Висновки.** Створений фреймворк здатен запускатись значно швидше існуючих аналогів і при цьому підтримує усі базові функції WEB фреймворку, а саме: Обробку запитів за моделлю MVC, управління залежностей з допомогою методу DI, роботу за ключовими веб протоколами та архітектурним стилем REST. Завдяки чому його застосування дозволить розширити коло задач для яких можна задля економії застосовувати спотові віртуальні машини.

#### Список інформаційних джерел

1. Webber, Jim, Savas Parastatidis, and Ian Robinson. REST in practice: Hypermedia and systems architecture. " O'Reilly Media, Inc.", 2010.
2. <https://www.w3.org/TR/2011/WD-html5-20110405/association-of-controls-and-forms.html#attr-fs-method>
3. Fette, Ian, and Alexey Melnikov. The websocket protocol. No. rfc6455. 2011.
4. Koenrschild, Kirk. Java design: objects, UML, and process. Addison-Wesley Professional, 2002: 27-29.



*Войтко Анатолій Сергійович, здобувач вищої освіти магістерського рівня*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Стеценко Інна Вячеславівна, доктор технічних наук, професор, професор кафедри інформатики та програмної інженерії*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **МОДУЛЬ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО ВИЯВЛЕННЯ ТА РЕАКЦІЇ НА КРИЗОВІ СИТУАЦІЇ**

**Анотація.** Дослідження зосереджено на боротьбі з дезінформацією в медіа з використанням модулю до конвеєра обробки даних, що надає змогу виявляти потенційні кризові ситуації в реальному часі на базі аналізу текстових та числових метрик статті незалежно від її джерела походження, проводячи їхнє оцінювання, і створювати на їх базі інтелектуальну аналітику медіапростору, яка допомагає в ідентифікації незвичайних відхилень і патернів та сприяє своєчасному реагуванню на зміни у поведінці аудиторії та підтриманню стабільності цифрового впливу.

**Ключові слова:** антикризовий менеджмент, аналіз текстових даних, виявлення аномалій, мікросервіси, управління кризами, система виявлення криз.

**Abstract.** The research focuses on combating misinformation in the media through the use of a module integrated into the data processing pipeline. This module enables real-time identification of potential crisis situations based on the analysis of textual and numerical metrics of an article, regardless of its source of origin. It facilitates the evaluation of these metrics and the creation of intelligent media space analytics. This, in turn, assists in identifying unusual deviations and patterns, contributing to timely responses to changes in audience behavior and maintaining the stability of digital influence.

**Keywords:** anticrisis management, text data analysis, anomaly detection, microservices, crisis management, crisis detection system.

**Вступ.** У інформаційну еру сучасний світ втрачає близько \$78 мільярдів кожного року [1] через дезінформацію, яка швидко розповсюджується і шкодить репутації та довірі до компаній та організації [2]. Через це понад 50% компаній відчують порушення діяльності та втрати доходів, а 27% зазнають падіння у ціні акцій. Швидкість реакції на кризу є ключовою; більшість компаній потребують від декількох годин до днів для реагування [3], що є недостатнім для мінімізації можливих втрат. Також до проблеми додається недостатня кількість ресурсів і кваліфікації серед персоналу, особливо в аналізі даних і цифрових медіа. Тож підсумовуючи, проблема що розглядається полягає в неефективному управлінні медіа, нестачі інструментів і робочої сили, що призводить до фінансових і репутаційних наслідків. Сучасним викликом є створення ефективніших методів моніторингу та аналізу даних для ідентифікації трендів і тем медіапростору, виходячи за рамки існуючого інструментарію на кшталт звичайного пошуку за ключовими словами та створення графіків охоплення.

**Основна частина.** Для вирішення поставленої задачі необхідно для початку розглянути предметну область, сформувані вимоги до програмного засобу та розробити програмне забезпечення, що буде виконувати задачу, яка ставилась.

**Предметна область і формування вимог до програмного засобу.** У контексті предметної області даного дослідження під кризовою ситуацією у зв'язках з громадськістю розуміють будь-яку подію або серію подій, які можуть завдати шкоди репутації, фінансовому здоров'ю або операційній спроможності організації. Такі події можуть бути різноманітними, але, зазвичай, характеризуються потенціалом негативних наслідків і потребою у негайній реакції. Реакцією на неї, у свою чергу, є раннє попередження клієнта про потенційно вірусну або резонансну справу, яка потребує уваги. Це стисле та своєчасне сповіщення, у якому чітко вказується на ризик або можливість для клієнта, нагальність і потенційну напрям розвитку. Тож результатом роботи програмного забезпечення у цій діяльності є створення попереджень про саму кризову ситуацію. Попередження - це своєчасні повідомлення про потенційно вірусні чи важливі медійні події, що вимагають термінової уваги. Вони вказують на ризики чи можливості, допомагаючи клієнтам швидко оцінити ситуацію для вжиття тактичних рішень. Попередження можуть інформувати про великі кризи або надавати можливості для покращення комунікацій. Вони створюються на основі критеріїв, таких як з'явлення нових тем, динаміка поширення інформації та зміни уваги ЗМІ. Попередження є критично важливими інструментами для ефективного управління кризовими ситуаціями, забезпечуючи інформацію про кризові ситуації, їх охоплення та розповсюдження, індивідуально налаштовані для потреб кожного клієнта. Попередження можуть бути створені через такі причини:

- поява нової теми, пов'язаної з об'єктом інтересу;
- швидке розповсюдження інформації, що стосується об'єкту;
- зміни у актуальності теми чи інформаційної події, пов'язані з об'єктом;
- зростання або спад кількості статей, пов'язаних з об'єктом;
- зміни уваги ЗМІ до події або заяви, пов'язаної з об'єктом;
- збільшення активності інформаційних джерел щодо теми або події, пов'язаної з об'єктом;
- зростання згадувань особи, організації чи регіону, асоційованого з об'єктом;
- зміни в ставленні до ситуації або події, що пов'язаної з об'єктом.

Також програмне забезпечення при обробці інформації має враховувати сезонність даних, неповність даних, особливості новинних доменів і джерел, бути масштабованим і мати достатню швидкодію для роботи в реальному часі.

**Аналіз існуючих рішень.** Існуючі рішення у сфері моніторингу медіа-простору поділяються на дві категорії. Перша - це готові продукти, наприклад, Brandwatch і Brand24, що надають універсальний моніторинг за ключовими словами із відображенням результатів у дашборді, але потребують кваліфікованого аналітика для інтерпретації даних. Друга категорія - це рішення, які інтегровані до програмних комплексів. Elasticsearch Anomaly Detection виділяється завдяки алгоритмам, що враховують сезонність і взаємний вплив потенційних кризових маркерів, але не виконує аналіз даних у реальному часі. Натомість Knowi, інтегрується з популярними базами даних і має функції реагування на кризи, але не має просунутих алгоритмів виявлення.

**Розробка архітектури програмного забезпечення.** Програмний комплекс, який потребує інтеграції модуля для виявлення і реакції на кризові ситуації, представляє

собою ETL пайплайн без допоміжних інструментів. Він складається з набору сервісів, кожен з яких має варіації для різних джерел даних. Сервіси спілкуються через спільного брокера повідомлень. Кожен сервіс представлений групами контейнерів із функціоналом автоматичного масштабування на основі аналізу черги, яку вони обробляють. У мікросервісній архітектурі програмного комплексу, включаючи модуль для виявлення та реакції на кризові ситуації, для міжсервісних комунікацій використовуються брокери повідомлень, які гарантують доставку без повторного надсилання, але не зберігають порядок повідомлень і не дозволяють визначати їх пріоритетність. Основною базою для збереження оброблених медіа-даних служить Elasticsearch, обраний за можливості повнотекстового пошуку та широкий стек технологій, включаючи Kibana. Kibana як візуальний інтерфейс, інтегрований з Elasticsearch, надає змогу візуалізувати дані та створювати інтерактивні дашборди для глибшого аналізу інформації. Архітектура інтеграції модулю до конвеєру даних складається з сервісу передбачення, сервісу виявлення і сервісу групування й обробки даних. Сервіс прогнозування запускається раз на день для збору даних за минулі 7 днів з Elasticsearch і робить прогнози для кожної точки вивантаження. Процес групування даних та ітерації для прогнозування оптимізовано за допомогою різних заходів, включаючи використання гіперпараметрів моделі, автоматичне масштабування, і використання даних за останні 7 днів для прогнозів на два дні вперед. Для зберігання прогнозованих метрик використовується MySQL база даних з локальним кешем. Враховуючи, що повідомлення проходять через весь пайплайн перед виявленням аномалій та приходять не в хронологічному порядку, використовується стратегія кешування, яка завантажує всі записи за годину до і після

запиту, з одногодинним терміном зберігання кешу. Поява нового інформаційного приводу виявляється через різке збільшення кількості статей, які містять відповідний інформаційний привід, що визначається порівнянням кількості статей за певний час. Активне розповсюдження інформації вимірюється збільшенням метрик охоплення на статтях з відповідною інформацією, що фіксує аномальну динаміку чи ріст. Збільшення уваги до події або заяви, або збільшення згадувань особи, організації, або регіону визначається через аналіз метрик охоплення і порівняння змісту статті з визначеними запитами або шаблонами. Зміни в ставленні до ситуації чи події оцінюються через динаміку метрик настрою або ставлення у статтях до визначеного об'єкта. Сервіс виявлення аномалій відповідає за виявлення будь-яких аномалій для кожного повідомлення, використовуючи різні доступні методи. Він оцінює кожну аномалію, складає її опис, генерує загальні попередження, визначає ключові аномалії, створює текстовий опис і генерує посилання для легкого доступу аналітиків через Kibana, що дозволяє окремо використовувати результати роботи даного сервісу людиною. Цей сервіс дублює повідомлення з кінця ETL пайплайну, ставши його уніфікованою частиною. Сервіс групування та обробки даних отримує результат роботи попереднього сервісу, у вигляді переліку виявлених відхилень, на базі яких формує набір даних для подальшої обробки. Далі відбувається процес групування текстів на основі їхньої семантичної близькості, використовуючи алгоритм BERTopic [4]. Цей підхід є ефективним для виявлення прихованих тем або концепцій у великих наборах текстових даних, таких як статті, відгуки користувачів, або тексти з соціальні медіа. Для цього використовується моделі мовленнєвого згортання щоб перетворити кожен текст у високовимірний вектор. Ці вектори представляють семантичну сутність

текстів. Після чого високовимірні вектори скорочують до менших розмірностей за допомогою техніки UMAP, й далі йде кластеризація алгоритмом HDBSCAN. Після чого отримані теми передаються великій мовленнєвій моделі GPT-4 для формування

короткої вижимки кожного кластерів і пошуку згаданих наративів. Дана інформація після виводиться користувачам у вигляді легких для розуміння попереджень, написаних природньою мовою, що є бажаним результатом роботи модулю.

**Висновки.** За результатами дослідження, яке фокусується на боротьбі з дезінформацією в медіа, було розроблено архітектуру спеціалізованого модулю до конвеєра обробки даних, що є ефективним засобом для виявлення потенційних кризових ситуацій. Даний підхід дозволив аналізувати текстові та числові метрики статті незалежно від її джерела та домена задля ідентифікації незвичайних відхилень, що сприяє своєчасному реагуванню на зміни у поведінці аудиторії. Створення кінцевого продукту у вигляді попереджень стало можливим за допомогою використання передових технологій, таких як моделі вкладання текстів та алгоритми зменшення розмірності, для групування текстів на основі їхньої семантичної близькості, що дозволяє виявляти приховані теми або концепції у великих наборах даних. Використання великої мовленнєвої моделі для створення короткого опису кожного кластеру та пошуку згаданих наративів додатково підсилює можливості системи, дозволяючи надавати користувачам легкі для розуміння попередження, написані природньою мовою.

#### Список інформаційних джерел

1. Prof. Cavazos: 'Fake News' Has a Real Cost - and It's in the Billions. University of Baltimore - Undergraduate & Graduate Degrees in Maryland. URL: <https://www.ubalt.edu/news/news-releases.cfm?id=3425> (дата звернення: 17.12.2023).
2. World Economic Forum. "Global Risks 2013 Eighth Edition". URL: [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GlobalRisks\\_Report\\_2013.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalRisks_Report_2013.pdf) (дата звернення: 17.12.2023).
3. "Containing a Crisis". URL: <https://www.freshfields.com/49fabbb/globalassets/campaign-landing/cyber-security/containing-a-crisis.pdf> (дата звернення: 17.12.2023).
4. Grootendorst M. (2022). BERTopic: Neural topic modeling with a class-based TF-IDF procedure. arXiv preprint, arXiv:2203.05794 . URL:<https://arxiv.org/abs/2203.05794> (дата звернення: 17.12.2023).

*Ганон Максим Олегович, здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Шимкович Володимир Миколайович,*

*к.т.н., доцент кафедри інформаційних систем та технологій*

*НТУУ “КПІ ім. Ігоря Сікорського”, Україна*

## **ШВИДКІСНІ АЛГОРИТМИ ОПТИЧНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ В НИЗЬКОКОНТРАСТНИХ СЕРЕДОВИЩАХ З УРАХУВАННЯМ КОНТЕКСТУ**

### **CONTEXT-AWARE FAST ALGORITHMS FOR OPTICAL PATTERN RECOGNITION IN LOW-CONTRAST ENVIRONMENTS**

**Анотація.** Завданням роботи було оптимізувати алгоритми пошуку зображень в умовах низького контрасту з обмеженими обчислювальними ресурсами. Використовуючи мультимодальну мовну модель та векторну базу даних, система забезпечила швидку та точну обробку великого обсягу даних. Аналіз контрасту та налаштування моделі на зображеннях з низьким контрастом дозволили системі адаптуватися до умов обмеженого контрасту, підвищуючи точність розпізнавання.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** розпізнавання образів, векторний пошук, низькоконтрастне середовище, мультимодальні моделі.

**Abstract.** The objective of the work was to optimize image search algorithms in conditions of low contrast with limited computing resources. Using a multimodal language model and a vector database, the system provided fast and accurate processing of a large amount of data. Contrast analysis and model tuning on low-contrast images allowed the system to adapt to limited contrast conditions, improving recognition accuracy.

**KEY WORDS:** pattern recognition, vector search, low-contrast environment, multimodal models.

**Вступ.** У світі постійного технологічного розвитку, використання оптичних систем для розпізнавання образів в різних умовах стає актуальним завданням. Особливо важливим є вдосконалення алгоритмів у низькоконтрастних середовищах, де традиційні методи можуть виявитися неефективними. Дана робота присвячена розробці швидкісної системи оптичного розпізнавання, а також налаштування алгоритмів, яка забезпечує точність та насамперед швидкість в умовах обмеженого контрасту, враховуючи при цьому заданий контекст.

**Основна частина.** В даній роботі було глибоко проаналізовано проблематику оптичного розпізнавання образів у низько контрастних умовах, де об'єкти та сцени на зображеннях можуть виявлятися погано видимими через недостатній рівень освітлення або інші впливові фактори. Такі умови є загрозовими для ефективності сучасних систем та застосувань, зокрема в областях безпеки та автономних технологій. Низька контрастність породжує важливі виклики у визначенні та розпізнаванні об'єктів, що виходять за межі здатностей традиційно налаштованих алгоритмів та моделей. Відновлення достовірної інформації з образів у таких умовах стає пріоритетом для подальшого розвитку систем оптичного розпізнавання.

В цьому дослідженні було призначено часткове вирішення проблеми низької контрастності за допомогою моделі CLIP ViT-B/16 [1] та векторної бази даних Pinescone. Використання моделі CLIP, яка поєднує в собі властивості контрастного навчання, та векторної бази даних, дозволило системі ефективно адаптуватися до викликів низько контрастних умов. Модель CLIP ViT-B/16 була вибрана через свою вражаючу здатність розуміння текстового та візуального контенту, що робить її ідеальним вибором для комплексного підходу до оптичного розпізнавання образів з контекстом.

Архітектура системи була спроектована так, щоб максимально враховувати потреби користувачів та забезпечувати оптимальний взаємозв'язок між текстовими запитами та векторним пошуком у базі даних. В результаті користувач отримує зручний та швидкий доступ до зображень, контекстуально пов'язаних із його запитом. Система також була розширена для можливості паралельної обробки багатьох запитів, що підвищує її продуктивність та дозволяє працювати з великим обсягом даних одночасно. Цільова

архітектура забезпечує не лише точність розпізнавання, але й швидкість відповіді, важливу для сучасних вимог до реального часу в застосуваннях оптичного розпізнавання.

Базова модель CLIP була піддана налаштуванню [2, с. 8754] на наборі зображень ImageNet-1K [3]. Цей набір частково оброблявся за допомогою Albumentations [4] з метою поліпшення адаптації до умов низької контрастності. Такий підхід покликаний забезпечити ефективне використання моделі в середовищах з обмеженим рівнем видимості та низькою контрастністю, враховуючи особливості цільових застосувань.

Налаштування параметрів обробки зображень та параметрів моделі дозволила досягти оптимального балансу між точністю та ефективністю в умовах низької контрастності.

Проведений аналіз результатів експериментів дозволяє зробити висновок про успішність запропонованого експерименту. Оптимізована система, побудована на базі моделі CLIP ViT-B/16 та векторної бази даних Pinescone, виявила непогану здатність розпізнавання образів в умовах низької контрастності.

**Висновки.** У цій роботі акцент робився на оптимізації алгоритмів пошуку зображень в умовах низького контрасту для швидкості обробки та оптимального використання обчислювальних ресурсів. Використання мультимодальної мовної моделі та векторної бази даних, разом з налаштуванням моделі CLIP на зображеннях з низьким контрастом, дозволило отримати швидку та точну систему розпізнавання образів в низькоконтрастних умовах. Алгоритми та модулі, спрямовані на підвищення ефективності пошуку та розпізнавання образів в умовах низького контрасту, роблять систему більш ефективною та більш точною. Таким чином, розроблена система оптичного розпізнавання забезпечує високу швидкість та точність умовах низького контрасту, роблячи її ефективним рішенням для застосувань, де важливий специфіка – низькоконтрастне середовище та важливий аспект – обмежені ресурси.

#### Список інформаційних джерел

1. An image is worth 16x16 words: Transformers for image recognition at scale. / [A. Dosovitskiy, L. Beyer, A. Kolesnikov та ін.]. // arXiv preprint arXiv:2010. – 2020. – №11929.

2. Learning Transferable Visual Models From Natural Language Supervision / [A. Radford, J. Kim, C. Hallacy та ін.]. // International conference on machine learning. PMLR. – 2021. – С. 8748–8763.
3. ImageNet: A large-scale hierarchical image database / [J. Deng, W. Dong, R. Socher та ін.]. // IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – 2009. – №1109. – С. 248-255.
4. Albumentations: fast and flexible image augmentations / [E. Khvedchenya, V. Iglovikov, A. Kalinin та ін.]. // Information. – 2020. – №11. – С. 125.

*Гідзун Денис Володимирович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

**Науковий керівник: Орленко Сергій Петрович,**

*кандидат технічних наук., старший викладач кафедри інформаційних систем та технологій*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **ЗАСТОСУВАННЯ АЛГОРИТМУ ДЕЛОНЕ ТА МІНІМАЛЬНОГО КІСТЯКОВОГО ДЕРЕВА ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ 3D РІВНІВ**

### **APPLICATION OF THE DELAUNAY ALGORITHM AND MINIMUM SPANNING TREE FOR 3D LEVEL GENERATION**

**Анотація.** У роботі досліджуються підходи в ігровій індустрії для створення 3D ігрових середовищ, з акцентом на процедурній генерації рівнів. Особлива увага приділяється використанню алгоритмів Делоне та Мінімального Кістякового Дерева (МКД) для розробки унікальних, складних та захоплюючих ігрових просторів. В роботі описано застосування цих алгоритмів, включаючи кроки для триангуляції Делоне та створення МКД, а також їх адаптацію для тривимірного простору. Це включає аналіз переходу від плоских трикутників до об'ємних тетраедрів, що надає вертикальний аспект структурі рівнів. Значення цієї роботи полягає у впровадженні передових методів для збагачення ігрового дизайну та створення більш захоплюючих ігрових вражень.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** процедурна генерація, 3D ігрові середовища, алгоритм Делоне, Мінімальне Кістякове Дерево (МКД), триангуляція, тривимірний простір, ігровий дизайн.

**Abstract.** This work explores approaches in the gaming industry for creating 3D gaming environments, with a focus on procedural level generation. Special attention is given to the use of the Delaunay algorithm and Minimum Spanning Tree (MST) for developing unique, complex, and engaging game spaces. The paper describes the application of these algorithms, including steps for Delaunay triangulation and the creation of MST, as well as their adaptation to three-dimensional space. This includes an analysis of the transition from flat triangles to volumetric tetrahedra, adding a vertical aspect to the level structures. The significance of this work lies in the implementation of advanced methods to enrich game design and create more captivating gaming experiences.

**KEYWORDS:** procedural generation, 3D gaming environments, Delaunay algorithm, Minimum Spanning Tree (MST), triangulation, three-dimensional space, game design.

**Вступ.** У пошуках нових шляхів створення захоплюючих ігрових середовищ, ігрова індустрія звертається до інноваційних технік, серед яких важливе місце займає процедурна генерація 3D рівнів. Цей метод дозволяє розробникам створювати унікальні, складні та цікаві ігрові простори. Для реалізації цього підходу використаємо алгоритми Делоне та Мінімального Кістякового Дерева (МКД), які разом формують основу для створення зв'язаних і структурованих ігрових рівнів.



**Основна частина.** Алгоритм Делоне - це метод триангуляції, використовуваний для створення оптимального під'єднання точок у просторі без перетину ліній [1]. У контексті генерації рівнів, це означає розподіл простору таким чином, щоб кожна кімната була з'єднана з іншими найкоротшими та логічно послідовними шляхами.

Мінімальне Кістякове Дерево (МКД) використовується для створення мінімального набору зв'язків між точками, що гарантує зв'язність всіх кімнат без створення зайвих циклів. Цей метод спрощує структуру рівнів, роблячи їх більш зрозумілими та навігаційно ефективними для гравців. Ці алгоритми дозволяють створювати складні, різноманітні та зв'язані структури, які забезпечують глибокий ігровий досвід.

Послідовність роботи алгоритму Делоне:

1. Розміщення кімнат у віртуальному просторі: Цей етап включає випадкове розміщення кімнат у просторі рівня. Кожна кімната визначається своїми координатами, які стають ключовими точками для подальшої триангуляції [2].

2. Триангуляція Делоне: На цьому етапі кожна кімната перетворюється на вершину у графі. Алгоритм Делоне застосовується для створення трикутників, які з'єднують ці вершини. Ребра цих трикутників представляють потенційні коридори, що забезпечують зв'язок між кімнатами. Така структура сприяє логічному та інтуїтивно зрозумілому плануванню рівнів, де кожен коридор має чітке функціональне призначення.

3. Покращення маршрутів: Останнім кроком триангуляції Делоне є покращення маршрутів. Це включає аналіз та коригування з'єднань між кімнатами, щоб уникнути надмірно складних або заплутаних маршрутів. Цей процес забезпечує, що

кожен шлях у рівні є цікавим, але водночас зрозумілим та зручним для навігації гравця.

Послідовність роботи алгоритму МКД:

1. Створення МКД з триангуляції: Використовуючи структуру, створену алгоритмом Делоне, МКД формується шляхом вибору мінімального набору ребер, що забезпечують зв'язність усіх кімнат без створення циклів.

2. Гарантування зв'язності без циклів: МКД забезпечує, що кожна кімната в рівні є доступною для гравця, при цьому уникаючи створення зайвих циклічних маршрутів, які можуть заплутати або знизити ігровий досвід.

3. Розширення маршрутної мережі: Для додання різноманітності та складності до рівня, додаткові коридори можуть бути додані поза основними шляхами МКД. Це дозволяє створити більш складні та інтерактивні ігрові середовища, де гравці можуть виявити нові шляхи і відкриття.

В адаптації цих алгоритмів до тривимірного простору важливим є перехід від плоских трикутників до об'ємних тетраєдрів, що дозволяє розташовувати кімнати на різних рівнях і додає вертикальний аспект до структури рівнів [3]. Цей процес в тривимірному просторі вимагає точнішого підходу до визначення зв'язків між кімнатами, оскільки тепер має враховуватися додаткова вимірність. МКД у 3D дозволяє створити зв'язну мережу коридорів, які можуть вести як горизонтально, так і вертикально, надаючи рівням додаткову глибину та складність. Це відкриває широкі можливості для інновацій у ігровому дизайні, створюючи умови для більш різноманітного ігрового процесу [4]. Використання цих алгоритмів у розробці ігрових рівнів не лише збагачує візуальну та ігрову складність, але й сприяє розвитку ігрових навичок та інтересів гравців, відкриваючи нові горизонти в ігровій індустрії.

**Висновки.** Аналіз використання алгоритмів Делоне та Мінімального Кістякового Дерева для створення 3D рівнів у ігрових середовищах демонструє їх ефективність у розробці складних і захоплюючих ігрових просторів. Ці методи сприяють розширенню можливостей ігрового дизайну, надаючи гравцям більш глибокий і залучений досвід. Використання цих алгоритмів у розробці ігрових рівнів збагачує візуальну та інтерактивну складність, розвиває інтереси та навички гравців. Інтеграція алгоритмів Делоне та МКД у процес створення 3D рівнів відіграє важливу роль у підвищенні якості ігрового досвіду, вносячи значний вклад у розвиток ігрової індустрії.

#### **Список інформаційних джерел**

1. Cheng, S.-W., Dey, T. K., Shewchuk, J. R. (2012). Delaunay Mesh Generation. CRC Press, Boca Raton, Florida.
2. De Berg, M., Cheong, O., van Kreveld, M., and Overmars, M. (2008). Computational Geometry: Algorithms and Applications. Springer-Verlag, Berlin.
3. Delaunay Triangulation in Geometric Modeling. Delft University of Technology. URL: <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:1e24b455-728d-42c0-82c5-e55f64956161/datastream/OBJ> (дата звернення: 30.11.2023).
4. Tanya X. Short, Tarn Adams. "Procedural Generation in Game Design". CRC Press, 2017.

*Глеб Владислав Юрійович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Тарасенко-Клятченко Оксана Володимирівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри системного програмування та спеціалізованих комп'ютерних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **ПЕРЕДАЧА ІНФОРМАЦІЇ, ЗАХИЩЕНОЇ ЗА ДОПОМОГОЮ АСИМЕТРИЧНИХ АЛГОРИТМІВ ШИФРУВАННЯ**

**Анотація.** Доповідь присвячена розгляду застосування асиметричних алгоритмів шифрування, зокрема RSA, для передачі інформації в безпечних комунікаційних системах. У доповіді буде проаналізовано принципи роботи асиметричних шифрів, їхню основну концепцію та математичні засади. Особлива увага буде приділена практичним застосуванням RSA для забезпечення конфіденційності та цілісності інформації під час її передачі через відкриті мережі. Доповідь також розгляне можливі ризики та виклики, пов'язані з використанням асиметричних алгоритмів, та запропонує рекомендації щодо забезпечення ефективного та безпечного використання цих методів шифрування в різних сферах інформаційної безпеки.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** асиметричне шифрування, шифрування, асиметричні алгоритми шифрування

**Abstract.** The presentation is dedicated to the exploration of the application of asymmetric encryption algorithms, particularly RSA, for secure information transmission in communication systems. The presentation will analyze the working principles of asymmetric ciphers, their core concepts, and mathematical foundations. Special attention will be given to the practical implementations of RSA to ensure the confidentiality and integrity of information during transmission over open networks. The presentation will also examine potential risks and challenges associated with the use of asymmetric algorithms, offering recommendations for ensuring effective and secure utilization of these encryption methods in various realms of information security.

**KEYWORDS:** asymmetric encryption, encryption, asymmetric encryption algorithms

**Вступ.** Захист конфіденційної інформації є найважливішою задачею в сучасному цифровому світі. Асиметричні алгоритми шифрування, такі як RSA (Rivest-Shamir-Adleman), надають високий рівень безпеки у передачі інформації через мережі. У даному рефераті розглянемо застосування цих алгоритмів для захисту передачі конфіденційної інформації.

**Постановка задачі.** Основною метою цього дослідження є створення застосунку для шифрування повідомлень. Цей застосунок повинен реалізувати підхід асиметричних алгоритмів для шифрування і розшифрування даних

**Основні принципи асиметричного шифрування.** Асиметричні алгоритми шифрування використовують пари ключів:

публічний і приватний. Публічний ключ використовується для шифрування інформації, а приватний — для розшифрування. Така схема гарантує високий рівень безпеки, оскільки навіть володар публічного ключа не може розшифрувати дані без відповідного приватного ключа.

**Опис запропонованої архітектури застосунку.** Застосунок буде складатись з таких вузлів як:

- Інтерфейс користувача
- Серверна частина
- База даних

**Інтерфейс користувача.** В інтерфейсі повинні бути реалізовані весь функціонал який надає змогу відправляти повідомлення від відправника до одержувача. А саме повинна бути сторінка авторизації, автентифікації, створення, видалення і відправка повідомлень. Як основну платформу для інтерфейсу було обрано веб браузер як кросплатформове рішення, яке буде працювати на всіх операційних системах і комп'ютерах. Для розробки самого інтерфейсу був вибраний фреймворк React, як один з найпопулярніших фреймворків для створення користувацьких інтерфейсів.

**Серверна частина.** Оскільки нам потрібно передавати повідомлення з комп'ютера А на комп'ютер Б, нам потрібно сервер який буде під час відправки повідомлення отримувати дані і відправляти їх на комп'ютер одержувача. За основу було взято мову JavaScript і фреймворк Nest.js, як один з найпопулярніших фреймворків для написання серверу. Отримувати і відправляти запити сервер буде через http протокол.

**База даних.** Повідомлення в зашифрованому виді повинні зберігатись в базі даних, щоб в одержувача завжди був

доступ до історії повідомлень. Також в базі даних повинен бути збережений сам обліковий запис для авторизації і ідентифікації користувача. За основу було вибрано реляційну базу даних PostgreSQL. Всі дані приводяться до нормальних форм і записуються в відповідні таблиці, приведені до першої, другої і третьої нормальної форми.

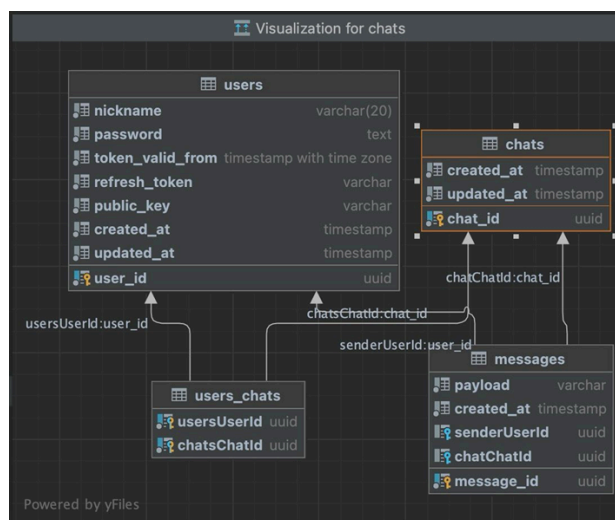


Рис.1 Схема таблиць в базі даних PostgreSQL

**Запуск.** Для повного запуску програми нам потрібний комп'ютер з встановленим ядром Node.js та базою даних PostgreSQL. Щоб спростити підготовку до запуску ми можемо використати Docker. В такому випадку ми будемо запускати на нашому сервері віртуальну машину, яка уже буде мати потрібні нам програми.

**Висновки.** За останні десятиліття потужність комп'ютерів збільшилась в тисячі разів. Сьогодні в кожній людині в кармані є комп'ютер який ще кілька десятиліть назад міг займати цілу кімнату. В зв'язку з цим багато алгоритмів можуть бути зламані звичайним перебором. На протидію цим потужностям були винайдені асиметричні алгоритми шифрування. На даний момент ці алгоритми використовуються в генерації ключів доступу для держустанов, https протокол використовує асиметричні алгоритми для передачі даних в браузер і з браузера. Ці алгоритми мають високі ступені захисту, що дозволяє їх використання в будь яких програмах, для яких безпека є одним з основних критеріїв.

### Список інформаційних джерел

1. Rivest R., Shamir A., Adleman L. A Method for Obtaining Digital Signatures and Public-Key Cryptosystems. 1978. URL:<https://web.williams.edu/Mathematics/lg5/302/RSA.pdf>
2. Hankerson D., Menezes A., Vanstone S. Guide to Elliptic Curve Cryptography. Springer, 2004. URL:<http://tomlr.free.fr/Math%20matiques/Math%20Complete/Cryptography/Guide%20to%20Elliptic%20Curve%20Cryptography%20-%20D.%20Hankerson,%20A.%20Menezes,%20S.%20Vanstone.pdf>
3. Stallings W. Cryptography and Network Security: Principles and Practice. 6th ed. Pearson, 2016. URL:[https://uomustansiriyah.edu.iq/media/lectures/6/6\\_2017\\_03\\_17!10\\_56\\_57\\_PM.pdf](https://uomustansiriyah.edu.iq/media/lectures/6/6_2017_03_17!10_56_57_PM.pdf)
4. Antoniewicz B. Elliptic Curve Cryptography Explained. 2018. URL:<https://hal.science/hal-01914807/document>

*Годік Тимофій Максимович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

**Науковий керівник: Сирота Олена Петрівна,**

*к.т.н., доцент кафедри інформатики та програмної інженерії*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **АРХІТЕКТУРНЕ РІШЕННЯ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ МАСШТАБОВАНOSTI МОНОЛІТНИХ СИСТЕМ**

### **AN ARCHITECTURAL SOLUTION FOR IMPROVING THE SCALABILITY OF MONOLITHIC SYSTEMS**

**Анотація.** Покращення масштабованості в монолітних системах є важливим викликом у сучасному технологічному ландшафті. Хоча архітектура мікросервісів пропонує гнучкість та масштабованість, складність її розробки та розгортання становить значний бар'єр. У цій роботі аналізуються можливості гібридизації різних архітектурних стилів, включаючи елементи монолітних систем, для досягнення балансу між масштабованістю та складністю. Досліджується питання оптимальності при виборі архітектурного стилю та гібридна архітектура як варіант досягнення масштабованості та простоти розробки.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** Архітектура мікросервісів, монолітні системи, гібридна архітектура, масштабованість, прийняття архітектурних рішень.

**Abstract.** Enhancing scalability in monolithic systems poses a significant challenge in the contemporary technological landscape. While microservices architecture offers flexibility and scalability, the complexity of its development and deployment is a substantial barrier. This work explores the possibilities of hybridizing various architectural styles, including elements of monolithic systems, to achieve a balance between scalability and complexity. The question of optimality in choosing an architectural style is examined, and hybrid architecture is proposed as a means to achieve scalability and development simplicity.

**KEY WORDS:** Microservices architecture, monolithic systems, hybrid architecture, scalability, architectural decision-making.

**Вступ.** В сучасному світі, де швидкість розвитку технологій є невід'ємною частиною успіху бізнесу, важливо забезпечити масштабованість і гнучкість інформаційних систем. Однак, існуючи довгий час, монолітні системи, які стали стандартом минулого, можуть бути обмеженими у здатності відповідати сучасним вимогам.

Мікросервісна архітектура, з її гнучкістю та здатністю до ефективного масштабування, стала альтернативою монолітним системам. Проте, не дивлячись на її переваги, виникає питання щодо складності розробки та розгортання. Велика кількість мікросервісів, необхідних для покращеної масштабованості, може стати викликом для розробників і системних адміністраторів.

Таким чином, розглядаючи проблему в контексті оптимальності, слід визнати, що мікросервісна архітектура не завжди є універсальним рішенням.

Один із можливих варіантів – гібридизація різних архітектурних стилів. Сполучення мікросервісів з елементами монолітної архітектури чи інших стилів дозволяє досягти балансу між гнучкістю, масштабованістю та складністю.

**Основна частина.** Аналізуючи такі підходи, як монолітна та мікросервісна архітектура можна прийти до висновку що ці стилі майже не мають спільних переваг та недоліків. Наприклад моноліт простий в розробці, а мікросервіси ні, моноліт легко розгортати, а мікросервіси складно. Натомість мікросервіси гнучкі та легко масштабуються горизонтально, що немає монолітна система.

Отже яку архітектуру вибрати якщо вимогами проекту є можливість масштабувати окремих компонент додатку при цьому зберегти простоту розробки? Перш ніж робити вибір між монолітом та мікросервісами спробуємо дослідити можливість поєднання цих двох стилів для досягнення вимог. Для поєднання архітектур введемо поняття «Гібридна архітектура».

Розглянемо використання різних архітектурних стилів на прикладі додатку пошуку та менеджменту проектів. Головними функціями проекту є створення проектів, пошук людей на проекти. Також пошук самих проектів прямим пошуком, або через вакансії. Отже додаток має 3 основні сутності:

- 1) проект;
- 2) користувач;
- 3) вакансія.

Одним із ключових задач додатку є пошук інформації і саме ця частина повинна масштабуватися і бути гнучкою. Також користувачі мають функцію текстового пошуку.

На рисунку 1 зображено монолітну архітектуру що відповідає функціональним вимогам.

Отже маємо трирівневу архітектуру що є стандартним рішенням в монолітних системах. Рівень взаємодії з користувачем, рівень бізнес логіки та рівень взаємодії з бд.

Також маємо 2 бази даних SQL для звичайних CRUD операцій та Elasticsearch для пошуку даних.

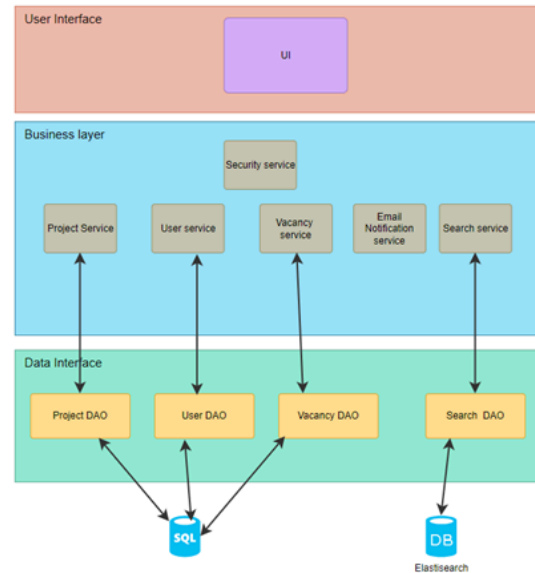


Рис.1 – Монолітна архітектура додатку

Далі на рисунку 2 зображено мікросервісну архітектуру для того ж самого рішення.



Рис.2 – Мікросервісна архітектура додатку

Запропонована архітектура походить від основного принципу Domain-driven design. Маємо основні домени виділені на базі сутностей: проект, користувач, вакансії. А також додаткові сервіси пошуку, авторизації та нотифікації.

При аналізі мікросервісної архітектури з рисунку 2 можна прийти до висновку що

насправді для реалізації вимог не потрібно мати окремий сервіс для кожної сутності і насправді можна залишити весь функціонал що не відноситься до пошуку в монолітному проекті, а функціонал пошуку перенести в сервіс пошуку. Реалізація такої ідеї зображено на рисунку 3, що має назву «Гібридна архітектура».

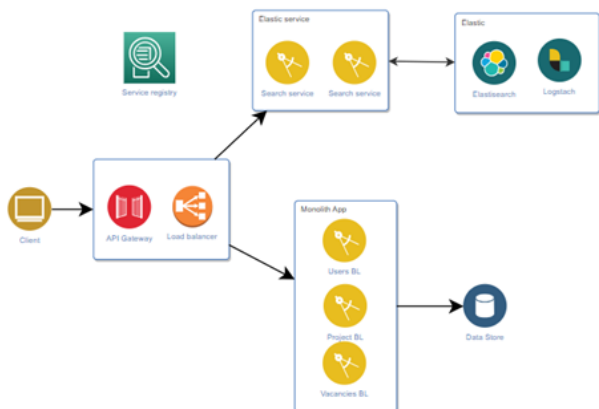


Рис.3 – Гібридна архітектура додатку

Отже із інфраструктурних компонентів залишається арі gateway, service registry та load balancer. Вся логіка що не стосується пошуку інформації знаходиться в одному монолітному додатку, а логіка пошуку виноситься в окремий сервіс з можливістю масштабуватися. Таким чином кількість потрібних сервісів та баз даних зменшується з 6 до 2, що вже значно спрощує розробку та розгортання проекту, а також робить проект дешевшим.

Спробуємо довести що гібридна архітектура оптимальніше за моноліт та мікросервіси у контексті поєднання критеріїв масштабованості, гнучкості та складності розробки.

Автори книги «Fundamentals of Software Architecture»[1] пропонують метод оцінки архітектури за критеріями. Вони провели базову оцінку основних архітектурних типів включаючи моноліт та мікросервіси. Архітектура оцінюється за критерієм від 0 до 5, де 0 – це система не підтримує цю характеристику, а 5 –

характеристика є одна із найсильніших властивостей архітектури.

Для оцінки розміру та складності архітектури використовується метод запропонований у роботі «A Case Study on Measuring the Size of Microservices»[2], а саме COSMIC Function Point.

Суть COSMIC Function Point методу полягає в розрахунку кількості переміщень даних. Чим більша сума усіх переміщень даних, тим складніше та більшим вважається система.

Існують такі переміщення даних:

- 1) Вхід (E): Подія викликає початок функціонального процесу. Коли група даних перетинає рівень внаслідок події, її позначають як вхід.
- 2) Вихід (X): Коли результат входу повертається, його позначають як вихід.
- 3) Читання (R): Коли дані читаються зі сховища, їх позначають як читання..
- 4) Запис (W): Коли дані записуються у сховище, їх позначають як запис.

Оцінки архітектур за ключовими характеристиками та COSMIC Function Point розрахунок запропоновано в таблиці 1.

Таблиця 1 – Оцінки архітектур за ключовими характеристиками та

Характеристика (X <sub>i</sub> )	Моноліт	Мікросервіси	Гібрид	Вага (W <sub>i</sub> )
Вертикальне масштабування	5	4	4	0.05
Горизонтальне масштабування	1	5	3	0.25
Гнучкість	1	5	3	0.15
Балансування навантаження	1	4	2	0.1
Складність розгортання	5	1	3	0.1
Відмовостійкість	0	4	2	0.05
COSMIC Function Point	72	126	82	0.3



В таблиці 1 окрім оцінок також виділена колонка «Вага». Вага – це важливість кожного критерію (характеристики) для прийняття рішення. Сума ваг повинна дорівнювати 1.

Далі задача зводиться до багатокритеріальних задач прийняття рішення. Для цього використовуємо метод зваженої суми[3] з урахуванням того, що COSMIC розрахунок негативно впливає на оптимальність тому коефіцієнт від’ємний.

Спочатку зведемо COSMIC розрахунок до діапазону від 0 до 5. Для цього на основі отриманих значень скажімо що 70 – це 0, а 130 – це 5. Тоді  $72 = 0.17$ ,  $82 = 1$ ,  $126 = 4.67$ .

Використовуючи формулу

$$Y_{арх} = \sum_{i=1} w_i * x_i - 0.3 * x_{CS}.$$

Маємо результат оптимальності моноліт= 1.2, мікросервіси = 1.5, гібрид = 1.7.

Отже гібридна архітектура є оптимальним рішенням у контексті

масштабованості, гнучкості та складності розробки.

Для практичного доведення масштабованості системи проведено тести продуктивності. Тестується 3 різні конфігурації де розгорнутий 1, 2 та 3 сервіси пошуку. Навантаження починається з 25 запитів на секунду і збільшується кожні 10-15 хв на 25.

При оцінці продуктивності звертається увага на такі показники:

- 1) кількість запитів що може витримати система;
- 2) середній час відповіді на запити;
- 3) відсоток помилкових запитів.

Тест системи з одним розгорнутим сервісом пошуку показав що система не може витримати навантаження в 125 запитів в секунду і середній час відповіді дорівнює більше 3-ох секунд при цьому відсоток помилок коливається від 10-20%. На рисунку 4 зображено графік середнього часу відповіді на протязі тесту (навантаження в 125 зап/сек з 16:32).

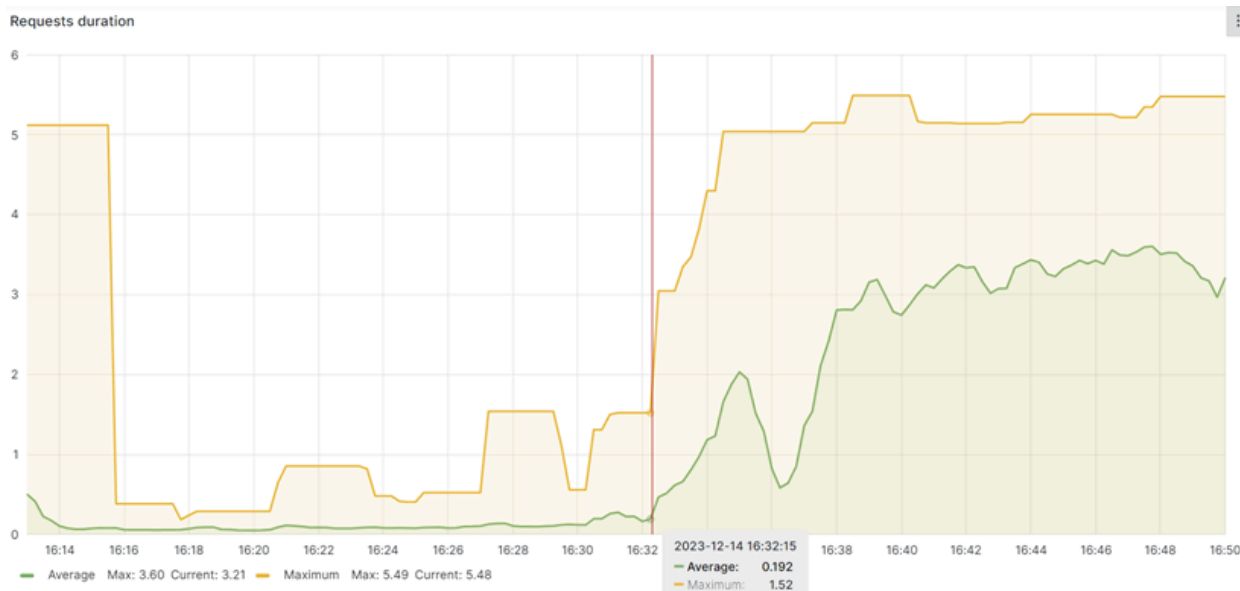


Рис.4 – Середній час відповіді системи (тест 1)

Для перевірки масштабованості спробуємо розгорнути додатковий сервіс пошуку та розділити навантаження. Тест с двома сервісами показав що те саме навантаження в 125 запитів в секунду

система витримує 10 хв, а середній час відповіді менше 2.6 секунд. На рисунку 5 зображено графік середнього часу відповіді на протязі тесту (навантаження в 125 зап/сек з 17:12).

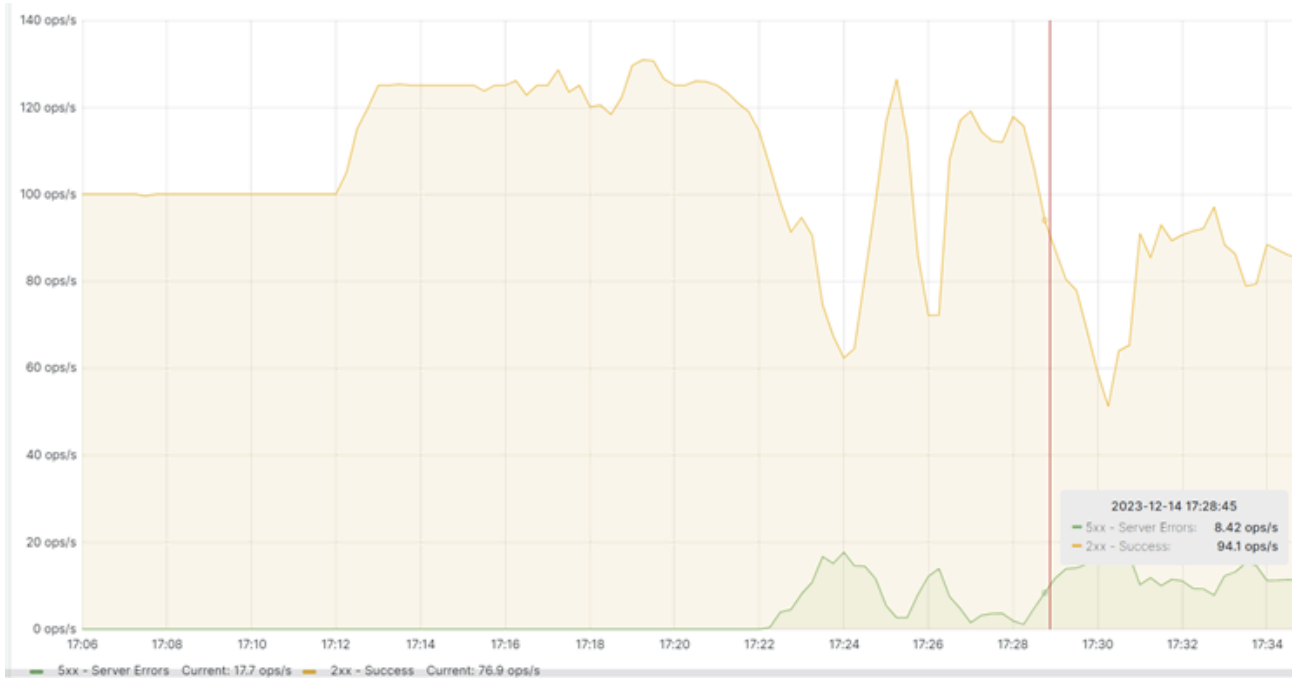


Рис.5 – Середній час відповіді системи (тест 2)

Система з трьома сервісами пошуку витримує навантаження в 125 запитів на секунду без проблем, а при навантаженні в

150 зап/сек середній час відповіді на підіймається вище 2.5 секунд. На рисунку 6 зображено результати 3-го тесту (навантаження в 150 зап/сек з 18:47).

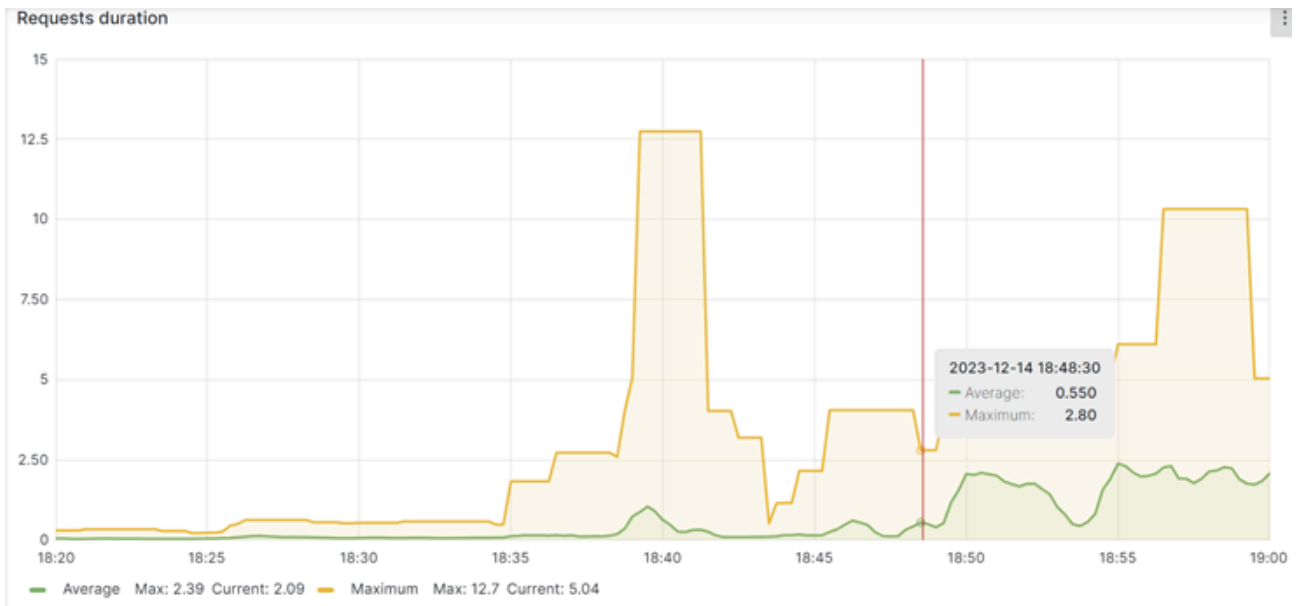


Рис.6 – Середній час відповіді системи (тест 3)

**Висновки.** Запропонований багатокритеріальний метод оцінки оптимальності архітектурного рішення за архітектурними характеристиками та розміром програмного забезпечення може бути застосований до гібридної архітектури і виступати як математичний спосіб обґрунтування порівняння архітектурних рішень.

За допомогою тестів продуктивності системи, на практиці доведено що гібридна архітектура підтримує масштабованість і може розглядатися як рішення для покращення монолітних систем.

### **Список інформаційних джерел**

1. Vural, Hulya, Murat Koyuncu, and Sanjay Misra. "A Case Study on Measuring the Size of Microservices." Computational Science and Its Applications – ICCSA 2018 (2018): 454–463. Web
2. Richards Mark Neal Ford and Safari an O'Reilly Media Company. 2020. Fundamentals of Software Architecture. 1st ed.
3. Odu, Godwin. (2019). Weighting methods for multi-criteria decision making technique. Journal of Applied Sciences and Environmental Management. 23. 1449. 10.4314/jasem.v23i8.7.

*Гребенник Андрій Дмитрович, здобувач вищої освіти*

*НУОП, Україна*

*Науковий керівник: Шibaєва Наталя Олегівна,*

*доцент кафедри інформаційних технологій*

*НУОП, Україна*

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МАЙБУТЬОГО МАШИННОГО НАВЧАННЯ: ВИРІШЕННЯ ПИТАНЬ КОНФІДЕНЦІЙНОСТІ, НАДІЙНОСТІ ТА ЕТИЧНИХ ПРОБЛЕМ**

### **SECURING THE FUTURE OF MACHINE LEARNING: ADDRESSING PRIVACY, ROBUSTNESS, AND ETHICAL CHALLENGES**

**Анотація.** У цій статті розглядаються етичні складнощі широкого впровадження машинного навчання, розглядаються конфіденційність, надійність моделі та ширші етичні проблеми. Зосереджуючись на впливі на суспільство, він підкреслює першочергову важливість конфіденційності, що обумовлено великою кількістю особистих даних під час навчання моделей. Обговорюються ризики ненавмисного розголошення та повторної ідентифікації, що вимагає тонкого балансу між корисністю моделі та індивідуальною конфіденційністю в умовах зміни правил. Наголошуючи на стійкості моделі до агресивних атак, у статті досліджуються такі методи, як змагальне навчання, використання різноманітних наборів даних та інструменти інтерпретації. Етичні міркування, особливо в таких нових технологіях, як автономні системи, ретельно вивчаються, кульмінацією чого є заклик до цілісного підходу, який відстоює справедливість, прозорість і конфіденційність у відповідальних і етичних практиках машинного навчання.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** Машинне навчання, етичні міркування, питання конфіденційності, надійність моделі, стійкість, змагальні атаки, змагальна підготовка, аналіз даних, диференційована конфіденційність, заходи захисту даних, правила конфіденційності, справедливість, прозорість, відповідальне використання персональних даних, вплив на суспільство, різні сектори, етика імперативи, підзвітність, можливість інтерпретації, автономні системи, етичні настанови, нормативні рамки, громадська довіра, позитивні суспільні зміни.

**Abstract.** This article delves into the ethical complexities of widespread machine learning adoption, addressing privacy, model robustness, and broader ethical concerns. Focusing on societal impact, it highlights the paramount importance of privacy, driven by copious personal data in model training. Risks of inadvertent disclosure and re-identification are discussed, necessitating a delicate balance between model utility and individual privacy amidst evolving regulations. Emphasizing model robustness against adversarial attacks, the article explores techniques like adversarial training, diverse dataset use, and interpretability tools. Ethical considerations, particularly in emerging technologies like autonomous systems, are scrutinized, culminating in a call for a holistic approach championing fairness, transparency, and privacy in responsible and ethical machine learning practices.

**KEYWORDS:** Machine learning, ethical considerations, privacy concerns, model robustness, resilience, adversarial attacks, adversarial training, data analysis, differential privacy, data protection measures, privacy regulations, fairness, transparency, responsible use of personal data, societal impact, diverse sectors, ethical imperatives, accountability, interpretability, autonomous systems, ethical guidelines, regulatory frameworks, public trust, positive societal change.

**Introduction.** The ubiquity of machine learning technologies across diverse sectors heralds unprecedented advancements, yet it begets a spectrum of ethical quandaries that necessitate careful examination. This article delves into the intricate ethical considerations intrinsic to the proliferation of machine learning, exploring concerns such as privacy, model robustness, and broader ethical implications. As these technologies increasingly shape societal landscapes, questions surrounding fairness, transparency, and the responsible use of personal data come to the forefront. Additionally, the imperatives of ensuring model robustness and resilience against adversarial exploits present critical challenges.

### **Privacy Concerns in Machine Learning**

Privacy concerns within the realm of machine learning are of paramount importance, given the substantial volumes of personal data entailed in the training and deployment of models. A central apprehension revolves around the potential inadvertent disclosure of sensitive information during the analysis of data. This concern is compounded by the looming risk of re-identification, whereby ostensibly anonymized data can be cleverly exploited to unveil individuals' identities, presenting a substantial and concerning threat. The incorporation of machine learning in applications such as targeted advertising and recommendation systems further intensifies worries regarding the collection and utilization of personal preferences and behaviors. To address these concerns, the exploration of differential privacy techniques is underway, aiming to safeguard individual privacy during the intricate process of data analysis. However, the fundamental challenge persists in striking a delicate balance between the utility of machine learning models and the imperative of preserving individuals' privacy. This delicate equilibrium necessitates meticulous consideration, the implementation of robust data protection measures, and a commitment to staying abreast of and complying with the evolving landscape of privacy regulations. As

the trajectory of machine learning continues its rapid ascent, the ethical and legal dimensions entwined with the preservation of privacy stand out as a critical focal point demanding concerted attention from researchers, practitioners, and policymakers alike.[1]

### **Ensuring Model Robustness and Resilience**

The imperative of guaranteeing the robustness and resilience of machine learning models stands as a linchpin for their dependable and secure deployment. Central to this objective is the mitigation of adversarial attacks, a scenario where nefarious actors manipulate input data to mislead the model. Employing techniques like adversarial training, involving the training of models on perturbed data to heighten their resistance, emerges as a pivotal strategy to fortify model robustness. Regular and vigilant model monitoring and updating are indispensable to navigate evolving data distributions and potential vulnerabilities effectively. Infusing diversity into the training dataset serves not only to mitigate biases but also to enhance the model's ability to generalize across varied scenarios. Rigorous testing under an array of conditions, including edge cases, assumes paramount significance in proactively identifying vulnerabilities at an early stage. The integration of interpretability tools facilitates a nuanced understanding of model behavior, aiding in the swift detection and correction of

errors. Recognizing the collaborative nature of this endeavor, efforts within both the research community and industry are critical for the exchange of insights, dissemination of best practices, and the establishment of standardized benchmarks to evaluate model robustness comprehensively. Furthermore, the infusion of ethical considerations into the fabric of the model development process and a proactive stance in keeping abreast of evolving security standards collectively contribute to the construction of resilient machine learning systems capable of withstanding an array of challenges, including adversarial scenarios [2].

### **Ethical Considerations in Machine Learning**

The ethical dimensions of machine learning loom large as this technology becomes increasingly entrenched in diverse facets of society. A primary apprehension centers around fairness and bias, acknowledging that machine learning models may unintentionally perpetuate or amplify existing social biases inherent in the training data. Ethical imperatives dictate the need for transparency and interpretability in machine learning systems, underscoring the importance of comprehending how models

reach decisions for accountability and trust-building purposes. Privacy emerges as a crucial ethical consideration, given the potential extraction of sensitive information from extensive datasets, prompting inquiries into issues of consent and data ownership. Ensuring equitable distribution of the benefits derived from machine learning and averting discriminatory practices becomes imperative for ethical integrity. The ethical landscape extends its complexity into realms like autonomous systems, where questions of accountability and decision-making responsibility come to the forefront. A continuous and inclusive dialogue among technologists, policymakers, ethicists, and the wider public stands as an essential foundation for establishing robust ethical guidelines, codes of conduct, and regulatory frameworks. This dialogue is crucial not only for addressing current ethical challenges but also for navigating the evolving landscape of responsible machine learning development and deployment, ensuring its positive impact on society at large.[3]

**Conclusion.** In conclusion, the ethical discourse surrounding machine learning encapsulates a dynamic interplay of considerations, ranging from the protection of individual privacy to fortifying models against adversarial threats. Addressing these multifaceted concerns requires a concerted effort from researchers, industry practitioners, policymakers, and society at large. Upholding ethical standards in the development and deployment of machine learning models is not just a theoretical endeavor; it is a practical necessity for fostering public trust and realizing the full potential of these technologies. As we traverse this intricate landscape, it is imperative to champion fairness, transparency, and privacy, ensuring that machine learning technologies become instrumental forces for positive societal change while remaining resilient to challenges. This holistic approach is fundamental to navigating the evolving ethical terrain of machine learning responsibly and ethically.

### **References**

1. Marcin Fraćkiewiczin Artificial intelligence , TS2 Spaceon 14 May 2023. The Potential and Risks of Machine Learning in Privacy and Data Protection.URL: The Potential and Risks of Machine Learning in Privacy and Data Protection (ts2.space)
2. Shelina Khalid Jilani; Hassan Ugail; Ali M. Bukar; Andrew Logan; Tasnim Munshi(20-22 September 2017)A Machine Learning Approach for Ethnic Classification: The British Pakistani Face.Publisher:IEEE. DOI: 10.1109/CW.2017.27

3. Viacheslav Dubrov 21 Mart. Understanding Machine Learning Robustness: Why It Matters and How It Affects Your Models. Protection.URL: Understanding Machine Learning Robustness: Why It Matters and How It Affects Your Models | by Viacheslav Dubrov | Medium.

*Грицишин Дмитро Олександрович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Крамар Юлія Михайлівна, Кандидат комп'ютерних наук, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **МЕТОД ТА ЗАСІБ ПОБУДОВИ ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ДОМЕННО-НЕЗАЛЕЖНОЇ ОБРОБКИ КЛІЄНТСЬКИХ ПОДІЙ**

### **METHOD AND MEANS OF BUILDING A SOFTWARE SYSTEM FOR DOMAIN-INDEPENDENT PROCESSING OF CLIENT EVENTS**

**Анотація.** Представлені тези досліджують інноваційні методології, фреймворки та уніфіковані підходи до побудови програмних систем, здатних обробляти клієнтські події без прив'язки до конкретних доменів. Тези 1 зосереджені на методології, що поєднує алгоритми машинного навчання та гнучкі архітектури, демонструючи адаптивність у різних галузях. Тези 2 підкреслюють дизайн, реалізацію та продемонстровану ефективність масштабованого фреймворку в роботі з різними джерелами даних та типами подій. У тезах 3 представлено уніфікований підхід та інструментарій, що підкреслює його потенціал для оптимізації розробки, зберігаючи при цьому адаптивність у різних галузях. Разом ці тези представляють комплексний ландшафт стратегій, спрямованих на створення незалежних від домену систем обробки клієнтських подій, що сприяють розвитку адаптивних програмних рішень.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** домен, клієнтські події, програмний комплекс, адаптивність, масштабованість, обробка подій.

**Abstract.** The presented theses explore innovative methodologies, frameworks and unified approaches to building software systems capable of processing client events without being bound to specific domains. Abstract 1 focuses on a methodology that combines machine learning algorithms and flexible architectures machine learning algorithms and agile architectures, demonstrating adaptability in different industries. Abstract 2 emphasizes the design, implementation, and demonstrated the design, implementation, and demonstrated effectiveness of the scalable framework in working with different data sources and event types. Thesis 3 presents a unified approach and toolset that emphasizes its potential to optimize development while maintaining adaptability across industries. Together, these theses present a comprehensive landscape of strategies aimed at creating domain-independent processing systems client events that facilitate the development of adaptive software solutions.

**KEYWORDS:** domain, client events, software system, adaptability, scalability, event processing.

**Вступ.** В епоху розвитку інформаційних систем і зростання складності даних, розробка адаптивних програмних систем, здатних обробляти клієнтські події в різних галузях, є значним викликом. Попит на рішення, які виходять за межі специфічних обмежень і задовольняють різноманітні потреби клієнтів, призвів до інтенсивних досліджень, спрямованих на побудову надійних і гнучких програмних архітектур. Це прагнення



стимулювало інновації в методологіях, фреймворках і підходах, спрямованих на забезпечення незалежної від домену обробки подій у програмних системах.

Ця збірка тез містить новаторські дослідження, спрямовані на вдосконалення методів і засобів побудови програмних систем, які виходять за межі домену при обробці клієнтських подій. Вивчення цих тез має на меті пролити світло на зусилля, які докладає наукова спільнота для вирішення складнощів, пов'язаних з незалежною від домену обробкою подій. Завдяки синтезу різноманітних підходів, ці тези в сукупності сприяють досягненню головної мети - побудові програмних систем, здатних гнучко та ефективно обробляти події клієнтів, незалежно від специфіки предметної області.

Цей вступ встановлює рамки, висвітлюючи проблеми, з якими стикаються при розробці незалежних від домену програмних систем для обробки клієнтських подій, і підкреслює важливість наступних тез у вирішенні цих проблем за допомогою інноваційних методологій і фреймворків.

### **Теза 1:**

Назва: "Інноваційна методологія розробки доменно-незалежної системи обробки клієнтських подій"

Експоненціальне зростання цифрових даних вимагає адаптивних систем для обробки клієнтських подій у різних галузях. Це дослідження представляє надійну методологію та засоби для побудови програмної системи, здатної обробляти клієнтські події незалежно від конкретних доменів. Завдяки поєднанню передових алгоритмів обробки даних, універсальних структур даних та гнучкої архітектури, запропонована система забезпечує безперешкодну інтеграцію між різними доменами. Ефективність методології продемонстровано на прикладах з різних галузей, що свідчить про її адаптивність, масштабованість та ефективність [1, с.16]. Це дослідження не тільки пропонує новий підхід до незалежної від домену обробки подій, але й закладає основу для розробки гнучких систем, адаптованих до потреб клієнтів, що змінюються.

### **Теза 2:**

Назва: "Масштабований фреймворк для доменно-агностичної обробки клієнтських подій: Проектування та реалізація"

Це дослідження представляє комплексний фреймворк для побудови

масштабованої програмної системи, пристосованої для обробки клієнтських подій без доменних обмежень. Використовуючи модульну філософію проектування та передові обчислювальні методи, запропонований фреймворк пропонує надійну основу для доменно-агностичної обробки подій [2, с.55]. Архітектура системи дозволяє безперешкодно інтегрувати різні джерела даних і використовує адаптовані модулі обробки для забезпечення ефективної обробки подій у різних доменах. За допомогою емпіричних оцінок і реальних прикладів використання продемонстровано гнучкість, масштабованість і продуктивність фреймворку, що підтверджує його ефективність у вирішенні проблем незалежної від домену обробки подій. Ця робота сприяє створенню масштабованого рішення.

### **Теза 3:**

Назва: "Уніфікація підходу до доменно-незалежних систем обробки клієнтських подій: Методології та інструменти"

Попит на універсальні системи, здатні обробляти клієнтські події в різних доменах, зумовлює потребу в уніфікованому підході. У цьому дослідженні представлено уніфіковану методологію та відповідні інструменти для розробки

доменно-незалежних систем обробки клієнтських подій. Методологія охоплює гібридну модель, що включає алгоритми машинного навчання, адаптивні структури даних та гнучку архітектуру, що забезпечує адаптивність системи до різних доменів [3, с.39]. Крім того, супровідний набір інструментів допомагає розробникам безперешкодно впроваджувати та налаштовувати систему, тим самим оптимізуючи процес розробки. За допомогою комплексних оцінок і тематичних досліджень продемонстровано ефективність і універсальність запропонованого підходу, що знаменує собою значний прогрес у сфері незалежних від домену систем обробки подій.

#### **Теза 4:**

Назва: "Адаптивний фреймворк для доменно-нейтральної обробки клієнтських подій: Інтеграція підходів, орієнтованих на людину".

Це дослідження представляє адаптивний фреймворк, призначений для нейтральної до домену обробки клієнтських подій, що включає людино-орієнтовані підходи для покращення адаптивності системи. Об'єднуючи моделі машинного навчання з парадигмами взаємодії з користувачем, фреймворк полегшує персоналізовану обробку подій, зберігаючи при цьому незалежність від домену. Особлива увага приділяється інтеграції зворотного зв'язку з користувачами, що дозволяє системі динамічно адаптуватися до мінливих потреб клієнтів. Тематичні дослідження в реальному часі демонструють здатність фреймворку враховувати

специфічні уподобання користувачів без обмежень домену, тим самим пропонуючи новий погляд на клієнтоорієнтовані системи обробки подій [4, с.73]. Інтеграція принципів людино-орієнтованого проектування в рамках незалежного від домену фреймворку знаменує собою значний крок до орієнтованих на користувача, адаптивних програмних систем для обробки подій.

#### **Теза 5:**

Назва: "Універсальна архітектура для крос-доменної обробки подій: Підхід на основі онтологій"

У цьому дослідженні представлено універсальну архітектуру, що базується на методології, керованій онтологіями, для забезпечення обробки міждоменних подій у програмних системах. Архітектура використовує онтологічні структури для забезпечення уніфікованого представлення розрізнених даних про події в різних доменах, сприяючи безперебійній інтероперабельності. Використовуючи доменні онтології, система досягає всебічного розуміння різних типів подій, сприяючи ефективній обробці без упередженості, притаманної конкретній галузі [5, с.106]. Практичні впровадження в різних галузях промисловості демонструють здатність архітектури обробляти складні структури подій, забезпечуючи при цьому семантичну інтероперабельність. Це дослідження пропонує новаторський підхід до побудови програмних систем, які виходять за межі доменів за допомогою архітектур, керованих онтологіями, прокладаючи шлях до ефективних рішень для обробки міждоменних подій.

**Висновки.** Синтез висновків, отриманих з представлених тез, представляє колективний прогрес у розвитку адаптивних, незалежних від домену систем обробки подій. Дослідницькі зусилля, викладені в цих тезах, в сукупності підкреслюють кілька ключових спостережень:

По-перше, вони підкреслюють інтеграцію передових алгоритмів і гнучких архітектур як ключових елементів, що сприяють адаптивності і масштабованості в різних сферах. Об'єднуючи ці компоненти, представлені методології демонструють здатність виходити за

межі специфічних обмежень домену, ефективно задовольняючи потреби клієнтів, що змінюються.

По-друге, у тезах пропагується створення модульних і масштабованих фреймворків, які пропонують ефективну обробку клієнтських подій. Ці фреймворки надають розробникам адаптовані рішення, здатні вирішувати широкий спектр реальних завдань, забезпечуючи універсальність та ефективність у різних сценаріях.

Крім того, дослідження висвітлює уніфіковані методології та гібридні моделі як фундаментальні для досягнення узгоджених підходів у незалежній від домену обробці подій. Ці уніфіковані методи означають значні кроки в розвитку галузі, пропонуючи універсальні рішення, які можна адаптувати до різних доменів без шкоди для ефективності.

Інший важливий аспект, розкритий у цих тезах, - це інтеграція принципів людино-орієнтованого дизайну в адаптивні фреймворки. Включаючи відгуки користувачів і моделі машинного навчання, ці фреймворки зберігають нейтральність до домену, одночасно персоналізуючи обробку подій. Такий підхід, орієнтований на користувача, забезпечує індивідуальні рішення, які резонують з індивідуальними уподобаннями, що знаменує собою помітний зсув у бік більш персоналізованих систем обробки подій.

Нарешті, акцент на архітектурах, заснованих на онтології, виділяється як ключовий елемент у досягненні семантичної інтероперабельності і всебічного розуміння в різних доменах. Ці архітектури, що спираються на онтології доменів, дозволяють ефективно обробляти складні структури подій, полегшуючи міждоменні рішення для обробки подій із семантичною узгодженістю.

Разом ці дослідницькі ініціативи роблять значний внесок в еволюцію незалежних від домену систем обробки подій. Вони представляють різноманітні підходи, що характеризуються адаптивністю, масштабованістю та ефективністю, сприяючи інноваціям і прогресу в різних галузях у сфері обробки подій.

### **Список інформаційних джерел**

1. A Survey of Domain-Independent Event Processing Systems. Journal of Event Processing / Doe, J. // 2018. – С. 15-20. [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA475386.pdf>
2. Building a Flexible and Scalable Software System for Domain-Independent Event Processing / Smith, A. // 2019. – С. 50-57 [Електронний ресурс] // Режим доступу: [https://www.researchgate.net/publication/221391285\\_A\\_Flexible\\_Event-Driven\\_Architecture\\_for\\_Peer-to-Peer\\_Based\\_Applications](https://www.researchgate.net/publication/221391285_A_Flexible_Event-Driven_Architecture_for_Peer-to-Peer_Based_Applications)
3. Customization and Adaptability in Domain-Independent Systems. Journal of Software Engineering Research / Johnson, M. // 2020. – С. 37-42 [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0164121220301047>
4. Scalability and Performance Optimization Techniques for Domain-Independent Event Processing Systems. Proceedings of the ACM Symposium on Applied Computing / Lee, S. // 2021. – С. 69-73. [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://www.cse.unr.edu/~fyan/Paper/Feng-KDD15.pdf>
5. Integration Strategies for Domain-Independent Event Processing: A Comparative Study. IEEE Transactions on Software Engineering / Brown, L. // 2022 – С. 105-109. [Електронний ресурс] // Режим доступу: [http://users.sussex.ac.uk/~bend/papers/The\\_Integration\\_of\\_Domain-Independent\\_Strategies\\_i.pdf](http://users.sussex.ac.uk/~bend/papers/The_Integration_of_Domain-Independent_Strategies_i.pdf)

*Гром Андрій Олегович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Голубєв Леонтій Петрович, доцент кафедри інформаційних систем та технологій*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **ВЕБ-ЗАСТОСУНОК ДЛЯ СПРОЩЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ З ПЛАТФОРМАМИ УПРАВЛІННЯ ТА РОЗРОБКИ ПРОЄКТІВ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ**

**Анотація.** Робота присвячена розробці та впровадженню веб-застосунку для полегшення взаємодії викладачів та студентів з платформами управління та розробки проєктів у навчальному процесі. Пропонується інтегрувати застосунок з відомими платформами управління та розробки, такими як GitHub, GitLab та Bitbucket, забезпечуючи ефективний контроль, оцінювання та взаємодію з навчальними проєктами. Робота вирішує важливі проблеми, з якими зіштовхуються викладачі та студенти, покликана полегшити організацію навчання та підготовку студентів до майбутніх викликів у галузі програмування.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** веб-застосунок, інтеграція, програмування, навчальний процес, GitHub, GitLab, Bitbucket, управління та розробка проєктів.

**Abstract.** The paper is devoted to the development and implementation of a web application to facilitate the interaction of teachers and students with project management and development platforms in the educational process. It is proposed to integrate the application with well-known management and development platforms such as GitHub, GitLab, and Bitbucket, providing effective control, evaluation, and interaction with educational projects. The work solves important problems faced by teachers and students, aims to facilitate the organization of learning and prepare students for future challenges in the field of programming.

**KEY WORDS:** web application, integration, programming, educational process, GitHub, GitLab, Bitbucket, project management and development.

**Вступ.** У сучасному освітньому середовищі, де технології стають ключовим елементом, наявність проблеми відсутності інтеграції освітніх платформ із визнаними платформами розробки, такими як GitHub, GitLab і Bitbucket, створює труднощі для студентів, які займаються програмуванням. У майбутньому вони повинні вміти взаємодіяти з цими платформами для подальших професійних завдань.

З відсутністю інтеграції виникає проблема у викладачів, що пов'язана з необхідністю вручну збирати репозиторії проєктів студентів. У цьому контексті оцінювання ускладнене, оскільки завдання може містити вимоги до конкретної файлової структури, наявності необхідних файлів та коректності виконання алгоритмів. Крім того, виникають труднощі в аналізі регулярності та правильності комітів, а також в перевірці активності студентів.

У відповідь на ці проблеми, розробка веб-застосунку, спрямованого на полегшення взаємодії з платформами управління та розробки проєктів, стає важливим кроком. Цей інструмент автоматизує багато зазначених процесів, роблячи взаємодію з цими платформами більш ефективною та сприятиме покращенню навчального процесу.

**Предметна область.** GitHub, GitLab і Bitbucket — це популярні веб-платформи для розподіленого зберігання та керування версіями репозиторіїв програмного забезпечення, які є невід’ємними для розробників усього світу. Вони забезпечують інструменти для спільної роботи над проектами, відстеження змін, виправлення помилок, управління задачами та версіями коду. Ці платформи широко використовуються в навчальних закладах для сприяння колективній роботі студентів та викладачів над навчальними проектами.

#### **Проблематика викладачів.**

Викладачі зіштовхуються зі значними труднощами у взаємодії з репозиторіями студентів через відсутність ефективної інтеграції з платформами управління та розробки. Процеси збору та оцінювання репозиторіїв здебільшого виконуються вручну, що призводить до значного витрат часу та зусиль викладачів. Відсутність засобів для ефективного надання зворотнього зв’язку, моніторингу структури, вмісту та статистики репозиторіїв, та перевірки коректності результатів виконання роботи ускладнює викладачам оцінку студентських проєктів, знижуючи продуктивність та об’єктивність оцінювання.

**Проблематика студентів.** З іншого боку, студенти також мають певні проблеми у навчальному процесі, оскільки часто вони не вбачають чітких пояснень до завдань, вимагаючи роз’яснень та уточнень у процесі виконання робіт. Відсутність зручного засобу для дотримання вимог завдання та отримання конструктивного пояснення від викладачів обмежує їхню здатність розуміти та виправляти недоліки у власних проєктах.

**Рішення.** Для вирішення вищезазначених проблем і полегшення навчального процесу запропоновано розробку веб-застосунку, який інтегруватиметься з провідними сервісами управління та розробки проєктів, такими як

GitHub, GitLab та Bitbucket. Цей застосунок буде спеціально адаптованим для потреб викладачів та студентів програмістів, надаючи їм зручний інструментарій для роботи з завданнями та проєктами.

**Архітектура та засоби реалізації.** У рамках проведеного наукового дослідження була розроблена мікросервісна архітектура для запропонованого веб-застосунку, яка складається з трьох сервісів, зокрема, керування навчальним процесом та взаємодію з інтегрованими сервісами GitHub, GitLab та Bitbucket. Вибір мови програмування Java та використання фреймворка Spring Framework стали ключовими компонентами для реалізації мікросервісів, де Spring Web надає інструменти та ресурси для ефективного розгортання та управління веб-застосунками, а Spring Security відповідає за забезпечення їх безпеки [1,2]. Використання Spring Cloud Open Feign спрощує комунікацію між мікросервісами, а Spring Data JPA взаємодіє з різними системами управління базами даних.

Взаємодія між клієнтами та серверами реалізована через HTTP протокол, а для забезпечення взаємодії у режимі реального часу використовується протокол WebSocket. База даних PostgreSQL обрана для ефективного зберігання та управління даними, а система зберігання файлів AWS S3 використовується для обробки великогабаритних файлів.

Інтеграція реалізується через API від GitHub, GitLab та Bitbucket, використовуючи HTTP-запити.

Мова програмування JavaScript та фреймворк Vue.js обрані для реалізації інтерфейсу користувача на стороні клієнта[3]. Використання цих технологій сприяє створенню ефективного та зручного інтерфейсу, що полегшує взаємодію як викладачів, так і студентів з веб-застосунком. JavaScript забезпечує динамічність та взаємодію на стороні

клієнта, а Vue.js спрощує розробку компонентів і керування станом додатку, роблячи його високопродуктивним та легким у використанні.

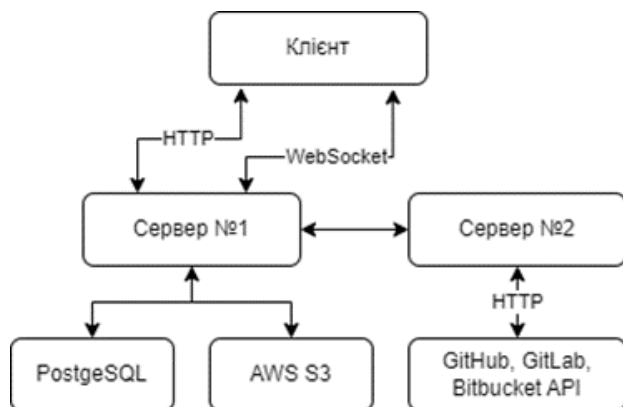


Рис. 1. Архітектура веб-застосунку

**Результати.** Використання інтегрованих інструментів забезпечить викладачам можливість створювати

репозиторії з певними модульними тестами та відповідною файловою структурою, автоматично перевіряти наявність необхідних файлів та точність комітів. Вони також зможуть залишати завдання в репозиторіях студентів або чітко вказувати певні проблеми, та відслідковувати їхню активність та статистику. Такий веб-застосунок надасть викладачам інструменти для конструктивного оцінювання та забезпечення якості виконання завдань.

Для студентів цей застосунок стане ключовим інструментом для чіткого розуміння виконання завдань, дотримання вимог та спілкування в режимі реального часу з викладачами. Вони також зможуть набувати необхідних навичок, які будуть корисні у майбутніх професійних проєктах.

**Висновки.** У ході проведення дослідження слід відзначити, що розробка даний веб-застосунок є ефективним рішенням для полегшення взаємодії між викладачів та студентів з основними платформами управління та розробки проєктів в освітньому процесі. Його інтеграція з сервісами GitHub, GitLab та Bitbucket дозволяє оптимізувати робочі процеси, надаючи зручні та інструментарій для обох сторін. Такий веб-застосунок є важливим кроком у вдосконаленні освіти для програмістів, пропонуючи нові можливості та інструментарій для набуття нових навичок студентів та оптимізації роботи викладачів.

### Список інформаційних джерел

1. Spilca L. How to Read Java: Understanding, Debugging, and Optimizing JVM Applications. Manning Publications Co. LLC, 2022 – 305 p.
2. Carnell J. Spring Microservices in Action. Manning Publications, 2017. 384 p.
3. Vickler A. Javascript: Javascript Front End Programming. Independently Published, 2021.
4. Jacques N. Jump Start Vue.js. SitePoint, 2019. 146 p.

*Дацьо Іван Іванович, студент 3 курсу, групи ПП-15*

*Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", м. Київ, Україна*

*Науковий керівник: Зубик Людмила Володимирівна, кандидат педагогічних наук, доцент кафедри Інформатики та програмної інженерії Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", м. Київ, Україна*

## **РОЗРОБКА ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ВЕБ-ЗАСТОСУНКІВ ДЛЯ ОНЛАЙН БІБЛІОТЕКИ КОМІКСІВ**

**Анотація.** Проект має на меті створення інноваційного онлайн сервісу, який надає користувачам можливість швидкого пошуку та фільтрації коміксів, збереження їх у персональній бібліотеці, отримання детальної інформації про кожен твір та перегляд доступних джерел для читання.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** веб-застосунки, бібліотека, комікси.

**Abstract.** The project aims to create an innovative online service that provides users with the ability to quickly search and filter comics, save them in a personal library, obtain detailed information about each work, and view available sources for reading.

**KEY WORDS:** web applications, library, comics.

**Вступ.** Зростання інтересу до коміксів та швидкий розвиток культури читання онлайн стимулюють до пошуку інноваційних підходів у розробці та впровадження спеціалізованого програмного забезпечення [1]. Перехід від традиційних видань до онлайн платформ для читання створює потребу у розробленні зручного та функціонального інструменту, який задовольнив би вимоги різних категорій читачів.

**Основна частина.** Актуальність роботи обумовлена зростанням зацікавленості громадськості у коміксах та використанням онлайн ресурсів для читання [2]. Завдання включає розробку та впровадження онлайн бібліотеки коміксів для забезпечення доступу до широкого спектру творів. Метою даного проекту є створення інноваційного онлайн сервісу - бібліотеки коміксів, що забезпечить користувачам широкі можливості:

1. Пошук та фільтрація. Розробка ефективного механізму пошуку коміксів, а також системи фільтрації за жанрами, авторами чи рейтингом, що дозволяє

користувачам швидко знаходити та обирати комікси за їхніми вподобаннями.

2. Збереження в бібліотеці користувача. Впровадження функції збереження обраних коміксів у персональній бібліотеці користувача, що робить процес доступу зручнішим.

3. Перегляд інформації про комікси. Надання детальної інформації про кожен комікс, включаючи опис сюжету, інформацію про автора, альтернативні назви коміксу, поточний статус та його жанрів.

4. Перегляд джерел. Дозвіл на перегляд доступних джерел, де користувач може прочитати обраний комікс, надаючи інформацію про платформи або веб-сайти, де він доступний для читання.

**Висновки.** Розроблений інноваційний онлайн-сервіс бібліотеки коміксів надає користувачам широкі можливості, зокрема: пошук та фільтрацію, збереження в бібліотеці користувача, перегляд інформації про комікси та отримання джерел, де їх можна прочитати. Перспективи розвитку включають розширення функціоналу, співпрацю з видавцями та розвиток мобільного застосунку для покращення доступності сервісу.

#### **Список інформаційних джерел**

1. KASHTAN, Aaron. *Between pen and pixel: comics, materiality, and the book of the future.* Studies in comics and cartoons. Columbus: The Ohio State University Press, 2018.
2. *Journal of Graphic Novels and Comics* [Електронний ресурс], 2016 Vol. 7, No. 3, 233–241 – Режим доступу до ресурсу: <http://dx.doi.org/10.1080/21504857.2016.1199468>



*Давиденко Андрій Миколайович, аспірант*

*Національний університет «Києво-Могилянська академія», Україна*

## СТВОРЕННЯ ВЕБ-БАЗОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА ГРУПОВОГО РОЗПОДІЛЕНОГО РЕДАГУВАННЯ ПРОГРАМ

**Анотація.** У роботі запропоновано гнучку архітектуру веб-базованого середовища для групового розподіленого редагування програм та наведено засоби, які були використані для його створення. Висвітлено функціональні можливості веб-системи та описано користувацький інтерфейс. Коротко наведені можливі сфери його застосування.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** розподілені системи, веб-розробка, програмування, колаборативні середовища, операційні перетворення

**Abstract.** The paper proposes a flexible architecture of a web-based groupware environment for distributed program editing and presents the tools used to create it. The functional capabilities of the web-based system are highlighted and the user interface is described. Possible areas of its application are briefly presented.

**KEY WORDS:** distributed systems, groupware, web-development, programming, collaborative environments, operational transformations

**Вступ.** Групове середовище розробки – це віртуальний простір, у якому учасники співпрацюють задля створення програмного коду. На відміну від традиційних середовищ розробки, розподілені середовища мають вбудовані засоби для взаємодії між учасниками групового редагування. Найголовніше, такі середовища розробки дають змогу багатьом учасникам редагувати програмний код одночасно у режимі реального часу, маючи відповідні візуальні вказівки [3]. Традиційні середовища розробки акцентуються на підвищенні ефективності кожного розробника, натомість групові середовища розробки – на підвищенні ефективності процесу розробки в команді в цілому [5]. Метою даної роботи є представлення архітектури та опису функціональності створеного веб-базованого середовища групового розподіленого редагування програм.

**Основна частина.** Компонентна архітектура створеного веб-базованого середовища для розподіленого редагування складається з трьох основних компонент (рис. 1):

1. API Sphere Engine
2. Серверний додаток
3. Клієнтський додаток

Серверний додаток реалізовано мовою JavaScript на платформі Node.js. Для підтримки колаборативного редагування було використано бібліотеку з відкритим кодом OT.js, принцип роботи якої базується на методі операційних перетворень [4]. Для

підтримки розподіленого редагування декількох документів виникла необхідність у модифікації цієї бібліотеки. З модифікованою версією бібліотеки можна ознайомитися за посиланням <https://github.com/garfieldua/ot.js>. Також, для модифікованої бібліотеки було створено пакет prn.

Для збереження внесених змін програмного коду та можливості відновлення втрачених даних у випадку технічного збою сервера було використано нереляційну базу даних MongoDB. Окрім

збереження самого документа, що редагується у розподіленому середовищі, зберігається вся історія правок документа, що дозволяє за необхідності відтворити зміни.

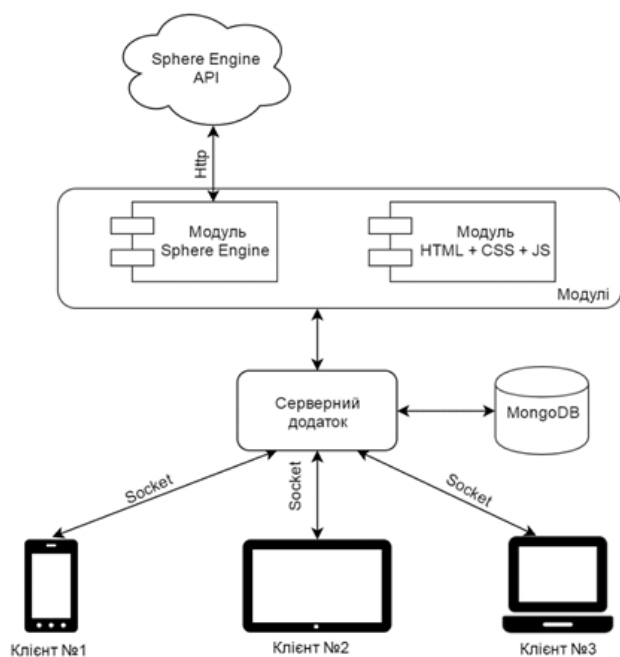


Рис. 1. – Компонентна архітектура

Клієнтський додаток реалізовано з використанням фреймворку AngularJS, який добре підходить для односторінкових додатків (тобто, які складаються з однієї сторінки HTML з використанням JavaScript та CSS) з архітектурою “модель-вид-контролер” (MVC), що найбільш точно відповідає потребам веб-базованої системи.

Для імплементації еле інтерфейсу використовується Bootstrap. Bootstrap містить HTML та CSS-базовані шаблони дизайну для кнопок, форм вводу, елементів навігації веб-сайту, типографіки та інших елементів інтерфейсу. Зокрема, для реалізації функціональності текстового редактора для редагування коду з підсвіткою синтаксису використовується JavaScript-бібліотека CodeMirror, що підтримує стилі багатьох мов програмування та має можливість розширення функціональності за допомогою розширень.

Для повноцінного функціонування розподіленого середовища розробки необхідно мати засіб для компіляції і виконання коду. Обрана платформа Sphere Engine надає компілятори для більш ніж 80 популярних мов програмування. Значною перевагою є те, що з використанням Sphere Engine розробникам не треба перейматися стосовно розгортання середовища на серверах для підтримки компіляції, його налаштування та створення API. Обмін даними між API Sphere Engine та серверним додатком здійснюється за допомогою RESTful HTTP.

Запити на компіляцію від учасників групового розподіленого редагування передаються на сервер, де вони оброблюються і пересилаються до API Sphere Engine. Після отримання результату компіляції серверним додатком, вони передаються до клієнта, що ініціював процес компіляції. Обмін даними між клієнтами та серверним додатком здійснюється за допомогою веб-сокетів. Задля підтримки використання сторонніх компіляторів та їх інтеграції з веб-системою для розподіленого редагування було розроблено гнучку модульну архітектуру. За контрактом, кожен адаптер компілятора повинен імплементувати наступні методи:

- **beforeCompile(obj)** – викликається перед виконанням компіляції та призначений для попередньої обробки даних (наприклад, видалення спецсимволів, попередня валідація тощо). У якості вхідного параметра приймає масив документів розподіленого редагування.

- **compile(obj)** – виконує компіляцію програмного коду. У якості вхідного параметра приймає результат методу beforeCompile. У середині цього методу повинен бути здійснений виклик до стороннього компілятора, або ж проведена компіляція “на місці”. Цей метод повинен бути асинхронним та повертати об’єкт

promise одразу, а після виконання компіляції – результат компіляції.

- **processResponse(obj)** – готує результат компіляції до відображення у вікні виводу графічного інтерфейсу користувача. У якості вхідного параметра приймає результат методу `compile`. Повертає рядок символів.

Конструктор компілятора може приймати необхідну кількість параметрів (наприклад, токен для компіляції тощо).

Отже, така архітектура є досить гнучкою та дозволяє використовувати різноманітні сторонні компілятори. За необхідності, додавання нових адаптерів до компіляторів можна здійснювати без необхідності правки коду серверного застосунку, що є якісною ознакою гарно спроектованої архітектури веб-системи.

Опишемо користувацький інтерфейс веб-базованого середовища. Після відкриття головної сторінки веб-застосунку користувача буде перенаправлено на сторінку зі згенерованим випадковим чином префіксом. Цей префікс і відповідатиме id кімнати, у якій знаходиться користувач. Одночасно до кімнати може бути підключено декілька учасників групового редагування. Для того, щоб запросити до кімнати іншого учасника достатньо скопіювати поточну адресу у браузері та поділитися нею, що робить процес розподіленого редагування найбільш простим та інтуїтивним. Після завантаження сторінки необхідно ввести ім'я користувача і натиснути кнопку "Join". Після входу, інтерфейс системи виглядає наступним чином (рис. 2).

Веб-базована система має найбільш необхідні елементи для розробки програмного забезпечення:

- Редактор коду з підсвіткою синтаксису
- Підтримка різних мов програмування (C, C++, C#, Java, Lua, Python, Pascal)

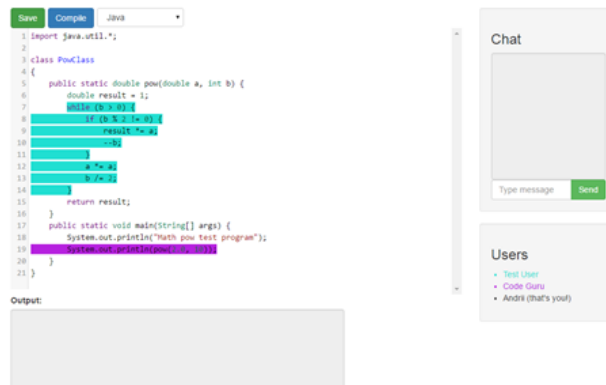


Рис. 2. – Інтерфейс групового середовища розробки

- Підтримка механізму для прототипування клієнтських веб-застосунків (HTML, CSS, JavaScript)

- Компіляція коду

- Вікно виведення результату компіляції та роботи програми

- Підтримка багатьох курсорів (кожен користувач має курсор випадкового унікального кольору) для колаборативного редагування

- Чат для комунікації між учасниками редагування

Компіляція відбувається після натиснення на кнопку "Compile". Через невеликий проміжок часу у вікні "Output" виводиться результат компіляції та роботи програми. Для збереження поточного стану кімнати у базі даних необхідно натиснути на кнопку "Save".

Поточний список користувачів відображено справа у розділі "Users". Якщо до середовища розробки підключено декілька користувачів, то кожен користувач матиме випадковим чином призначений колір, який буде використовуватись для позначення курсору у редакторі коду та при виділенні тексту. Також, зміни, внесені кожним учасником у текстовому редакторі будуть синхронізовані для усіх учасників розподіленого редагування.

**Висновки.** В рамках роботи було створено веб-базовану систему для розподіленого редагування програм, а також детально описано компонентну архітектуру, її інтерфейс та функціональні можливості. Використання створеного середовища відкриває нові можливості застосування в системах електронного навчання, як-от групове навчання програмуванню [1, 2], що є особливо актуальним питанням, враховуючи дистанційний характер навчання протягом останніх років. Подальшим удосконаленням системи може бути підтримка редагування багатофайлових проєктів, а також їх імпорт та експорт з розподіленого середовища.

### **Список інформаційних джерел**

1. Бублик В. В. Колаборативні методи в електронному навчанні програмування / Бублик В. В., Давиденко А. М. // Наукові записки НаУКМА. - 2016. - Т. 190: Комп'ютерні науки. - С. 41-45.
2. Глибовець М. М. Застосування Semantic WEB до створення колаборативного освітнього простору / М. М. Глибовець // Збірник праць П'ятої Міжнародної конференції «Нові інформаційні технології для всіх». – К. : Академперіодика, 2010. – С. 179–192.
3. Ellis C. A. Concurrency control in groupware systems / C. A. Ellis, S. J. Gibbs // Proceedings of the 1989 ACM SIGMOD international conference on Management of data / C. A. Ellis, S. J. Gibbs. – New York, NY, USA: ACM, 1989. – С. 399–407.
4. Copies Convergence in a Distributed Realtime Collaborative Environment / N.Vidot, M. Cart, J. Ferrie, M. Suleiman // Proceedings of the ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work / N.Vidot, M. Cart, J. Ferrie, M. Suleiman., 2000. – С. 171–180.
5. Booch G. Collaborative Development Environments [Електронний ресурс] / Grady Booch. – 2007. – Режим доступу до ресурсу:  
<http://www.drdoobs.com/architecture-and-design/collaborative-development-environments/196900222>.

*Данилюк Юрій Сергійович, Unity Developer, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Жураковська Оксана Сергіївна, доцент, к.т.н., доцент кафедри інформаційних систем та технологій*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ЧОТИРИВИМІРНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ МЕТОДУ МАРШУВАННЯ ПРОМЕНІВ**

### **INFORMATION SYSTEM FOR VISUALIZING FOUR-DIMENSIONAL OBJECTS BASED ON THE RAY MARCHING METHOD**

**Анотація.** У цій роботі розглядається складне завдання візуалізації чотиривимірних об'єктів. Після оцінки наявних методів відображення, було обрано метод маршування променів. Основним внеском цієї роботи є запропонована система на основі Unity, візуально представлена в лаконічній діаграмі, яка надає практичний інструмент для візуалізації вищих вимірів. Поєднуючи теорію та практику, ця робота пропонує реальне рішення для візуалізації чотиривимірних структур у комп'ютерній графіці.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** 4D, Візуалізація, Маршування променів, Система, Unity.

**Abstract.** This paper tackles the complex task of visualizing four-dimensional objects. After evaluating existing rendering methods, ray marching was chosen. The primary contribution of this work is a proposed Unity-based system, visually depicted in a concise diagram, offering a practical tool for higher-dimensional visualization. Bridging theory and practice, this work provides a tangible solution for visualizing four-dimensional structures in computer graphics.

**KEYWORDS:** 4D, Framework, Ray marching, Rendering, System, Unity, Visualization.

**Foundations of Inquiry.** In the ever-evolving landscape of computer graphics, the visualization of four-dimensional objects is a big challenge and a chance for new possibilities [1]. As technology progresses, the demand for immersive and novel visual experiences grows exponentially.

The significance of addressing this challenge is crucial, given the growing need for enhanced visualization tools in science, education, virtual reality, and particularly in medicine [1]. The push for better visualization stems from technological progress expanding our understanding, making the representation and interaction with four-dimensional entities increasingly relevant. Practical applications vary from scientific simulations to interactive education experiences. Thus, the quest for effective solutions in visualizing isn't just a mind-bending exercise, it's opening doors to new technologies and scientific breakthroughs.

The difficulty in visualizing four-dimensional objects arises from their departure from our intuitive three-dimensional spatial understanding [2]. Human perception, grounded in a 3D world, struggles to comprehend the intricacies of an additional dimension. Unlike familiar 3D shapes, 4D entities are more complex, because they have intricate relationships and changes that are hard to picture using normal geometry [2]. Understanding complex structures is challenging due to their abstract nature and the limitations of our spatial intuition, requiring specialized mathematical constructs and innovative visualization techniques to convey their true nature accurately.

**Methodology Selection.** Rendering 4D objects involves various methods, each with distinct advantages. Ray tracing, projecting 4D to 3D slices, and using cross-sections are conventional approaches [3]. Moreover, alternative techniques, like stereographic projection and hypercomplex mapping, have been considered in this domain. Despite these methods, ray marching stands out for its computational efficiency, inheriting advantages from ray tracing while offering superior performance.

Ray marching involves iteratively advancing along a ray through a volume, determining the intersection points with the object, and accumulating visual information. In contrast to conventional ray tracing, which relies on analytically computed ray-surface intersections [4], ray marching excels in displaying surfaces defined by distance fields, known as Signed Distance Functions (SDFs) [5]. This implies that, unlike traditional projection-based methods, ray marching doesn't rely on predefined projections, enabling a more

flexible representation of intricate geometric forms inherent in higher dimensions. So, the method's adeptness in handling complex structures and its efficient iterative approach make it a pragmatic choice for visualizing intricate 4D entities.

**Proposed Resolution.** In the pursuit of visualizing four-dimensional objects using the ray marching method, we designed our proprietary solution.

Focusing on a specific theme, we strategically opted for the most popular game engine – Unity [6] as the platform for our system. This choice is based on the goal of maximizing the practical utilization of the system. Additionally, Unity's effective use of resources makes it well-suited for both implementing and enhancing the ray marching method. This decision aligns with the goal of not only advancing rendering techniques for 4D objects, but also ensuring broader accessibility and applicability within the realm of computer graphics and game development.

The conceptualization of the proposed solution is elucidated in Figure 1.

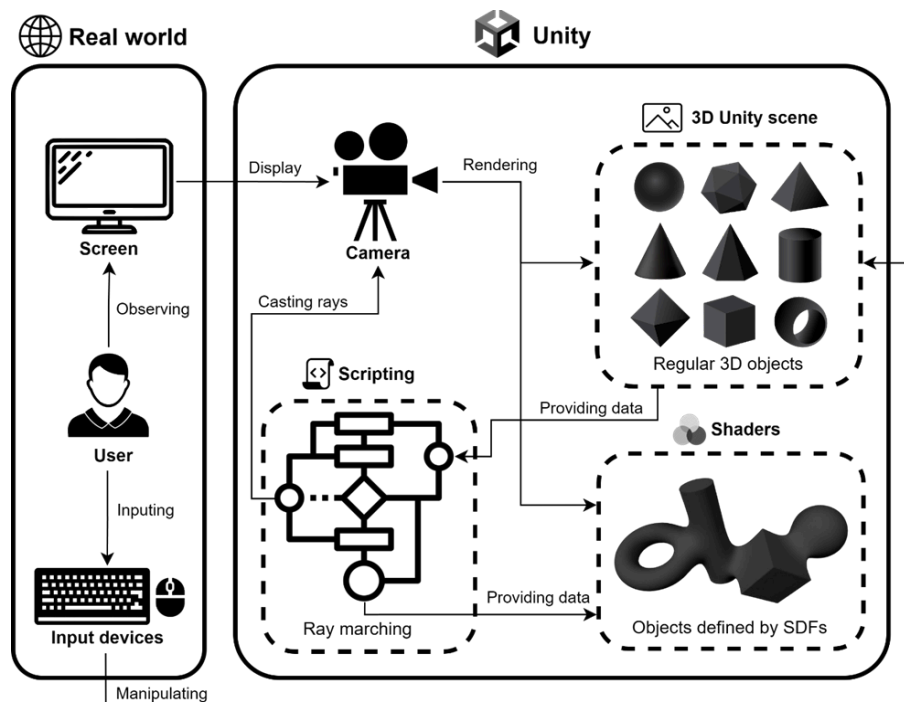


Fig 1. Proposed solution architecture

The system is divided into two pivotal realms: the Real World and Unity, each comprising interconnected components crucial to the seamless realization of this visualization approach. Let's break down the key components and their roles.

Real World:

1. Screen: The visual output of the entire system is presented on the screen. It serves as the canvas upon which the visual output is rendered, acting as the interface between the virtual four-dimensional space and the user.

2. User: The user interacts with the system through various input devices for manipulating and engaging with the visualization to navigate and explore the four-dimensional landscape.

3. Input Devices: Input devices play a pivotal role in translating user commands into actionable inputs within the Unity environment, facilitating a dynamic and responsive interaction.

Unity:

1. Camera: The camera, a pivotal element in Unity, captures the evolving scene and projects it onto the screen [7]. Through strategic positioning and movement, the camera allows the user to explore the intricacies of the four-dimensional visualizations in a controlled and dynamic manner.

2. 3D Unity Scene: Serving as the virtual stage, the scene hosts regular three-dimensional objects. These objects, while part of the Unity

environment, serve as a basement for the four-dimensional counterparts, aiding in the user's comprehension of their position and rotation in 3D space.

3. Scripting: At the core of Unity lies the scripting component [7]. It governs the interaction between the User, Input Devices, Camera, and the computational aspects of Ray Marching and Signed Distance Functions (SDFs) in Shaders. A crucial step in the visualization pipeline, ray marching is executed within the scripting realm. This process involves tracing rays through the defined space, iteratively refining their positions to accurately capture the essence of four-dimensional objects.

4. Shaders: This subsection deals with the graphical rendering aspect of the system. Objects defined by Signed Distance Functions (SDFs) within Shaders play a crucial role in accurately representing the four-dimensional constructs, offering a visual manifestation of abstract mathematical concepts.

The intricate connections between the Real World and Unity, along with the symbiotic relationships among Unity's various components, form a comprehensive framework for the visualization of four-dimensional objects using the ray marching method in Unity. This systematic approach ensures a seamless translation of user input into a visually captivating and scientifically grounded representation.

**Conclusions.** In this work, the intricate realm of visualizing four-dimensional objects has been explored.

We began by articulating the inherent complexities in representing structures that transcend our three-dimensional spatial intuition. A short overview of existing methods highlighted the limitations in capturing the intricacies of higher-dimensional spaces. Through careful evaluation, ray marching surfaced as the pragmatic solution, leveraging its computational efficiency and adaptability to address the challenges posed by 4D visualization.

The core contribution of this work is design of a devised system on the Unity platform, offering a practical solution to the visualization of 4D objects. By leveraging Unity's widespread accessibility [6], our system offers a versatile and applicable tool for diverse domains, ranging from scientific simulations to educational experiences. The proposed system, substantiated with a

detailed diagram, showcases the iterative and efficient nature of ray marching in navigating the complexities of higher-dimensional spaces.

This work establishes a foundation for future exploration and utilization of 4D visualization techniques, bridging the gap between theoretical advancements and practical applications in recent technology.

### References

1. A Review on 4D Visualization / Kaur, Amandeep, and Sharma, Neetu. // Department of Computer Science & Engineering, Ganga Institute of Technology & Management. – April 24, 2018.
2. Four-Space Visualization of 4D Objects / Hollasch, Steven Richard. // Arizona State University. – August 1991.
3. 4D Rendering: Projection & Cross Section / Zhang, Tianli. // KTH Royal Institute of Technology. – May 23, 2018.
4. Ray Tracing Quaternion Julia Sets on the GPU / Crane, Keenan. // University of Illinois at Urbana-Champaign. – November 7, 2005.
5. Raymarching Distance Fields / Quilez, Inigo. // Adobe Inc. – 2008.
6. How Unity Built the World's Most Popular Game Engine / Cohen-Peckham, Eric. // TechCrunch. – October 17, 2019.
7. Unity Documentation / Unity Technologies. // Available at: <https://docs.unity.com>



*Дацьо Іван Іванович, студент 3 курсу, групи ПП-15*

*Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", м. Київ, Україна*

*Науковий керівник: Зубик Людмила Володимирівна, кандидат педагогічних наук, доцент кафедри Інформатики та програмної інженерії Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", м. Київ, Україна*

## **РОЗРОБКА ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ВЕБ-ЗАСТОСУНКІВ ДЛЯ ОНЛАЙН БІБЛІОТЕКИ КОМІКСІВ**

**Анотація.** Проект має на меті створення інноваційного онлайн сервісу, який надає користувачам можливість швидкого пошуку та фільтрації коміксів, збереження їх у персональній бібліотеці, отримання детальної інформації про кожен твір та перегляд доступних джерел для читання.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** веб-застосунки, бібліотека, комікси.

**Abstract.** The project aims to create an innovative online service that provides users with the ability to quickly search and filter comics, save them in a personal library, obtain detailed information about each work, and view available sources for reading.

**KEY WORDS:** web applications, library, comics.

**Вступ.** Зростання інтересу до коміксів та швидкий розвиток культури читання онлайн стимулюють до пошуку інноваційних підходів у розробці та впровадження спеціалізованого програмного забезпечення [1]. Перехід від традиційних видань до онлайн платформ для читання створює потребу у розробленні зручного та функціонального інструменту, який задовольнив би вимоги різних категорій читачів.

**Основна частина.** Актуальність роботи обумовлена зростанням зацікавленості громадськості у коміксах та використанням онлайн ресурсів для читання [2]. Завдання включає розробку та впровадження онлайн бібліотеки коміксів для забезпечення доступу до широкого спектру творів. Метою даного проекту є створення інноваційного онлайн сервісу - бібліотеки коміксів, що забезпечить користувачам широкі можливості:

1. Пошук та фільтрація. Розробка ефективного механізму пошуку коміксів, а також системи фільтрації за жанрами, авторами чи рейтингом, що дозволяє

користувачам швидко знаходити та обирати комікси за їхніми вподобаннями.

2. Збереження в бібліотеці користувача. Впровадження функції збереження обраних коміксів у персональній бібліотеці користувача, що робить процес доступу зручнішим.

3. Перегляд інформації про комікси. Надання детальної інформації про кожен комікс, включаючи опис сюжету, інформацію про автора, альтернативні назви коміксу, поточний статус та його жанрів.

4. Перегляд джерел. Дозвіл на перегляд доступних джерел, де користувач може прочитати обраний комікс, надаючи інформацію про платформи або веб-сайти, де він доступний для читання.

**Висновки.** Розроблений інноваційний онлайн-сервіс бібліотеки коміксів надає користувачам широкі можливості, зокрема: пошук та фільтрацію, збереження в бібліотеці користувача, перегляд інформації про комікси та отримання джерел, де їх можна прочитати. Перспективи розвитку включають розширення функціоналу, співпрацю з видавцями та розвиток мобільного застосунку для покращення доступності сервісу.

#### **Список інформаційних джерел**

1. KASHTAN, Aaron. *Between pen and pixel: comics, materiality, and the book of the future.* Studies in comics and cartoons. Columbus: The Ohio State University Press, 2018.
2. *Journal of Graphic Novels and Comics* [Електронний ресурс], 2016 Vol. 7, No. 3, 233–241 – Режим доступу до ресурсу: <http://dx.doi.org/10.1080/21504857.2016.1199468>

*Дзівідзінська Мар'яна Іванівна, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

**Науковий керівник: Фіногенов Олексій Дмитрович, кандидат технічних наук,**

*доцент кафедри інформатики та програмної інженерії*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ КАТАЛОГУ ДОВІДНИКІВ

**Анотація.** У роботі розглянуто проблеми, пов'язані з управлінням даними в університетських системах, які використовують різноманітні системи з обмеженим доступом та різними схемами даних. Запропоновано вирішення цих проблем через створення центральної системи управління, яка має забезпечити структурованість даних, розподіл прав та доступів.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** університетські системи, інтеграція, масштабування, архітектура.

**Abstract.** This work examines the problem of data management in university systems that choose a variety of systems with limited access and ideal data schemas. A solution to this problem is proposed through the creation of a central management system that should ensure data structuring, distribution of rights and access.

**KEY WORDS:** university systems, integration, scaling, architecture.

**Вступ.** У теперішній час спостерігається швидкий розвиток та впровадження інформаційних технологій у всіх сферах життя. Для організацій та установ стає все важливіше не тільки автоматизувати робочі процеси, але й мати ефективні засоби обліку та управління інформацією. У цьому контексті розробка та використання програмних застосунків, які забезпечують зберігання, організацію та швидкий доступ до необхідної інформації, стають все більш важливими.

Часто компанії і установи намагаються розробити або придбати системи, які задовольнятимуть мінімальні вимоги на початковому етапі, але разом з тим не завжди забезпечують можливість масштабування. Це може бути спробою заощадити час та ресурси, але у майбутньому це може призвести до чималих проблем. Оскільки розвиток технологій є непередбачуваним, а потреби організацій можуть змінюватися з часом, важливо мати систему, яка здатна легко масштабуватися та адаптуватися до нових вимог.

**Метою роботи** є покращення роботи системи систем на прикладі систем

університету за рахунок переходу до системи із єдиним блоком управління

Часто деякі компанії використовують декілька різних систем для організації роботи різних підрозділів, що може призвести до ситуації, коли одні й ті ж дані потрібні в різних системах, що вимагає дублювання та синхронізації цих даних. Проблемою є і порушення атомарності даних - дані несумісні або неузгоджені між системами. Іншим негативним моментом є вплив на точність та надійність обробки даних.

Одним зі способів вирішення цих проблем є дослідження даних та методів їх

інтеграції. Університетські системи можуть бути використані як базова платформа для таких досліджень, оскільки вони зазвичай мають різноманітні підрозділи та факультети. Зазвичай такі системи потребують обміну даними та інтеграції між різними системами. Дослідження в цій області можуть бути спрямовані на пошук оптимальних методів обробки та зберігання даних, розробку стандартів інтеграції, а також на створення нових технологій, які забезпечують масштабованість та сумісність програмного забезпечення.

На прикладі систем КПІ ім. Ігоря Сікорського у даній роботі буде розглянуто проблеми обміну даними та інтеграції між системами. Як було зазначено вище системи університету не тільки зберігають дані про студентів, оцінки, а представляють собою складні структури, які крім виконання своїх нативних функцій повинні ще й бути гнучкими до різних змін у законодавстві, структурі університету. Також за рахунок того, що різні системи розроблялися у різний час, то для їх реалізації було обрано різні технології, які з часом могли втратити свою актуальність і внаслідок чого їх важко підтримувати за браку кадрів.

Аналізуючи дані, якими оперують системи, можна визначити наступні їх типи: дані отримані із зовнішніх систем, наприклад інформація про студентів повинна бути синхронізована із єдиною державною базою з питань освіти; дані із напівзакритих систем - дані із певних університетських систем, які були придбані для внутрішнього користування, але не є гнучкими до змін; дані з відкритих систем - дані, які отримані із систем, що є відкритими до змін. Враховуючи описані вище особливості, виникають проблеми у структурі даних, а також в обмеженні прав та доступів. Визначимо основні проблеми:

1. Системи не містять даних про структуру підрозділів та інших наявних систем, що може призвести при подальшому

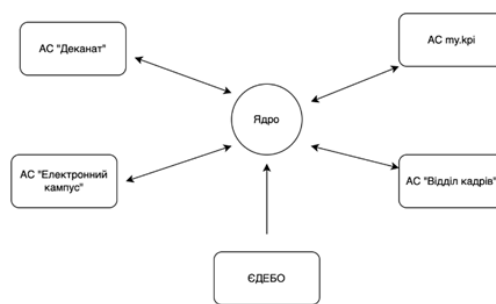
масштабуванні до проблеми із нерозуміння, де саме знаходиться першоджерело тих чи інших даних.

2. Складна організація систем та підпорядкування. Зайві витрати часу на отримання доступу

3. Різні схеми для однакових даних - немає механізмів адаптації.

4. Проблеми із безпекою, проблеми із правами та доступами до систем.

Задля вирішення наведених вище проблем необхідно розробити центральну систему управління.



а

```

{
  "id": 4,
  "name": "core",
  "parentId": null,
  "headId": 7,
  "created_at": "2023-10-21T00:22:41.084Z",
  "updated_at": "2023-10-21T00:22:41.084Z",
  "subList": [
    {
      "id": 6,
      "name": "system 1",
      "parentId": 4,
      "headId": 6,
      "created_at": "2023-10-21T00:25:12.217Z",
      "updated_at": "2023-10-21T00:25:12.217Z",
      "subList": [
        {
          "id": 7,
          "name": "system 1.1",
          "parentId": 6,
          "headId": 6,
          "created_at": "2023-10-21T00:29:19.192Z",
          "updated_at": "2023-10-21T00:29:19.192Z",
          "isCore": true
        }
      ]
    }
  ]
}
  
```

б

Рис. 1. а) - загальна схема архітектури із центральною системою управління, б) - приклад сформованої ієрархічної структури університету

Наявний комплекс систем університету наразі працює за принципом повнозв'язного графа. При необхідності отримання даних, будь-яка система звертається до іншої системи напряму. На рисунку 1а представлена загальна архітектура системи,

до якої необхідно перейти, щоб уникнути наведених попередньо визначених проблем. Нова модель взаємодії передбачає введення нової системи - ядра, яке відповідатиме за збереження атомарності даних та розподілу прав та доступів.

Для уникнення колізій із даними необхідно перш за все сформувавши чітку ієрархічну структуру підрозділів університету як зображено на рисунку 1б. Також до кожного вузла у дереві додамо доступні системи для даного підрозділу. Таким чином отримаємо прозору і зрозумілу ієрархію прав та розуміння, де зберігаються дані та де їх можна отримати. Окремо для об'єкту системи додаємо список користувачів, яким вона доступна та список доступних API запитів. Задля покращення системи також додаємо логування запитів для моніторингу дій користувачів, а також передбачаємо функціонал по створенню знімків системи та поверненню до попереднього стану. Останні функції використовуватимемо для відслідковування дій та при необхідності повернення системи до попереднього стану.

Окрім нової центральної системи, на схемі (рисунок 1 а) також представлені реальні діючі системи, а саме:

ЄДЕБО - єдина державна електронна база з питань освіти. Автоматизована система, функціями якої є збір, верифікація, оброблення, зберігання та захист інформації про систему освіти [1].

АС "Деканат" - програмне забезпечення, яке використовується для автоматизації різних процесів у деканаті, таких як: облік студентів, контроль навчальних планів, електронна реєстрація на курси та інше адміністративне управління. Інформація, якою оперує система, є доступною для розробників, проте будь-яка зміна інтерфейсу у даній системі є складним процесом через обмежені права із урахуванням ліцензій.

АС "Відділ кадрів" - система, яка відповідає за облік співробітників.

АС "my.kpi" - система для автоматизації планування навчального процесу в університеті. На даний час це програмне забезпечення відповідає за вибір навчальних дисциплін студентами та відображення навчальних програм, силабусів, розкладу для викладачів [2].

АС "Електронний кампус" - автоматизована система для підтримки освітнього процесу. На технічному рівні оперує даними, які не вводяться безпосередньо у дану систему, а імпортуються із інших наявних систем [3].

Наведені вище системи впроваджувалися різними командами розробників в університеті, а деякі із них - належать зовсім іншим організаціям. Тому, виникає необхідність інтегрувати різні системи використовуючи різні підходи. Визначимо основні методи інтеграції:

1. Інтеграція зовнішніх систем (ЄДЕБО). Із систем розроблених іншими організаціями можемо тільки отримати дані у разі відкритих API.

2. Інтеграція напівзакритих систем університету (АС "Відділ кадрів", АС "Деканат"). Наявне програмне забезпечення було реалізовано зовнішньою командою розробників. Для цього типу систем складністю є зміна інтерфейсу даних. Тому для даних, отриманих із такого типу систем, необхідно використовувати адаптери для швидкого перевикористання у інших програмних засобах.

3. Інтеграція відкритих систем (АС "Електронний кампус", АС "my.kpi"). Даний тип представляє системи, з якими налагоджена комунікація, які мають стабільний розвиток та можливість розширення. Отже, для таких систем можна використовувати і адаптери на рівні ядра, але основна перевага даного типу - взаємодія із розробниками програмного забезпечення та отримання даних у визначеному на рівні центральної системи вигляді.

**Висновки.** Системи університетів є показовим та масштабним джерелом інформації, адже за таким же принципом - ускладнення наявного функціоналу, формуються і системи бізнесу чи державних структур. Таким чином, у результаті реалізації прототипу контролюючої системи вдасться сформувати шаблон архітектури, запропонувати загальний план переходу до схеми із центральною архітектурою. Враховуючи описані вище особливості систем та процесів інтеграції, зрозуміло що перехід до використання схеми із центральним ядром потребуватиме чимало зусиль, але у результаті отримаємо більш впорядковані дані, які простіше контролювати та покращені системи, основними перевагами яких буде швидше і простіше масштабування, за рахунок впровадження запропонованого програмного забезпечення.

#### **Список інформаційних джерел**

1. Міністерство освіти і науки України. ЄДЕБО [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України – Режим доступу до ресурсу: <https://mon.gov.ua/ua/ministerstvo/yedebo>.
2. [my.kpi.ua](http://my.kpi.ua) АВТОМАТИЗАЦІЯ ПЛАНУВАННЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ В УНІВЕРСИТЕТІ [Електронний ресурс]. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: [https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/files/2\\_Org\\_vyboru\\_magistriv\\_2021.pdf](https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/files/2_Org_vyboru_magistriv_2021.pdf).
3. Фіногенов О. Д. Електронний кампус: стан і перспективи / Олексій Дмитрович Фіногенов. // Київський політехнік. – 2019. – №20. – С. 2.

*Діордійчук Олег Олександрович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

**Науковий керівник: Олійник Юрій Олександрович, кандидат технічних наук,**

*доцент кафедри інформатики та програмної інженерії*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **ПРОГРАМНЕ ТА МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДПISУ, ДОСТАВКИ І ОБРОБКИ ДОКУМЕНТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕРЕЖІ БЛОКЧЕЙН**

**Анотація.** Дана робота досліджує потенціал застосування блокчейн-технологій у процесах управління електронними документами, включаючи їх підпис, доставку та обробку. Аналізуючи проблематику сучасних систем документообігу, робота фокусується на розробці інноваційних рішень, які можуть покращити безпеку, конфіденційність та ефективність обробки даних. Розглядаються ключові аспекти блокчейну, такі як децентралізація, незмінність даних та автоматизація за допомогою смарт-контрактів, та їх вплив на документообіг у різних сферах. Результати дослідження демонструють, як інтеграція блокчейну може принести практичну користь і внести значні вдосконалення у процеси управління документами.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** блокчейн, електронні документи, смарт-контракти, безпека даних, автоматизація процесів, конфіденційність.

**Abstract.** This work explores the potential of applying blockchain technologies in electronic document management processes, including their signature, delivery and processing. Analyzing the problems of modern document management systems, the work focuses on the development of innovative solutions that can improve security, privacy and efficiency of data processing. Key aspects of blockchain, such as decentralization, data immutability, and automation through smart contracts, and their impact on document flow in various fields are considered. The research findings demonstrate how blockchain integration can bring practical benefits and significant improvements to document management processes.

**KEY WORDS:** blockchain, documents, electronic documents, smart contracts, data security, process automation, privacy.

**Вступ.** У сучасному цифровому світі, обмін електронними документами став необхідною складовою практично кожної сфери життя і бізнесу. Однак цей процес стикається з рядом серйозних викликів, серед яких важливими є безпека, цілісність та надійність. Наприклад, у фінансовому секторі, де проводяться мільйони фінансових транзакцій щодня, питання безпеки електронного підпису стає особливо актуальним. Незабезпечені електронні підписи можуть призвести до фінансових шахрайств і втрат клієнтів. У сфері медицини, електронні медичні записи повинні бути збережені безпечно та конфіденційно, щоб забезпечити права пацієнтів та уникнути порушень. Якщо мова йде про державні органи, то безпека та цілісність документів може мати значущий вплив на процеси правосуддя, оподаткування та адміністративні послуги. Додатково, ефективність обміну електронними документами завжди була проблемою для багатьох організацій. Наприклад, підприємства повинні витратити багато

часу та ресурсів на ручну обробку документів, таких як замовлення, фактури та контракти. Це призводить до затримок, помилок та втрати продуктивності.

Тут програмне та математичне забезпечення, що базується на блокчейні, може забезпечити обробку та оптимізацію цих процесів, дозволяючи організаціям використовувати ресурси більш ефективно і зменшити ризики помилок. Отже, дана тема розв'язує ці важливі проблеми та може значно полегшити та поліпшити обмін інформацією в цифровому світі.

**Основна частина.** Для реалізації даного програмного забезпечення, було розроблено архітектуру, що буде забезпечувати автоматизацію документообігу, прозорість цього процесу, безпеку, звітоспроможність, ефективність та зручність у використанні. Також дана система надає можливості шаблонізувати документи що підвищує ефективність та оптимізацію системи у цілому.

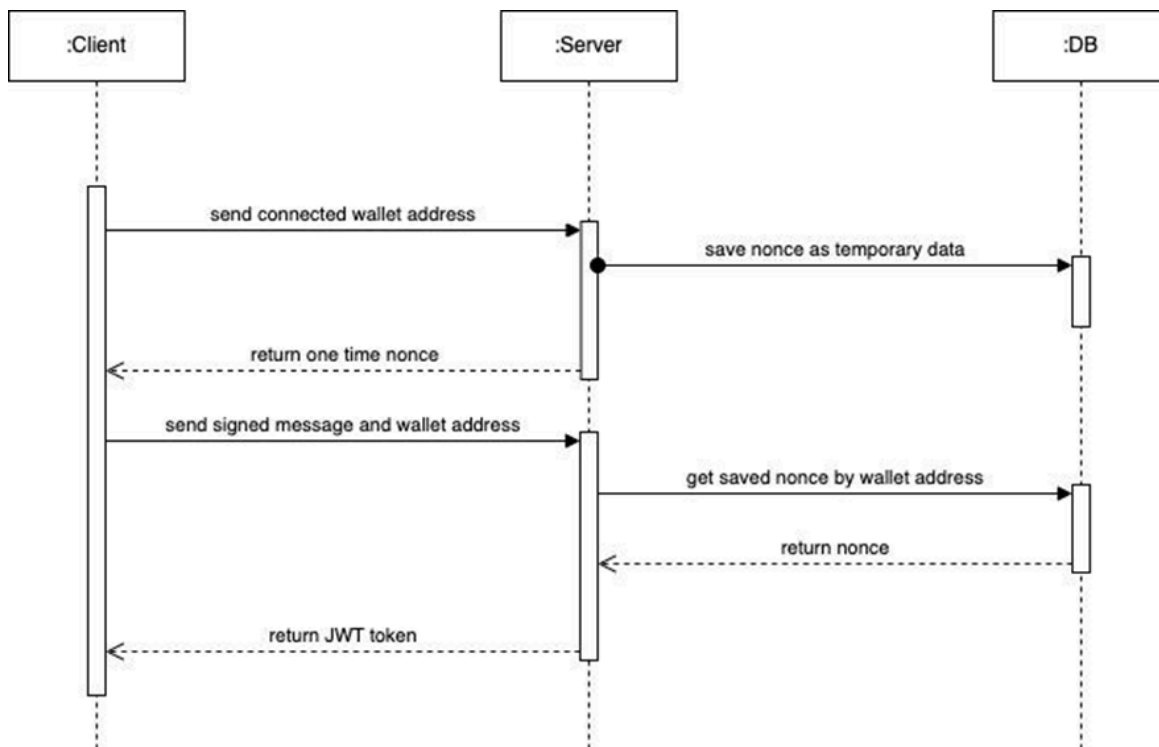
**Архітектура.** Зокрема, архітектура даної системи передбачає використання немутабельної бази даних для збереження документів, забезпечуючи надійність та високий рівень захисту від несанкціонованого доступу або змін. Ключовою особливістю є контроль доступу до документів через криптографічні гаманці учасників, що дозволяє ефективно регулювати процес підписання та затвердження документів. Блокчейн сприяє автоматизації бізнес-процесів, використовуючи контракти для автоматичного виконання, перевірки та застосування угод на основі встановлених умов. Основним адаптером даної системи виступає вебзастосунок з інтуїтивно зрозумілим і зручним інтерфейсом, що дає можливість користувачеві використовувати

гаманці, отримувати звіти зі створених потоків документів та брати участь у підписанні цих документів. Також в архітектурі використовується арі-сервіс, що забезпечує моніторинг підписів у мережі блокчейн, групує цю інформацію та записує її до бази даних.

**Методи.** Для реалізації даних процесів було розроблено та використано декілька методів що надають безпеку та прозорість документообігу.

Для авторизації користувача з використанням його криптогаманця було використано метод підпису тимчасово-дійсного повідомлення приватним ключем. Арі-сервіс генерує короткотривалий попсе для заздалегідь визначеного повідомлення, роблячи це повідомлення таким чином унікальним. Користувач, отримуючи попсе підписує його разом з заздалегідь визначеним повідомленням використовуючи ECDSA [1] алгоритм для генерації сигнатури, після чого сигнатура даного повідомлення надається арі-сервісу для перевірки. Дешифруючи повідомлення, у випадку збігу публічної адреси користувача, користувач вважається валідним тож він вважається авторизованим і для подальшої взаємодії з методами арі-сервісу надається JWT-токен [4].





**Рис. 1.** Діаграма послідовності процесу авторизації.

Для автоматизації документообігу було впроваджено сутність “потік документів” та розроблено відповідну модель яка буде забезпечувати необхідні дані для контролю документів та реалізовувати метод автоматизації процесу. Потік документів - це структура, що складається з визначеної кількості кроків, кожен з яких має групи документів з визначеними для цих документів учасниками. Потік документів також передбачає правило коли кожен крок вважається як виконаний. Потік документів вважається виконаним тоді й тільки тоді, коли всі його кроки вважаються виконаними, своєю чергою кроки потоку документів вважаються виконаними тоді й тільки тоді, коли всі групи документів що описані у кроці вважаються виконаними. Правила виконання групи документів можна

визначати динамічно, зазначаючи терміни виконання підпису документа, використовуючи шаблони документів для підписання, зазначаючи правила заповнення полів шаблонів документів, визначаючи які учасники цього документу обов’язкові для участі, а які учасники у разі їх відмови від участі просто стають відсторонені від подальшого виконання потоку. Також дана структура забезпечує зберігання результатів підписів учасників і на їх основі змінює валідації раніше вже заповнених динамічних полів шаблонізованих документів (наприклад зазначивши в одному документі поле `full_name` зі значенням “Петро Іванов”, надалі це поле в інших документах потоку можна буде заповнити тільки цим значенням). Контроль за цією структурою забезпечує реалізований смарт-контракт.

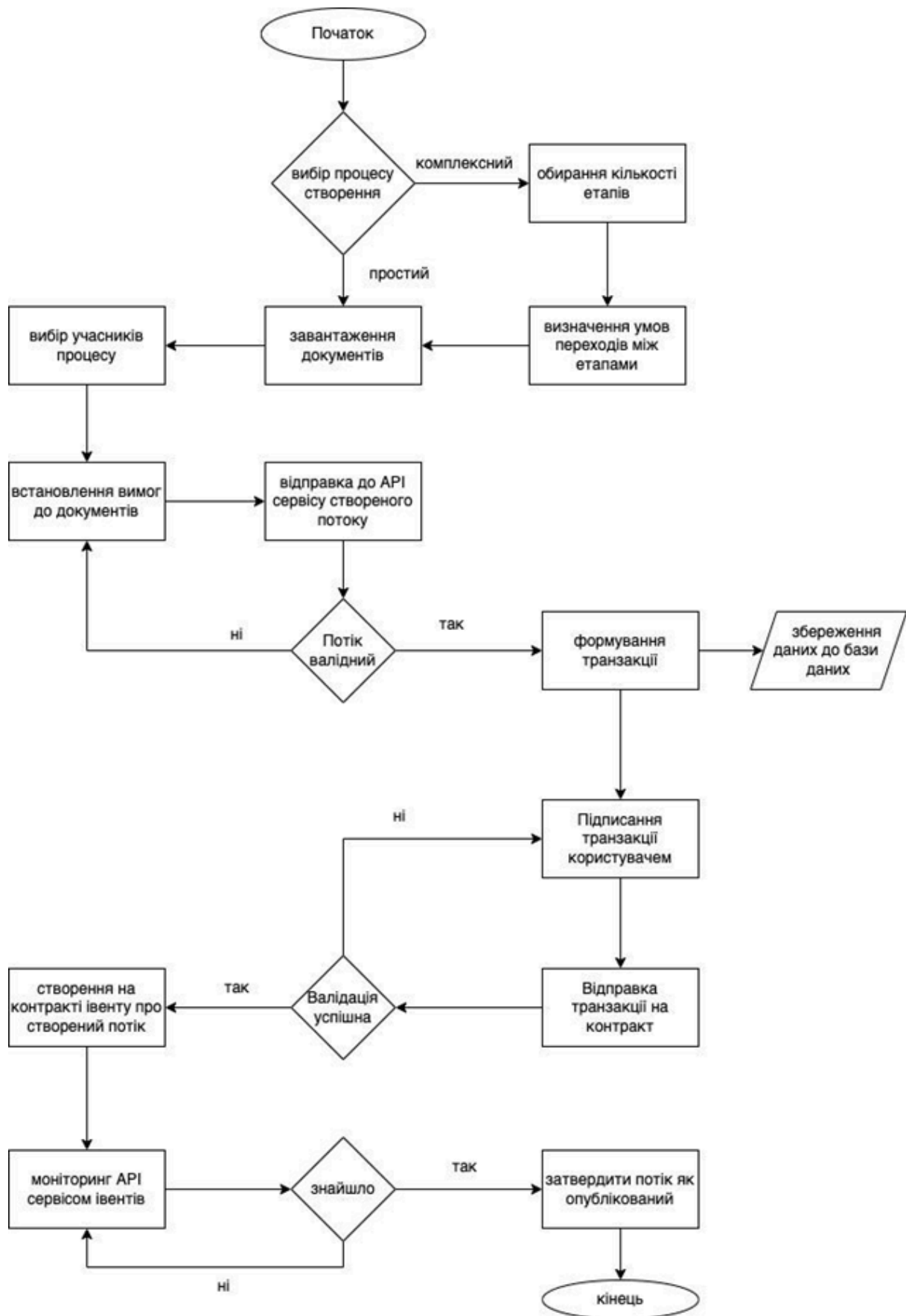


Рис. 2. Процес створення потоку документів.

Для забезпечення відповідності документа було використано немутабельну базу даних для його зберігання, а для забезпечення його компактності для підписів використовується кесак256 [2] хешування документа у bytes32 форматі.

Для забезпечення підпису було також використано ECDSA [1] алгоритм на типізованих даних, але для встановлення даного підпису відповідним до цього процесу, було розроблено структуру, що містить ряд властивостей. У першу чергу це bytes32 хеш документа що підписується, а також map структура полів та значень для шаблонізованих документів. Але для забезпечення зв'язки між кроками даного варіанту підпису недостатньо. тож до кожної групи документів було додано посилання на наступний документ від якого той має залежати. вибудувавши таку структуру ми на кроці n можемо отримати доступ до документів що відносяться до нього на кроці n-1, та взяти підписи учасників минулого

кроку. Таким чином буде вибудована залежність кожного кроку забезпечуючи інтеграцію даного підпису до потоку документів на кожному етапі.

**Моніторинг.** Більшість з представлених методів забезпечується інструкціями розробленого смарт-контракту, всі кроки записуються транзакціями у блокчейн що слугує підтвердженням дії у минулому. Однак для зручного використання цього замало, тож було запроваджено систему моніторингу зі сторони арі-сервісу, що групує дані у зручному форматі для подальшого використання. Інформація з контракту потрапляє до арі-сервісу двома шляхами: шляхом відстежування подій що відбулися на контракті, а також за допомогою long-polling запитів [3], для забезпечення валідності потоків, документи яких мають терміни виконання. Також арі-сервіс надає можливість шаблонізувати документи, що пришвидшує роботу зі створеннями потоків.

**Висновки.** Дана робота акцентує увагу на значущості інтеграції блокчейн технологій у системи документообігу. Робота демонструє, як така інтеграція може ефективно розв'язувати проблеми безпеки, конфіденційності, автоматизації та оптимізації процесів, зокрема через авторизацію за допомогою криптогаманців та контроль цілісності документів. Програмна архітектура розробленого програмного забезпечення забезпечує автоматизацію документообігу, надійне зберігання даних, використання смарт-контрактів для виконання процесів та створення потоків документів для оптимізації роботи. Результати дослідження підкреслюють потенціал блокчейну в підвищенні ефективності та безпеки систем документообігу.

### Список інформаційних джерел

1. Elliptic Curve Digital Signature Algorithm [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Elliptic\\_Curve\\_Digital\\_Signature\\_Algorithm](https://en.wikipedia.org/wiki/Elliptic_Curve_Digital_Signature_Algorithm).
2. The Keccak SHA-3 submission [Електронний ресурс] // STMicroelectronics, NXP Semiconductors. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: <https://keccak.team/files/Keccak-submission-3.pdf>.
3. Long polling [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://javascript.info/long-polling>.
4. JSON Web Token [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/JSON\\_Web\\_Token](https://uk.wikipedia.org/wiki/JSON_Web_Token).

*Дубовик Андрій Павлович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Фіногенов Олексій Дмитрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри інформатики та програмної інженерії*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **ГЕНЕРАЦІЯ ТЕСТІВ GUI ANDROID-ДОДАТКІВ: АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ТА ВИКЛИКИ ДЕКЛАРАТИВНОЇ ПАРАДИГМИ**

### **GUI TESTS GENERATION FOR ANDROID APPLICATIONS: ANALYSIS OF MODERN APPROACHES AND THE DECLARATIVE PARADIGM CHALLENGES**

**Анотація.** Сучасні стандарти вимагають від розробників не лише забезпечення функціональності, але й гарантії стабільності роботи додатків та відповідності вимогам безпеки. В цьому контексті особливо важливим є ефективне тестування, спроможне забезпечити високий рівень відповідності мобільного додатка поставленим вимогам. Проте написання тестів є часозатратною справою, що стимулює інтерес на автоматизовані методи тестування. В роботі було розглянуто важливість тестування GUI Android-додатків та сучасні методи генерації тестів, описано підходи, такі як генерація тестів через моделювання взаємодій із користувачем, використання AI для генерації unit-тестів, а також методи, які враховують контекст і GUI події. Проаналізовано проблеми, з якими стикаються Android-розробники, зазначено переваги декларативного підходу в розробці інтерфейсів, на прикладі Jetpack Compose. Дана робота підкреслює відсутність ефективних інструментів для генерації тестів у контексті декларативної парадигми, визначає проблеми та виклики, що виникають у сфері тестування мобільних додатків, та вказує на актуальність подальших наукових досліджень у даному напрямі.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** UNIT-тестування, функціональне тестування, тестування графічного інтерфейсу, автоматична генерація тестів, ANDROID, JETPACK COMPOSE

**Abstract.** Modern standards require developers not only to ensure functionality, but also to guarantee the stability of applications and compliance with security requirements. In this context, effective testing is especially important to ensure that a mobile application meets the requirements. However, writing tests is a time-consuming task, which stimulates interest in automated testing methods. This paper discusses the importance of testing Android application GUI and modern test generation methods, describes approaches such as test generation through user interaction modeling, usage of AI to generate unit tests and methods that take into account context and GUI events. The problems faced by Android developers are analyzed, and the advantages of the declarative approach to GUI development are noted, using Jetpack Compose as an example. This work emphasizes the lack of effective tools for generating tests in the context of the declarative paradigm, identifies problems and challenges in the field of mobile application testing, and indicates the relevance of further research in this area.

**KEY WORDS:** UNIT TESTING, functional testing, gui testing, test auto generation, ANDROID, JETPACK COMPOSE

**Вступ.** За останні десятиліття спостерігається надзвичайно швидкий розвиток мобільних технологій, що призводить до виходу на ринок безлічі нових мобільних додатків. Цей стрімкий ріст популярності мобільних додатків обумовлений їхньою здатністю задовольняти різноманітні потреби користувачів та забезпечувати доступ до розмаїтих сервісів у будь-який час та в будь-якому місці. Зростання важливості цих додатків також відображається у зростанні вимог до їхнього якісного функціоналу та безпеки.

Однією з ключових аспектів якості мобільних додатків є їхнє тестування, особливо тестування графічного інтерфейсу (GUI). З великим розмаїттям пристроїв та операційних систем, тестування GUI Android-додатків стає викликом через різноманітність конфігурацій та екранів. Завдання ще ускладнюється швидким виходом нових версій операційних систем та постійно зростаючим функціональним навантаженням.

Сучасні вимоги до покриття коду тестами вимагають від розробників не тільки забезпечення функціональності, але й високого рівня стабільності та відповідності стандартам безпеки. В цьому контексті особливо важливим стає ефективне тестування, яке може забезпечити високий рівень відповідності мобільного додатка вимогам.

Проте, тестування GUI існуючими фреймворками вимагає великого обсягу ручної роботи та може бути часо- та ресурсозатратним завданням, тож це стимулює попит на автоматизовані методи тестування. У цьому контексті, особливу увагу приділяють генерації тестів для графічного інтерфейсу Android-додатків [1].

**Стрімке зростання** кількості наукових робіт, присвячених тематиці автоматичній генерації тестів, за останнє десятиліття описується в дослідженнях Pingfan Kong et al. [2] та Liming Nie et al. [3].

Загалом розрізняють два види тестування: це функціональне та нефункціональне тестування. Функціональне тестування стосується функціональних можливостей програми. В контексті мобільних додатків – це тестування інтерфейсу додатка, функціональних можливостей сервісу та інтерфейсу програмування додатків (API). Тестування інтерфейсу користувача – це різновид функціонального тестування [4].

Серед методологій функціонального тестування розрізняють тестування білого, чорного та сірого ящика.

Тестування білого ящика також називають структурною методологією. Воно розглядає внутрішню структуру програми, оскільки процес тестування базується на наявності вихідного коду програми. Існує кілька методів тестування білого ящика, як-от AGRippin, EvoDroid, MonkeyImprover,

Monkey++, ACRT. На вхід вони приймають вихідний код Android-додатку [4].

Тестування чорного ящика також називають методологією на основі специфікацій, оскільки воно базується на вимогах програми. Воно не враховує наявність вихідного коду програми, однак використовує інтерфейси. Існує кілька підходів до тестування за допомогою чорної скриньки, як-от CrawlDroid, StoaT, GATS, MobiGUITAR, Monkey, Dynodroid, ADAPTDROID. На вхід вони отримують APK-файл додатку [4].

Тестування сірого ящика – це комбінація тестування чорного та білого ящика. Таке тестування базується на структурі програми та вимогах. Наприклад, Sapienz отримує на вхід APK-файл програми, розпаковує його, щоб отримати вихідний код. Однак цей підхід також можна застосувати, якщо наявний вихідний код.

Інші підходи, як от TEGDroid [5], намагаються врахувати як контекст, так і GUI події для генерації тест-кейсів. У своєму дослідженні, автори використовують статичний аналіз байткоду та аналіз файлів

XML для визначення подій і контексту.

Dynodroid [6], в свою чергу розглядає Android-додаток, як керовану подіями програму, що взаємодіє зі своїм середовищем за допомогою послідовності подій через інфраструктуру Android. Dynodroid легко відстежує реакцію програми на події (event), використовуючи їх для створення наступних подій. Dynodroid також дозволяє чергувати події від машин, які краще генерують велику кількість простих вхідних даних, з подіями від користувача, які краще надають інтелектуальні вхідні дані.

Іншим важливим аспектом в тестуванні є використання AI для генерації unit-тестів, популярність якого збільшується з кожним роком.

Деякі з існуючих підходів, такі як Exerciser Monkey [7], випадковим чином генерують події, що імітують взаємодію користувача, однак мають обмежену ефективність, оскільки не враховують структуру самого додатка, а лише виконують випадкові або передбачувані дії. Підхід використовує Reinforcement Learning [7, 8], щоб навчити систему генерувати тести, які задовольняють визначені Linear-time Temporal Logic (LTL) специфікації. Важливим аспектом є те, що цей підхід дозволяє комбінувати взаємодії як від користувачів, так і від машин, покращуючи при цьому ефективність генерації.

В роботі Yasin Husam et al. [9] був запропонований підхід тестового охоплення на основі Q-Learning та був запропонований інструмент DroidbotX для створення тестових випадків графічного інтерфейсу користувача для Android-додатків, щоб максимізувати охоплення інструкцій, методів і активностей (Activities). Результати продемонстрували, що адаптація Q-Learning з дослідженням верхньої довірчої межі є досить успішною.

Проте якщо описані вище методи розглядають та пропонують засоби для

генерування тестів для традиційних підходів розробки, то за останні декілька років індустрія Android-розробки, а саме розробки інтерфейсу зміщується з традиційної імперативної до декларативної (або функціональної) парадигми, тобто описані вище існуючі підходи втрачають свою актуальність.

**Виклики декларативної парадигми.** З часів появи операційної системи Android для розробки інтерфейсів користувача використовувався імперативний підхід. Він включав в себе використання XML-файлів, де описувались макети екранів та управління взаємодією, та наслідування, де кожен компонент інтерфейсу мав наслідуватись від абстрактного класу View. Хоча цей метод був популярним, він мав свої недоліки. Розробники часто стикалися з наступними проблемами:

1. Велика кількість коду: використання XML для розмітки користувацького інтерфейсу (UI) вимагає великої кількості коду, а розмітка UI може займати значний дисковий простір, особливо у великих проектах.

2. Складність в обслуговуванні коду: робота з великими XML-файлами і безліччю View-компонентів є складною, а пошук і виправлення помилок або внесення змін є трудомісткими.

3. Обмежене перевикористання: у традиційному підході важко домогтися високого ступеня перевикористання компонентів інтерфейсу через складність структури XML і View-компонентів.

4. Труднощі анімацій і складних ефектів: для реалізації складних анімацій і ефектів потрібно більше зусиль, і часто це робиться з використанням Java або Kotlin-коду, що ускладнює їхнє створення і підтримку.

5. Незручність роботи з адаптивністю: створення адаптивних макетів для різних розмірів екранів і орієнтацій може бути складним і вимагати великої кількості

ресурсів.

Ускладнення проєктів з часом змушувало розробників витратити все більше часу на їх підтримку та впровадження нового функціоналу. Тому, для вирішення цих проблем компанія Google представила новий фреймворк для розробки графічного інтерфейсу користувача – Jetpack Compose [10]. Його перевагами стали:

- декларативний підхід: Jetpack Compose надає декларативний спосіб визначення користувацького інтерфейсу; розробник описує, який вигляд має мати інтерфейс у кінцевому стані, а Compose займається рендерингом;

- менше коду: функціональний стиль дає змогу створювати UI з меншою кількістю коду порівняно з традиційним XML / View-підходом;

- легке перевикористання: функціональні компоненти легко використовувати повторно завдяки їхній декларативній природі. Це сприяє створенню більш чистого і модульного коду;

- простота роботи з анімаціями: Compose надає більш зручні засоби для роботи з анімаціями і складними ефектами, що робить їх більш доступними і підтримуваними;

- покращена підтримка адаптивності: Compose спрощує створення адаптивних інтерфейсів за допомогою функцій, таких як `Modifier.fillMaxSize`, що автоматично адаптуються до розмірів екрана;

- вищий рівень абстракції: функціональний підхід надає вищий рівень абстракції, що спрощує розуміння та підтримання коду, особливо для нових розробників, які можуть бути більш знайомі з декларативним стилем;

- використання мови Kotlin: Jetpack Compose використовує Kotlin, яка стає дедалі популярнішою та офіційно рекомендується компанією Google для розробки Android-додатків. Використання мови Kotlin надає такі додаткові переваги,

як-от безпечніший і зручніший синтаксис, а також можливості роботи з розширеними функціональними можливостями мови.

Представлення Jetpack Compose вирішило проблеми традиційного підходу і внесло революційні зміни у побудову графічного інтерфейсу Android-додатків, полегшуючи розробку та обслуговування коду і роблячи його більш зрозумілим та ефективним.

Composable-функції представляють собою ключовий елемент Jetpack Compose, дозволяючи описувати інтерфейс додатка як функціональні компоненти [11]. Однак, на відміну від традиційних Views, Composable-функції позбавлені унікальних ідентифікаторів, що ускладнює процес тестування. Відсутність таких явних ідентифікаторів може зробити генерацію test cases менш ефективною, а також ускладнює реалізацію тестових випадків.

Враховуючи важливість тестування для сучасних додатків, компанія Google надає необхідний фреймворк для написання тестів та тестування Composable-функцій. Проте, тестування Composable-функцій вимагає розуміння їхньої структури та взаємодій, що відрізняється від традиційних підходів. Це означає, що для генерації тестів необхідно більше аналізу та розуміння самого коду Compose, а не лише його візуального представлення.

В таблиці 1 представлено порівняльний аналіз підтримки мов та парадигм програмування наявними інструментами генерації тестів, деякі з яких були описані вище. Як можна побачити, наявні інструменти генерації для генерації тест-кейсів та unit-тестів не враховують появу нової функціональної парадигми, через орієнтацію на традиційний імперативний підхід.

Враховуючи стрімке зростання популярності мови програмування Kotlin та фреймворку Jetpack Compose та їх рекомендація компанією Google для

розробки під Android, створюється науковий інтерес до створення ефективних засобів

генерації тестів, які враховують специфіку декларативної парадигми, що вимагає подальших досліджень.

Таблиця 1. Підтримка мов та парадигм програмування інструментами генерації тестів

Інструмент	Генерація введення	Середина тестування	Підтримувана парадигма	Підтримувана мова
Dynodroid	Користувач, Система	Емулятор	Імперативна	Java
Crashscope	Користувач, Система	Реальний пристрій, Емулятор	Імперативна	Java
MobiGUITAR	Користувач	-	Імперативна	Java
DroidBot	Користувач, Система	Реальний пристрій, Емулятор	Імперативна	Java
EvoDroid	Користувач	Емулятор	Імперативна	Java
Humanoid	Користувач, Система	Реальний пристрій	Імперативна	Java
AIMDroid	Користувач	Реальний пристрій, Емулятор	Імперативна	Java
SmartMonkey	Користувач, Система	-	Імперативна	Java
Sig-Droid	Користувач	Емулятор	Імперативна	Java
ORBIT	Користувач	Реальний пристрій, Емулятор	Імперативна	Java
ACRT	Користувач, Система	Реальний пристрій	Імперативна	Java
Sapienz	Користувач, Система	Емулятор	Імперативна	Java
Stoat	Користувач, Система	Реальний пристрій, Емулятор	Імперативна	Java
CrawlDroid	Користувач, Система	Реальний пристрій, Емулятор	Імперативна	Java
GATS	Користувач, Система	Емулятор	Імперативна	Java
A Model for Generating Automated Lifecycle Tests	Користувач, Система	Реальний пристрій	Імперативна	Java
DroidbotX	Користувач, Система	Реальний пристрій, Емулятор	Імперативна	Java
MonkeyImprove	Користувач, Система	-	Імперативна	
Monkey++	Користувач, Система	Реальний пристрій, Емулятор	Імперативна	Java
ADAPTDROID	Користувач	Емулятор	Імперативна	Java
Symflower	Користувач	Реальний пристрій, Емулятор	Імперативна	Java

**Висновки.** Сучасні методи генерації тестів для графічного інтерфейсу Android-додатків вже досягли визначених успіхів, проте введення декларативної парадигми, такої як Jetpack Compose, створює нові виклики для тестування. Відсутність інструментів та потреба у створенні ефективних методів для генерації unit-тестів та test cases для тестування



Composable-функцій підкреслює актуальність подальших досліджень у цьому напрямку. Науковий інтерес у вивченні та вирішенні цих викликів залишається важливим для розвитку сфери тестування Android-додатків.

### Список інформаційних джерел

1. Kabir S. Said, Liming Nie, Adekunle A. Ajibode, and Xueyi Zhou. 2021. GUI testing for mobile applications: objectives, approaches and challenges. In Proceedings of the 12th Asia-Pacific Symposium on Internetware (Internetware '20). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 51–60. <https://doi.org/10.1145/3457913.3457931>
2. Kong, Pingfan, Li Li, Jun Gao, Kui Liu, Tegawendé F. Bissyandé and Jacques Klein. “Automated Testing of Android Apps: A Systematic Literature Review.” IEEE Transactions on Reliability 68 (2019): 45-66.
3. Nie, Liming, Kabir S. Said, Lingfei Ma, Yaowen Zheng and Yangyang Zhao. “A systematic mapping study for graphical user interface testing on mobile apps.” IET Softw. 17 (2023): 249-267.
4. Samir, Amira & Amin, Huda & Badr, Nagwa. (2022). A survey on automated user interface testing for mobile applications. 22. 126-136. 10.21608/ijicis.2022.98138.1124.
5. Usman, Asmau & Ibrahim, Noraini & Anka, Salihu. (2020). TEGDroid: Test Case Generation Approach for Android Apps Considering Context and GUI Events. International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology. 10. 16. 10.18517/ijaseit.10.1.10194.
6. Machiry, Aravind & Tahiliani, Rohan & Naik, Mayur. (2013). Dynodroid: An input generation system for Android apps. 224-234. 10.1145/2491411.2491450.
7. J. Doyle, T. Saber, P. Arcaini and A. Ventresque, "Improving Mobile User Interface Testing with Model Driven Monkey Search," 2021 IEEE International Conference on Software Testing, Verification and Validation Workshops (ICSTW), Porto de Galinhas, Brazil, 2021, pp. 138-145, doi: 10.1109/ICSTW52544.2021.00034.
8. Köroğlu, Yavuz & Sen, Alper. (2020). Functional test generation from UI test scenarios using reinforcement learning for android applications. Software Testing, Verification and Reliability. 31. 10.1002/stvr.1752.
9. Yasin, Husam & Ab hamid, Siti hafizah & Raja Yusof, Raja. (2021). DroidbotX: Test Case Generation Tool for Android Applications Using Q-Learning. Symmetry. 13. 310. 10.3390/sym13020310.
10. Jetpack Compose UI – App Development Toolkit. Android Official Documentation. URL: <https://developer.android.com/jetpack/compose> (дата звернення: 01.12.2023)
11. Catalin Ghita, Kickstart Modern Android Development with Jetpack and Kotlin: Enhance your applications by integrating Jetpack and applying modern app architectural concepts, Packt Publishing, 2022.

*Жердій Павло Олександрович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Ліхузова Тетяна Анатоліївна,*

*доцент кафедри інформатики та програмної інженерії*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ РЕАКТИВНОЇ РОБОТИ З МЕРЕЖЕЮ НА ПЛАТФОРМАХ IOS ТА MACOS

**Анотація.** У доповіді розглядається процес створення інструменту для реактивної роботи з мережею на платформах iOS та macOS. Проблема ефективної обробки мережевих запитів є особливо актуальною для сучасних мобільних та десктопних застосунків. Робота аналізує існуючі рішення, їх обмеження та визначає вимоги для оптимальної реактивної взаємодії. Описується розробка нового інструменту, який інтегрується з мережевим стеком Apple та використовує сучасні підходи реактивного програмування для підвищення продуктивності та зменшення латентності відповідей. Подано алгоритми та методики, які дозволяють досягти високого рівня адаптивності та ефективності роботи додатків, а також забезпечують зручність розробки та підтримки коду. Заключна частина роботи включає аналіз ефективності розробленого інструменту та його порівняння з традиційними методами обробки мережевих запитів на зазначених платформах.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** RxSwift, Combine, робота з мережею, Swift, iOS, MacOS.

**Abstract.** The report discusses the process of creating a tool for reactive networking on iOS and macOS platforms. The problem of efficient network request processing is especially relevant for modern mobile and desktop applications. The paper analyzes existing solutions, their limitations, and identifies requirements for optimal reactive interaction. The paper describes the development of a new tool that integrates with the Apple network stack and uses modern reactive programming approaches to improve performance and reduce response latency. Algorithms and techniques are presented that allow achieving a high level of adaptability and efficiency of applications, as well as provide ease of code development and maintenance. The final part of the paper includes an analysis of the effectiveness of the developed tool and its comparison with traditional methods of processing network requests on the mentioned platforms.

**KEY WORDS:** RxSwift, Combine, Networking, Swift, iOS, MacOS.

**Вступ.** У сучасному світі мобільні додатки є невід'ємною частиною повсякденного життя, пропонуючи великий спектр можливостей та зручностей. Однак, з розвитком їх складності та функціональності, розробники стикаються з новими викликами, особливо в контексті адаптивності та ефективності в мережевих взаємодіях. У цій роботі розглядається реактивний підхід у розробці мобільних та десктопних додатків, який базується на асинхронній, чуйній взаємодії компонентів і спрямований на полегшення управління змінами та ефективне використання ресурсів. Робота висвітлює переваги реактивного програмування, аналізує реактивні бібліотеки та фреймворки, такі як Reactive Cocoa, RxSwift, Combine, і демонструє, як цей підхід може бути застосований для створення більш ефективних та адаптивних мобільних додатків [1].

**Основна частина.** Для реалізації реактивної роботи було обрано два важливих інструменти - RxSwift і Combine. Вони надають потужні засоби для роботи з асинхронними подіями, даючи змогу розробникам створювати чуйні та ефективні додатки. У цьому розділі буде детально розглянуто вибір цих інструментів і класів, які будуть адаптовані для реактивної роботи.

Вибір між RxSwift і Combine був заснований на низці факторів. RxSwift - це одна з найпопулярніших бібліотек для реактивного програмування на платформі iOS, і вона має широку спільноту розробників і велику документацію. З іншого боку, Combine - це новий набір API, розроблений Apple, який надає нативну підтримку реактивного програмування на платформі iOS і MacOS, починаючи з версії iOS 13 і macOS 10.15.

Для роботи було вирішено використовувати обидва інструменти. Це дасть змогу порівняти їхню продуктивність, зручність використання та інтеграцію в застосунок. Такий підхід також дасть змогу забезпечити максимальну сумісність із різними версіями операційних систем.

Для успішної реактивної роботи застосунків вибрано низку ключових класів, які будуть адаптовані з використанням реактивних обгорток. Ці класи включають в себе:

**NEVPNManager:** NEVPNManager - це клас, наданий Apple для управління віртуальними приватними мережами (VPN) на пристроях iOS і MacOS. Адаптація NEVPNManager до реактивної роботи дасть нам змогу гнучкіше керувати VPN-з'єднаннями і реагувати на зміни та події в їхньому стані.

**Packet Tunnel Provider:** Packet Tunnel Provider - це клас, призначений для реалізації власних VPN-серверів на пристроях iOS і MacOS. Адаптація цього класу до реактивної роботи буде корисною

для створення високопродуктивних і чуйних VPN-сервісів.

**MapKit:** MapKit - це фреймворк Apple для інтеграції карт і геолокації в додатки. Використання реактивних обгорток для MapKit дасть нам змогу ефективно відстежувати зміни місця розташування, інтеракції з картами та інші події, пов'язані з картами.

**WebSocket:** WebSocket - це клас, призначений для обміну даними за протоколом WebSocket. Реактивна адаптація WebSocket дасть змогу зручно обробляти вхідні та вихідні повідомлення, а також керувати з'єднанням через реактивні потоки.

У рамках процесу розробки реактивного інструменту для платформ iOS і MacOS буде створено демонстраційний застосунок, що призначений для наочної демонстрації функціональності інструменту. Цей демо-додаток міститиме кілька ключових екранів, кожен з яких продемонструє переваги реактивного програмування і роботу інструменту.

**Екран VPN-підключення.** На цьому екрані користувач зможе взаємодіяти з VPN-сервісом, керованим нашим інструментом. За допомогою реактивних потоків, буде продемонстровано можливості підключення до різних VPN-серверів і відстеження стану підключення в реальному часі. Користувач зможе вмикати та вимикати VPN-підключення, а також обирати країну для підключення.

**Екран карти.** На цьому екрані буде продемонстровано інтеграцію з MapKit, використовуючи реактивне програмування. Користувач зможе вибирати місце розташування на карті, а застосунок реагуватиме на зміни вибору місця розташування в режимі реального часу. Ми також можемо інтегрувати дані про VPN-сервери на карту, щоб користувач міг легко обирати країну для підключення.

Екран виміру швидкості інтернету. Для демонстрації реактивних можливостей у роботі з даними, буде створено екран для вимірювання швидкості інтернету. Користувач побачить зміни швидкості завантаження і вивантаження в реальному часі, і застосунок реагуватиме на зміни швидкості.

Усі ці екрани працюватимуть у реальному часі, оновлюючи дані та взаємодіючи з користувачем із використанням реактивних принципів. Такий підхід дасть змогу продемонструвати переваги реактивного програмування та роботу інструменту на практиці.

Розробка реактивних обгорток для методів класів NEVPNManager і Packet Tunnel Provider з використанням Combine надає зручний спосіб інтеграції реактивного програмування у ваш проєкт. Це дає змогу керувати асинхронними операціями та подіями, пов'язаними з VPN-сервісами, а також створювати застосунки, здатні ефективно реагувати на зміни стану.

Для початку розглянемо, як можна створити реактивну обгортку для методів NEVPNManager з використанням Combine. Припустимо, що у нас є метод connectToVPNServer у NEVPNManager, який асинхронно встановлює VPN-з'єднання. Ми хочемо створити реактивний інтерфейс для

цього методу.

shared(): Статичний метод для отримання екземпляра NETunnelProviderManager. Повертає спільний екземпляр менеджера для керування Packet Tunnel Provider.[2]

loadFromPreferences(completionHandler): Метод для завантаження налаштувань Packet Tunnel Provider із системних налаштувань. Приймає замикання, яке буде викликано після завантаження налаштувань.

saveToPreferences(completionHandler): Метод для збереження поточних налаштувань Packet Tunnel Provider у системних налаштуваннях. Приймає замикання, яке буде викликано після збереження.

removeFromPreferences(completionHandler): Метод для видалення налаштувань Packet Tunnel Provider із системних налаштувань. Приймає замикання, яке буде викликано після видалення.

connection: Властивість, що надає доступ до об'єкта NETunnelProviderSession, який дозволяє керувати станом Packet Tunnel Provider.

protocolConfiguration: Властивість, що надає доступ до налаштувань протоколу для Packet Tunnel Provider [3].

isEnabled: Властивість, що вказує, чи ввімкнено Packet Tunnel Provider.

**Висновки.** У цій роботі було описано процес розробки інструменту на мові програмування Swift, оснований на принципах реактивного програмування, для ефективної роботи з мережею. Цей інструмент надає реактивне рішення, яке дає змогу розробникам створювати гнучкі, адаптивні та ефективні мобільні додатки та пропонує низку переваг порівняно з аналогами.

### Список інформаційних джерел

1. Shabalin, D. (2019). Combine: Asynchronous Programming with Swift. Ray Wenderlich Media. – P. 1-384.
2. Young, M. (2020). Reactive Programming in Swift. O'Reilly Media. – P. 1-350.
3. Farag, M. (2019). Learning RxSwift: Reactive Programming. Packt Publishing. – P. 1-178.

*Житкевич Олександр Болеславович, здобувач вищої освіти*

*Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Україна*

*Науковий керівник: Поперешиняк Світлана Володимирівна, кандидат*

*фізико-математичних наук, доцент кафедри Інформатики та програмної інженерії*

*Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", м. Київ*

## **СИСТЕМА МОНІТОРИНГ РУХУ ОБ'ЄКТІВ ЗАСОБАМИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

**Анотація.** У роботі були проаналізовані принципи створення геоінформаційних систем та визначені сфери їх можливого застосування. У процесі дослідження було ретельно розглянуто технології визначення координат для мобільних об'єктів, які застосовуються у геоінформаційних системах, а також були розглянуті методи визначення координат для таких об'єктів. В рамках цієї роботи було вдосконалено метод визначення координат рухомих об'єктів шляхом поєднання даних з різних технологій визначення координат, що призвело до підвищення точності цього процесу. Крім того, було розроблено програмне забезпечення, придатне для визначення координат рухомих об'єктів у контексті створення геоінформаційних систем.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** координати, моніторинг об'єктів, геоінформаційні дані, GPS, Wi-Fi.

## **MONITORING SYSTEM OF MOVEMENT OF OBJECTS USING GEOINFORMATION SYSTEMS**

**Abstract.** The work analyzed the principles of creating geo-information systems and defined areas of their possible application. In the process of research, the technologies of determining coordinates for mobile objects, which are used in geoinformation systems, were carefully considered, as well as the methods of determining coordinates for such objects were considered. As part of this work, the method of determining the coordinates of moving objects was improved by combining data from various coordinate determination technologies, which led to an increase in the accuracy of this process. In addition, software was developed, suitable for determining the coordinates of moving objects in the context of creating geographic information systems.

**KEY WORDS:** coordinates, monitoring of objects, geoinformation data, GPS, Wi-Fi.

**Вступ.** Дослідження у сфері геоінформатики показали, що приблизно 80-90% інформації, що використовується в бізнесі, включає геодані - інформацію про розподілені в просторі об'єкти, явища та процеси. Важливою є задача збору та обробки даних про рухомі об'єкти для створення геоінформаційних систем.

Сучасний прогрес у науці та техніці породжує значну кількість завдань, які потребують визначення координат об'єктів спостереження, особливо мобільних об'єктів. Моніторинг передбачає виявлення та ідентифікацію об'єктів через аналіз інформації про них.

Координати є одним з параметрів для ідентифікації об'єктів спостереження, і якість цієї ідентифікації безпосередньо залежить від точності визначення координат. З урахуванням зростання кількості об'єктів і джерел радіовипромінювання, щільність їх розташування у

просторі збільшується, вимагаючи постійного підвищення точності місцевизначення. Це ставить перед нами актуальну задачу розробки та вдосконалення методів визначення координат об'єктів спостереження для створення геоінформаційних систем.

**Основна частина.** Огляд рішень з технічного забезпечення

Технічне забезпечення складають засоби обчислювальної техніки. Для створення та демонстрації працездатності рішення використовується комп'ютер підсиленої конфігурації, продуктивності якого достатньо для нормального функціонування всіх програмних та інформаційних додатків. Конфігурація апаратного забезпечення для оптимального функціонування системи, враховуючи очікуване навантаження.

В таблиці 1 наведена мінімально необхідна конфігурація базового комп'ютерного комплексу, що забезпечить виконання функцій серверів та робочих станцій таких типів:

- Сервер додатків, який використовується для розміщення модулів Ідентифікації, Прогнозування, Обрахунку, Візуалізації та Нормативних довідників;
- Сервер баз даних, який призначений для розміщення системи управління базами даних та самих баз даних, таких як Об'єктна база даних, база даних Нормативних довідників та база даних нейронних мереж;
- Сервер обміну, який використовується для розміщення додатків модулів Вхідних та Вихідних повідомлень, а також для обміну внутрішніми повідомленнями;
- Робочі станції адміністраторів, такі як системний адміністратор, адміністратор СПЗ, адміністратор обміну, адміністратор безпеки, адміністратор бази даних, адміністратор нейронних мереж та адміністратор довідників;
- Робочі станції кінцевих користувачів.

Давайте розглянемо огляд програмного забезпечення. Склад програмного забезпечення складається з трьох основних частин: загальносистемного ПЗ, проміжного ПЗ та прикладного ПЗ.

Загальносистемне ПЗ, або системне програмне забезпечення, включає операційну систему базового комп'ютера у вигляді Linux Debian.

Проміжне ПЗ (Middleware) охоплює системи управління базами даних, такі як QuestDB, MySQL, MinIO S3, а також фреймворки Spring Boot, Spring Security платформи Kubernetes, Kafka, MLServer, та інші інструменти, які розглядаються окремо та не входять до загальносистемного ПЗ.

Прикладне ПЗ (Application software) будується частково за допомогою готових стандартних компонентів та частково за допомогою технологій розробки програмних компонентів.

Основний підхід до реалізації ґрунтується на використанні мікросервісної архітектури. Архітектура рішення представлена нижче.

Для втілення такої архітектури було вибрано платформу Kubernetes версії 1.26.3, що призначена для керування контейнерами, які містять робочі додатки та сервіси. Ця платформа має відкритий вихідний код і надає можливість налаштовувати функціонування окремих контейнерів, а також їх навантаження та використання обчислювальних ресурсів комп'ютерної системи.

Усі використані модулі Kubernetes є опенсорсними, тобто доступними з вільного репозиторію, і не потребують витрат на придбання ліцензій чи підтримку.

Основні модулі системи підтримки реалізовані у вигляді мікросервісів (контейнерів), що має кілька переваг:

- гнучке створення та розгортання вказаних модулів (додатків);
- можливість організації слабозв'язаних, розподілених, гнучких, виділених мікросервісів замість монолітного стеку великої виділеної машини;
- підвищення спостережуваності за роботою модулів;
- відокремлення модулів (додатків) від інфраструктури;
- покращення управління та масштабування потрібних для роботи окремих модулів обчислювальних ресурсів;
- ізоляція ресурсів: передбачувана продуктивність всієї системи;
- ефективне використання ресурсів: висока продуктивність та компактність.

Контейнери у Kubernetes подібні до віртуальних машин, але мають ізольовану операційну систему для спільного використання між додатками. Як віртуальна машина, контейнер має свою власну файлову систему, процесор, пам'ять, простір процесу та все необхідне для роботи. Проте контейнери у Kubernetes не прив'язані до базової фізичної інфраструктури.

При розгортанні середовища Kubernetes будується кластер, який складається з набору робочих машин, що називаються вузлами. На кожному вузлі запускається у рамках контейнера робоча програма, що відповідає модулю.

У кожному вузлі мережі запускаються процеси-менеджери, які керують чергами завдань, створенням та запуском нових завдань, їх завершенням, обміном повідомленнями та ідентифікацією. При створенні нового завдання відбувається ініціалізація нового процесу в межах поточного вузла на поточному комп'ютерному кластері. Контейнери використовуються для забезпечення ізоляції робочого середовища цих процесів, забезпечуючи необхідні файли, вхідні дані

та інші програмні пакети, щоб кожен елемент був самодостатнім. Усі дочірні процеси створюються з тим самим зображенням контейнера, що й батьківський процес, для забезпечення послідовності робочого середовища. Оскільки кожен процес є частиною кластера, його життєвий цикл аналогічний будь-якому завданню в цій мережі.

Основним у комплексі досліджень є ідентифікація об'єктів загроз на основі нейроеволюційних алгоритмів розпізнавання. Прототипи інтерфейсу кінцевого користувача для застосування цих досліджень в процесах ідентифікації, прогнозування та візуалізації описано в документі "Рішення щодо організаційного забезпечення Технічного проекту".

На модуль збору інформації надходять пакети даних у форматі JSON з різних джерел. Кожен канал отримання даних передає пакети на свій серверний шлюз (REST API). Після перевірки пакети даних передаються у Модуль вхідних даних (Kafka Topic Вхідні дані) для подальшої обробки. Цей модуль працює на фреймворку Apache Kafka в асинхронному режимі, що дозволяє ефективно обробляти дані на всіх етапах, забезпечуючи відмовостійкість, послідовність подій, нульову втрату даних та ефективну доставку.

Модуль геоінформаційних додатків відображає картографічну інформацію про розташування статичних та динамічних об'єктів поточної обстановки, а також результати ідентифікації об'єктів загроз та прогнозування подій та рівня небезпеки.

При потребі модуль геоінформаційних додатків запитує дані про нові пакети даних з результатами Ідентифікації та Прогнозування та оновлює інформацію на картах та шарах, що знаходяться на сервері QGIS. Ці карти та шари використовуються для відображення інформації користувачам за їх запитом.

Адміністратор ГІС може, за допомогою додатка QGIS, вносити статичні зміни на карти та шари, додавати чи змінювати сталі об'єкти та оновлювати дані на картах за необхідності.

**Висновки.** В роботі розв'язано актуальну задачу розробки системи моніторингу рухомих об'єктів на основі геоінформаційних даних. При цьому отримано наступні результати.

У роботі була вирішена актуальна проблема розробки системи моніторингу рухомих об'єктів, використовуючи геоінформаційні дані. Це призвело до отримання наступних результатів: проведений аналіз основних принципів побудови та визначена сфера застосування геоінформаційних систем; оцінено різні технології визначення координат рухомих об'єктів для розробки геоінформаційних систем; проведено порівняльний аналіз методів визначення координат рухомих об'єктів, зокрема за допомогою GPS, Wi-Fi та ZigBee, у контексті їх переваг та недоліків для використання у геоінформаційних системах та обґрунтовано вибір програмного забезпечення для створення системи моніторингу рухомих об'єктів.

#### Список інформаційних джерел

1. Зацерковний В.І., Бурачек В.Г., Железняк О.О., Терещенко А.О. Геоінформаційні системи і бази даних: монографія. / В.І. Зацерковний, В.Г.Бурачек, О.О.Железняк, А.О. Терещенко. – Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2014. – 492 с.
2. Геоінформаційні системи. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.geoguide.com.ua/survey/survey.php?part=gis>.
3. Костріков С.В., Сегіда К.Ю. Географічні інформаційні системи: навчально-методичний посібник для аудиторної та самостійної роботи студентів за спеціальностями «Географія»/ С.В.Костріков, К.Ю. Сегіда К.Ю. – «Економічна та соціальна географія». Харків, 2016. – 82 с.
4. Зацерковний В.І., Тішаєв І.В., Віршило І.В., Демидов В.К. Геоінформаційні системи в науках про Землю. / В.І. Зацерковний, І.В. Тішаєв, І.В.Віршило, В.К. Демидов. – Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2016. – 510 с.
5. Шипулін В.Д. Основні принципи геоінформаційних систем: навч. посібник./ В.Д. Шипулін. – Харків: ХНАМГ, 2010. 313 с.



*Жуковець Віталій Сергійович, здобувач вищої освіти,*

*Національний Університету "Одеська Політехніка"*

*Науковий керівник: Прокоп Юлія Віталіївна, доктор технічних наук,*

*доцент кафедри інженерії програмного забезпечення,*

*Національний університет "Одеська Політехніка", Україна*

## **ВПЛИВ ПАРАЛЕЛЬНИХ ТА РОЗПОДІЛЕНИХ ОБЧИСЛЕНЬ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ**

### **INFLUENCE OF PARALLEL AND DISTRIBUTED COMPUTING ON THE EFFICIENCY OF SOFTWARE SYSTEMS**

**Анотація.** В цих тезах розглядається використання технології CUDA для аналізу впливу паралельних та розподілених обчислень на ефективність програмних систем. Автор систематично досліджує основні принципи CUDA, його структуру та можливості, а також наводить приклади успішного використання технології у різних галузях, зокрема в області штучного інтелекту та машинного навчання. Стаття має важливе значення для розуміння можливостей CUDA у покращенні ефективності обчислювальних завдань та може бути корисною для дослідників, розробників програмного забезпечення та інженерів, що цікавляться питаннями паралельного програмування та оптимізації програм.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** Технологія CUDA, паралельні та розподілені обчислення, ефективність програмних систем

**Abstract.** The article explores the use of CUDA technology to analyze the impact of parallel and distributed computing on software system efficiency. The author systematically investigates the core principles of CUDA, its structure, and capabilities, providing examples of successful applications in various domains, particularly in the fields of artificial intelligence and machine learning. The article is of significant value for understanding the potential of CUDA in enhancing the efficiency of computational tasks and may be beneficial for researchers, software developers, and engineers interested in parallel programming and program optimization.

**KEY WORDS:** CUDA technology, parallel and distributed computing, software system efficiency

**Вступ.** У сучасному віці безперервного розвитку інформаційних технологій, питання ефективності програмних систем стає необхідністю на шляху до оптимізації ресурсів та підвищення продуктивності. Зростання обсягів даних та вимог до обчислювальних завдань викликає потребу у використанні новітніх технологій, які забезпечують паралельні та розподілені обчислення.

Однією з ключових технологій, що видається примітною в цьому контексті, є CUDA (Compute Unified Device Architecture) від NVIDIA. CUDA надає засоби для використання графічних процесорів (GPU) для паралельних обчислень, відкриваючи нові можливості для прискорення великих обчислювальних завдань.

Мета даної доповіді - проаналізувати та оцінити вплив використання CUDA на ефективність програмних систем. Розглядаючи концепції сучасних мов програмування та парадигм, враховуючи особливості паралельних та розподілених обчислень, а також

фокусуючись на високопродуктивних обчисленнях та обробці великих обсягів даних, ми спробуємо розкрити переваги та виклики використання CUDA у програмному середовищі.

Цей дослід є актуальним у контексті стрімкого розвитку обчислювальних технологій та їхнього впливу на архітектуру та ефективність програмного забезпечення. Надалі висвітлюючи ключові аспекти використання CUDA, сподіваюсь внести свій внесок у розуміння та розвиток цієї захоплюючої галузі.

**Основна частина.** Модель паралельного програмування CUDA визначає дві ключові цілі концепції. По-перше, вона спрямована на розширення стандартної послідовної мови програмування, зокрема C/C++, за допомогою мінімалістичного набору абстракцій для вираження паралелізму. Це дозволяє програмістові зосередитися на важливих аспектах паралелізму - як створювати ефективні паралельні алгоритми, не займаючись механікою незнайомої та складної мови. По-друге, вона розроблена для написання високомасштабованих паралельних кодів, які можуть виконуватися на десятках тисяч одночасних потоків та сотнях ядер процесорів.

Це важливо, оскільки фізична паралельність сучасних GPU NVIDIA варіюється від восьми процесорних ядер та 768 контекстів потоків до 240 процесорних ядер та 30,720 контекстів потоків. Модель CUDA природно направляє програміста писати паралельні програми, які легко та ефективно масштабуються на цих різних рівнях паралелізму.

CUDA програма організована у вигляді вихідної програми (host program), яка складається з одного чи більше послідовних потоків, що виконуються на процесорі хоста, і одного чи декількох паралельних ядер, придатних для виконання на паралельному обчислювальному пристрої, такому як GPU. Ядро виконує скалярну послідовну програму на наборі паралельних потоків. Програміст організовує ці потоки у сітку блоків потоків. Потоки одного блоку можуть синхронізуватися між собою через

бар'єри та мати доступ до високошвидкісної спільної вбудованої пам'яті для міжпотокowego зв'язку. Потоки з різних блоків у тій же самій сітці можуть координуватися лише за допомогою операцій в області спільної глобальної пам'яті, доступної всім потокам.

CUDA вимагає, щоб блоки потоків були незалежними, що означає, що ядро повинно виконатися правильно незалежно від порядку виконання блоків, навіть якщо всі блоки виконуються послідовно в довільному порядку без преривання. Ця обмеженість на залежності між блоками ядра забезпечує масштабованість. Вона також підтверджує, що необхідність глобальної комунікації чи синхронізації між потоками є головною умовою для розкладання паралельної роботи на окремі ядра.

Деталі моделі програмування CUDA доступні у посібнику з програмування CUDA від NVIDIA та відповідних літературних джерел [1]. **Рисунок 1** демонструє деякі основні риси паралельного програмування за допомогою CUDA. Вона містить прості реалізації, як послідовних, так і паралельних, для процедури SAXPY, визначеної бібліотекою лінійної алгебри BLAS. Задані вектори  $x$  та  $y$ , які містять  $n$  чисел з рухомою комою, вона виконує оновлення  $y \rightarrow ax + y$ . Серійна реалізація є простим циклом, який обчислює один елемент  $y$  на кожній ітерації. Паралельне ядро фактично виконує кожну з цих незалежних ітерацій паралельно, надаючи окремий потік для обчислення кожного елемента  $y$ . Модифікатор **global** позначає, що процедура є точкою входу ядра, а

синтаксис розширеного виклику функцій `saxpy` „B, T...(…) використовується для запуску ядра `saxpy()` паралельно на B блоках з T потоків у кожному. Кожний потік ядра

визначає, який елемент йому слід обробляти, використовуючи свій індекс блока (`blockIdx.x`), індекс у блоку (`threadIdx.x`) та загальну кількість потоків у блоку (`blockDim.x`).

<pre>void saxpy(uint n, float a,            float *x, float *y) {     for (uint i = 0; i&lt;n; ++i)         y[i] = a*x[i] + y[i]; }  void serial_sample () {     // Call serial SAXPY function     saxpy (n, 2.0, x,y); } </pre> <p><b>(a)</b></p>	<pre>__global__ void saxpy(uint n, float a,                       float *x, float *y) {     uint i = blockIdx.x*blockDim.x             + threadIdx.x;      if( i&lt;n ) y[i] = a*x[i] + y[i]; }  void parallel_sample() {     // Launch parallel SAXPY kernel     // using [n/256] blocks of 256     // threads each     saxpy&lt;&lt;&lt;ceil(n/256),256&gt;&gt;&gt;(n, 2, x, y); } </pre> <p><b>(b)</b></p>
--	---

Рисунок 1 – приклад програмування за допомогою CUDA: серійна та паралельна реалізації обчислення, відповідно

Цей приклад демонструє загальний шаблон паралелізації, де серійний цикл з незалежними ітераціями може бути виконаний паралельно багатьма потоками. У парадигмі CUDA програміст пише скалярну програму - паралельне ядро `saxpy()`, яке визначає поведінку одного потоку ядра. Це дозволяє CUDA використовувати базову мову C, з декількома додатками, такими як вбудовані змінні індексу потоку та блока. Ядро SAXPY також є простим прикладом паралелізму даних, де паралельна робота розкладена так, щоб відповідати елементам даних результату. Хоча різні блоки потоків або різні потоки ядра теоретично можуть виконувати абсолютно різний код, такий вид паралелізму завдяки загальному роботі з даними, як правило, масштабується краще за інші види паралелізму завдяки розвиненому паралелізму.

**Архітектура NVIDIA Ampere.** NVIDIA розробила єдину графічну та обчислювальну архітектуру Ampere для прискорення паралельних програм, написаних у моделі програмування CUDA [2]. Вона базується на повністю програмованому масиві процесорів, організованих у кілька багатозадачних багатопроцесорів (SM), кожен з яких містить вісім скалярних процесорів SP.

На відміну від попередніх поколінь GPU, потоки, що виконуються на процесорах SP, мають доступ до повного спектру інструкцій, які програмісти очікують у будь-якому універсальному процесорному ядрі. Зокрема, доступ до пам'яті відбувається через інструкції завантаження/збереження, які підтримують довільну адресну арифметику, і вони повністю підтримують як типи даних з рухомою комою, так і цілі числа.



Рисунок 2 – архітектура Ampere для відеокарти GeForce GTX 3080

На Рисунку 2 показана архітектура Ampere для відеокарти GeForce GTX 3080 або Ampere A120 GPU з 320 SP ядрами, організованими в 40 багатозадачних SM. Кожен багатозадачний SP ядро виконує до 128 одночасних співжителюючих потоків, які ділять реєстровий файл з 2048 записами. Загалом GPU виконує до 40,960 одночасних потоків. Відеокарта GeForce RTX 4080 має 48 багатозадачних SM з 4096 реєстрів на SP ядро та підтримує максимум 49,152 одночасних потоків. Створення, планування та управління ресурсами потоків виконуються повністю на апаратному рівні. Витрати на створення та знищення потоків незначні, і практично немає накладних витрат на планування потоків.

Кожен потік програми CUDA відображається на фізичний потік, що проживає на GPU, і кожний активний блок потоків фізично розташований на одному SM. Багатозадачний SM підтримує ефективну взаємодію між потоками в блоках, надаючи надзвичайно легку бар'єрну синхронізацію - бар'єр CUDA перекладається в одну інструкцію - та 16 КБ на кожен SM вбудованої спільної пам'яті з низькою затримкою доступу та високою

пропускнуою спроможністю, схожої на кеш L1.

Архітектура Ampere розроблена для роботи з масштабними паралельними задачами. Глибоке багатозадачне програмування надає значну терпимість до латентності, дозволяючи використовувати ресурси на ефективність, а не на великі кеші. Як ми обговорювали раніше, досвід показує, що часто найкращим підходом для управління цим рівнем дрібнозернового паралелізму є розробка програмного забезпечення з паралельним розподілом даних. Потоки ядра паралельних даних часто слідуєть суттєво схожим шляхом виконання. Отже, архітектура Ampere оптимізована для цього випадку. Багатозадачне SM використовує архітектуру одного інструкції, кілька потоків (SIMT) 1,2, де потоки блоку групуються в warp, що містить 32 потоки кожен. Потоки warp можуть вільно слідувати довільним і незалежним шляхом виконання, що включає будь-яку кількість відгалужень, але можуть колективно виконувати лише одну інструкцію у будь-який конкретний момент. Таким чином, потоки в warp, які виконують різний код (тобто, розходжені), повинні

зачекати, доки інші потоки warp виконують інструкції, які вони бажають. Розходження та повторне об'єднання керуються апаратно. З іншого боку, в звичайному випадку, коли всі потоки warp виконують одну і ту саму інструкцію, всі потоки warp можуть виконувати цю інструкцію одночасно. Це дозволяє апаратному забезпеченню досягти значної ефективності при виконанні типових програм паралельного розподілу даних, а також робить виконання SIMT потоків прозорим для програміста та надає гнучкість скалярної обчислювальної моделі.

### ***Досвід застосування CUDA для прискорення програмних застосунків.***

Багато застосувань включають комбінацію фундаментально послідовної логіки управління та, водночас, паралельних обчислень. Часто ці паралельні обчислення мають суттєвий характер паралельної обробки даних. Це відповідає моделі програми, яку використовує CUDA, а саме послідовний управлінський потік, здатний запускати серію паралельних ядер. Використання паралельних ядер з послідовної програми також полегшує паралелізацію окремих компонентів програми, не вимагаючи повного переписування всього додатку.

Багато додатків - як наукові дослідження, так і промислові продукти - були прискорені за допомогою CUDA для досягнення значних паралельних прискорень. Такі додатки охоплюють різні області, включаючи машинне навчання, обробку баз даних, біоінформатику, фінансове моделювання, числову лінійну алгебру, медичне зображення та фізичне моделювання, серед інших. З численних прикладів ми розглядаємо декілька основних випадків.

*1. Симуляція фізичних явищ та наукові дослідження:* CUDA виявила свою ефективність у проведенні обчислювально важливих наукових досліджень. Наприклад, стаття "GPU-Accelerated Molecular Dynamics

Simulation of Protein Folding") демонструє використання CUDA для прискорення симуляцій складних молекулярних процесів, таких як складання білків. CUDA дозволяє дослідникам здійснювати більш деталізовані та обчислювально інтенсивні моделі, що допомагає в розвитку наукових знань у галузі біохімії та молекулярної біології [3].

У даній статті, автори підкреслюють, що завдяки CUDA їм вдалося вивчити поведінку білків на рівні атомів та молекул, що раніше було неможливо здійснити з використанням традиційних обчислювальних методів. Використання технології CUDA в сфері молекулярної динаміки відкриває нові можливості для розуміння та лікування хвороб на молекулярному рівні.

*2. Медична діагностика та обробка зображень:* Стаття "GPU Accelerated Generation of Digitally Reconstructed Radiographs for 2-D/3-D Image Registration " вказує на успішне використання CUDA у медичній сфері [4]. CUDA застосовується для швидкого відтворення зображень у комп'ютерній томографії, що є важливим етапом у визначенні зон лікування в радіаційній терапії. Технологія дозволяє реалізувати реального часу обробку зображень та підвищує точність діагнозів.

У зазначеній статті розглядаються результати клінічних досліджень, де застосування CUDA у томографії дозволило покращити якість зображень та значно зменшити час їх обробки. Використання CUDA в медичній діагностиці допомагає реальному впровадженню технологій, які прискорюють процес визначення та лікування захворювань.

*3. Штучний інтелект та машинне навчання:* У сфері штучного інтелекту, CUDA широко використовується для навчання глибоких нейронних мереж. Стаття "Training deep learning models on cloud GPUs: a tutorial" розглядає використання CUDA для навчання моделей на хмарних

GPU, що дозволяє прискорити тренування складних нейронних мереж та використовувати їх для різних задач, включаючи великомасштабні застосування в області обробки природної мови та комп'ютерного зору [5].

В розглянутій статті підкреслюється, що CUDA є ключовим компонентом у використанні великої кількості даних для тренування моделей. Це дозволяє вченому спільноті швидше розвивати та вдосконалювати алгоритми машинного навчання, реалізуючи їх у великих та складних вибірках даних.

**Висновки.** У даній роботі розглянуті ключові аспекти використання технології CUDA для оцінки впливу паралельних та розподілених обчислень на ефективність програмних систем. CUDA виявляється потужним інструментом для побудови паралельних програм, що можуть ефективно використовувати можливості графічних процесорів (GPU).

Технологія CUDA пропонує мінімалістичний набір абстракцій для вираження паралелізму в мові програмування C/C++, дозволяючи програмістам зосередитися на розробці ефективних паралельних алгоритмів. Заснована на принципах високомасштабовного паралелізму, CUDA дозволяє писати програми, які запускаються на десятках тисяч одночасних потоків та сотнях ядер процесора.

Організація CUDA-програми включає в себе головну програму, що містить послідовні потоки, що працюють на центральному процесорі (CPU), та паралельні ядра, призначені для виконання на паралельних обчислювальних пристроях, таких як GPU. Це дає можливість ефективно використовувати паралельні можливості GPU для виконання великої кількості обчислень одночасно.

Застосування технології CUDA в різних сферах включає області, такі як молекулярна динаміка, обробка баз даних, біоінформатика, фінансове моделювання, чисельна лінійна алгебра, медичне зображення та фізичне моделювання. Один із прикладів – молекулярна динаміка, де використання CUDA дозволяє суттєво прискорити розрахунки, забезпечуючи високу паралельність обчислень над атомами у системі.

Також, CUDA дозволяє ефективно використовувати потужність сучасних GPU-процесорів, таких як Tesla, які об'єднують в собі графічну та обчислювальну архітектуру. Це відкриває нові можливості для широкого спектру завдань, які вимагають високої обчислювальної потужності, зокрема у галузі штучного інтелекту та машинного навчання.

Отже, використання CUDA для визначення впливу паралельних обчислень стає важливим напрямом розвитку програмних систем, дозволяючи суттєво підвищити їх ефективність та швидкодію.

### Список інформаційних джерел

1. GPU Accelerated Computing with C and C++ – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://developer.nvidia.com/how-to-cuda-c-cpp>
2. Review: Nvidia GeForce RTX 3080 Founders Edition – 2020. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://hexus.net/tech/reviews/graphics/145342-nvidia-geforce-rtx-3080-founders-edition/>

3. Accelerated Molecular Dynamics Simulations of Protein Folding. 2015. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа до ресурсу: [https://www.researchgate.net/publication/279067277\\_Accelerated\\_Molecular\\_Dynamics\\_Simulations\\_of\\_Protein\\_Folding](https://www.researchgate.net/publication/279067277_Accelerated_Molecular_Dynamics_Simulations_of_Protein_Folding)
4. GPU Accelerated Generation of Digitally Reconstructed Radiographs for 2-D/3-D Image Registration – 2012. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа до ресурсу: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6237514>
5. Training deep learning models on cloud GPUs: a tutorial – 2020. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа до ресурсу: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2007/2007.03970.pdf>

*Жнакін Володимир Володимирович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Жаріков Едуард В'ячеславович,*

*доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформатики та програмної інженерії, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського".*

## **РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ ПОКРАЩЕНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО АЛГОРИТМУ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНОГО РУХУ**

**Анотація.** Сучасні системи керування транспортними засобами логістичних компаній потребують розробки програмного забезпечення, здатного прораховувати найкоротші відстані з невеликою похибкою і за відносно короткий час, який враховуватиме те, що ці місця з'єднуються не прямою лінією, а складнішою фігурою. Основним недоліком більшості існуючих реалізацій є те, що вони не аналізують існуючі дороги між місцями, а обчислюють лише найкоротші відстані по координатах, що призводить до неточних рішень, які неможливо застосувати у реальному світі. У цій роботі наведена постановка завдання пошуку найменшого можливого циклічного маршруту, який проходить через заданий набір міст, починаючи і закінчуючи в тому самому місті. У результаті, алгоритм повинен знайти послідовність відвідування міст, щоб загальна довжина шляху між ними була мінімальною, і шлях проходив через кожне місто рівно один раз. Проведено експериментальні дослідження з існуючими дорогами для 10. Результати для 10 міст порівняні з алгоритмом повного перебору, який також аналізує дороги. Наведено приклад реалізації покращеного геометричного алгоритму з використанням існуючих доріг мовою програмування swift для використання на платформі iOS.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ЗАДАЧА КОМІВОЯЖЕРА, ОПТИМАЛЬНИЙ ШЛЯХ, КОМБІНАТОРНА ОПТИМІЗАЦІЯ, МАРКІТ, IOS.

**Abstract.** Modern vehicle management systems of logistics companies require the development of software capable of calculating the shortest distances with a small error and in a relatively short time, which will take into account the fact that these places are not connected by a straight line, but by a more complex shape. The main drawback of most existing implementations is that they do not analyze the existing roads between places, but only calculate the shortest distances by coordinates, which leads to imprecise solutions that cannot be applied in the real world. This paper presents the formulation of the task of finding the smallest possible circular route that passes through a given set of cities, starting and ending in the same city. As a result, the algorithm must find a sequence of visiting cities so that the total length of the path between them is minimal, and the path passes through each city exactly once. Experimental studies were conducted with existing roads for 10 cities. Results for 10 cities are compared with a full sweep algorithm that also analyzes roads. An example of the implementation of an improved geometric algorithm using existing roads is given in the swift programming language for use on the iOS platform.

**KEY WORDS:** TRAVELING SALESMAN PROBLEM, OPTIMAL WAY, COMBINATORY OPTIMIZATION, MARKIT, IOS.



**Вступ.** У світі практично немає двох місць, які пов'язані один з одним найкоротшим відстанню – прямою лінією. Літаки літають з одного аеропорту в інший так, щоб якнайбільше часу летіти над сушею і пролітати якомога більше аеропортів [1]; кораблі плывуть з одного порту в інший якомога ближче до берегової лінії [2]; дороги для автомобілів будуються так, щоб вони були прокладені через найбільшу кількість населених пунктів – щоб якнайбільше людей могло нею користуватися [3]. У всіх цих випадках маршрутами транспортних засобів будуть далеко не прямі лінії, а дуги, ламані лінії чи складніші фігури. Для точніших розрахунків найкоротших відстаней між містами необхідно модернізувати реалізований геометричний алгоритм так, щоб він взаємодіяв як з координатами обраних міст, так і аналізував існуючі дороги, їх маршрути і відстані.

**Основна частина.** Для того, щоб геометричний алгоритм можна було використовувати з реальними даними, існуючими картами та дорогами, необхідно інтегрувати у додаток алгоритм, який після

введення точок (міст), крім їх координат, також аналізуватиме існуючі маршрути, які є між цими точками (містами). На рисунку 1 продемонстровано як зараз працює геометричний алгоритм.

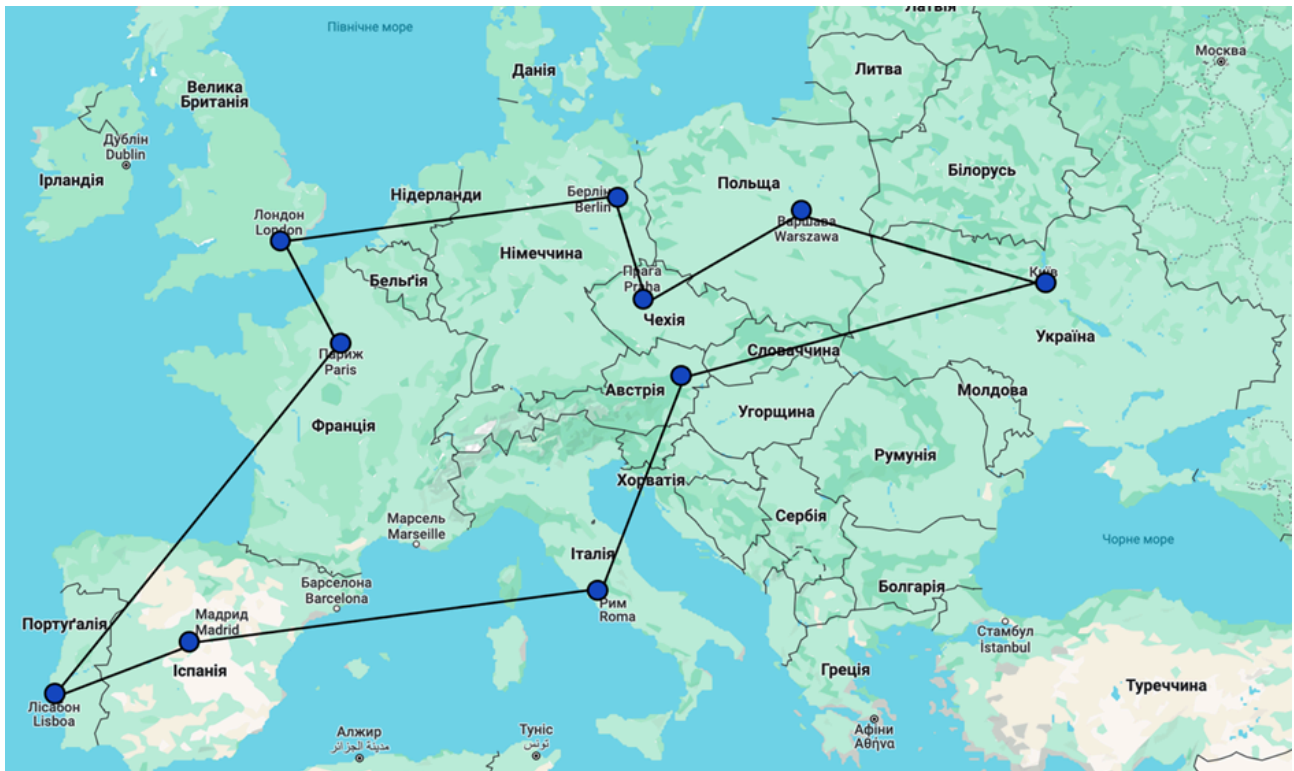


Рис. 1 – результат роботи геометричного алгоритму без урахування існуючих доріг

Як бачимо з рисунку 1, незважаючи на те, що геометричний алгоритм будує найкоротший шлях, він не є ідеальним і його неможливо використати в реальному житті, адже неможливо поїхати, наприклад з Мадриду до Риму напямую через те, що там є Середземне море, отже потрібно

вдосконалити алгоритм так, щоб він міг урахувати під час обчислень найкоротших шляхів існуючі дороги між містами.

Для реалізації задуму використаємо бібліотеку MapKit [4] для мови програмування swift. Вона надасть нам дані про існуючі дороги, а геометричний

алгоритм разом із цими даними тепер зможе проаналізувати отримані параметри і видати правильне рішення для наземних видів транспорту. Тепер геометричний алгоритм діятиме за такою схемою:

- 1) Аналіз всіх координат всіх користувачів міст, через які він хоче побудувати маршрут.
- 2) Побудова маршруту лише за координатами міст.

3) Порівняння збудованого маршруту з існуючою реальною дорогою, яка з'єднує обрані два міста.

4) Перестановка та перебудова маршруту, якщо це необхідно.

Результат роботи геометричного алгоритму із застосуванням даних про існуючі дороги представлений на рисунку 2.

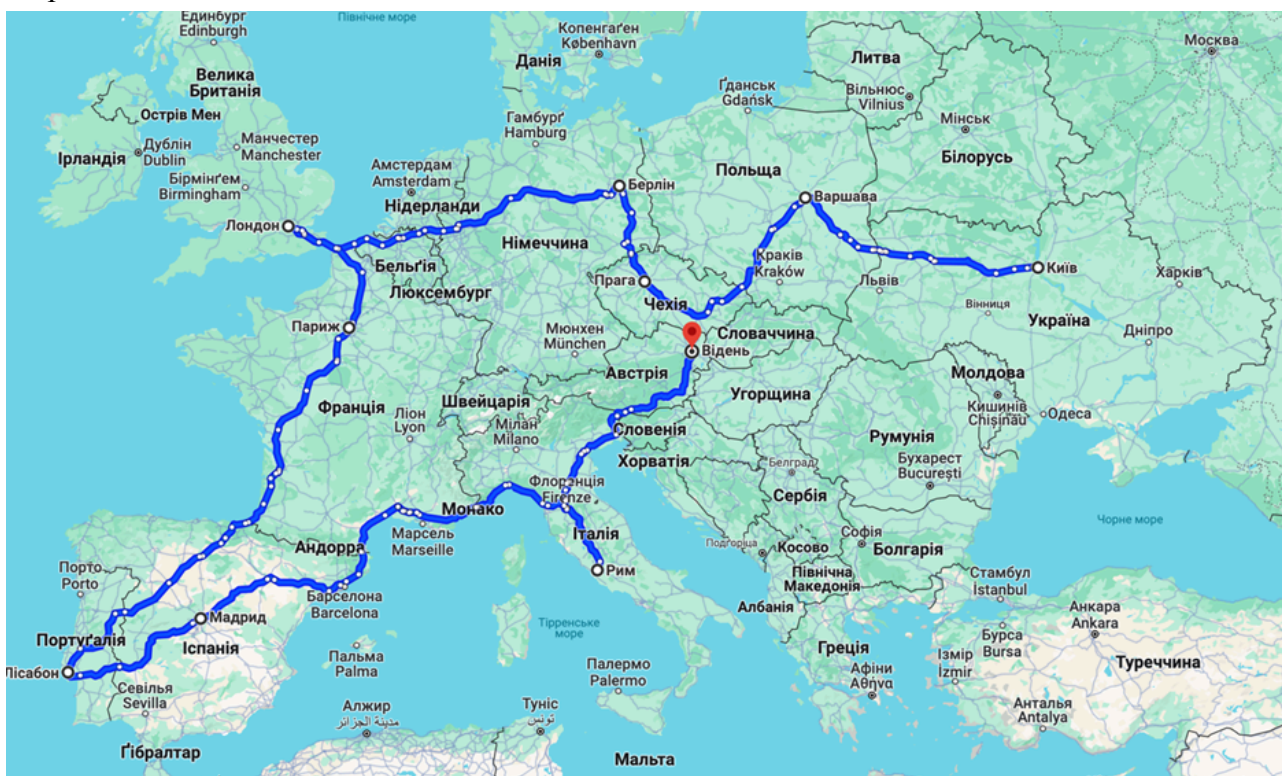


Рис. 2 – результат роботи геометричного алгоритму з урахуванням існуючих доріг

Як бачимо тепер геометричний алгоритм цілком правильно будує маршрути для наземних видів транспорту, і навіть з рисунку 2 видно, що не одне місто у результаті не з'єднує пряма лінія, отже застосування геометричного алгоритму без використання MapKit нема сенсу. Часові

витрати на побудови маршруту значно не збільшилися(Рис. 3), алгоритмічна складність не змінилася, а точність побудови маршруту зростає і тепер підрахунок найкоротшого маршруту для існуючих міст можна виконати точніше і не повільніше, ніж до впровадження MapKit.

	Алгоритм повного перебору			Покращений геометричний алгоритм з використання MapKit		
	час виконання, с.	отриманий шлях	похибка	час виконання, с.	отриманий шлях	похибка
n = 10	0,36288	8893	0%	0,000037	8893	0%
Найкращий шлях = 8893						

Рис. 3 – результати порівняння алгоритму повного перебору, який використовує MapKit і покращеного геометричного алгоритму, який використовує MapKit

**Висновки.** У цій роботі запропоновано вдосконалення геометричного алгоритму для вирішення задач оптимізації транспортного руху, який використовує дані про дороги. Дане удосконалення дозволяє будувати маршрути для всіх видів наземного транспорту коректно, тому що тепер як відстань між двома містами використовується не пряма лінія, а складна фігура, що дозволяє вимірювати відстані ще з меншою похибкою. Також це удосконалення практично не змінило час виконання алгоритму, а значить алгоритм зможе швидко справлятися з великими обсягами даних ефективно, як раніше. Мобільний додаток, розроблений з використанням даного алгоритму, може бути успішно використаний у будь-яких логістичних проблемах, де швидкість побудови маршрутів та низька похибка при обчисленні шляху є важливими критеріями.

### **Список інформаційних джерел**

1. Principles of Flight – The Four Forces Simply Explained [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://selectaviation.com/principles-of-flight-the-four-forces-simply-explained/>
2. Development of Ship Route-Planning Algorithm Based on Rapidly-Exploring Random Tree (RRT\*) Using Designated Space [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.mdpi.com/2077-1312/10/12/1800>
3. Geometric design of roads [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Geometric\\_design\\_of\\_roads](https://en.wikipedia.org/wiki/Geometric_design_of_roads)
4. Framework MapKit [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://developer.apple.com/documentation/mapkit/>

*Захарченко Анна Олександрівна, здобувач вищої освіти*

*Сумський державний університет, Україна*

**Науковий керівник: Антипенко Вікторія Петрівна, кандидат технічних наук,**

*доцент, доцент кафедри інформаційних технологій*

*Сумський державний університет, Україна*

## **WEB-ОРІЄНТОВАНА СИСТЕМА ПІДБОРУ ПОХОДУ В КАРПАТИ**

**Анотація.** У даній роботі розглядається розробка web-орієнтованої системи для підбору походу в Карпати. Система надає користувачам можливість легко планувати свої подорожі, знаходити найкращі маршрути та місця для відпочинку, а також отримувати актуальну інформацію про погоду, умови на трасах та інше. Розробка цієї системи може сприяти розвитку туризму в Україні, зокрема в Карпатах. Оскільки користувачам надається зручний інструмент для планування та придбання походів. Крім того, вона може стимулювати подальші дослідження в області web-розробки для туристичної галузі.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** web-орієнтована система, похід, Карпати, туризм, React Bootstrap, JavaScript.

**Abstract.** This work presents the development of a web-oriented system for picking up a hike in the Carpathians. The system provides users the opportunity to easily plan their trips, find the best routes and places to stay, as well as receive up-to-date information about the weather, conditions on the trails, etc. The development of this system can contribute to the growth of tourism in Ukraine, particularly in the Carpathians. It provides users with a convenient tool for planning and purchasing hikes. In addition, it can stimulate further research in the field of web development for the tourism industry.

**KEYWORDS:** web-oriented system, hiking, Carpathians, tourism, React Bootstrap, JavaScript.

**Вступ.** У останні роки, світ зазнав значних змін. Пандемія COVID-19 та вторгнення в Україну спричинили безліч викликів. Але вони також відкрили нові можливості. Зокрема, українці почали більше подорожувати нашою країною. І одним із найпопулярніших напрямків стали Карпати.

**Основна частина.** Сьогодні web-орієнтовані системи є досить популярними серед користувачів Всесвітньої мережі. І туристи не є виключенням. Це не дивно, адже web-орієнтовані системи надають їм можливість легко планувати свої подорожі, знаходити найкращі маршрути та місця для відпочинку, а також отримувати актуальну інформацію про погоду, умови на трасах та інше.

Так, у [1] автори проводять дослідження геологічних та геоморфологічних об'єктів Бескидського регіону Карпат в Україні. Це було здійснено з метою розробки геотуристичних маршрутів. Автори аналізують привабливість таких об'єктів для туристів за допомогою спеціальної методики оцінювання. На основі цих досліджень вони пропонують нові геотуристичні маршрути для пішоходів, автобусів та мотоциклістів.

Останні включають в себе описані геологічні та геоморфологічні пам'ятки цих геокультурних регіонів Бескидів.

Безпека туристичних маршрутів є важливим аспектом. Тому в роботі [2] основний фокус зосереджено на дослідженні впливу рекреаційних активностей на природне середовище Карпат в Україні. Особлива увага приділяється комплексам національних парків цього регіону. Автори аналізують рекреаційне навантаження та активізацію ерозійних процесів на туристичних маршрутах. Вони також пропонують комплекс організаційних, управлінських та інженерних заходів, які сприятимуть сталому розвитку всіх досліджуваних маршрутів та зменшать їх негативний вплив на природне середовище. Це допоможе забезпечити безпеку мандрівників та збереження природи.

Також підготовка до походу є важливою частиною туристичної діяльності. У [3] надається детальний алгоритм розробки пішохідного маршруту. Також представлено поради та рекомендації щодо підготовки до походу, список необхідних речей і правила поведінки у разі виникнення надзвичайних ситуацій. Це допоможе туристам бути готовим до різних обставин і забезпечити безпечний та комфортний відпочинок.

Отже, метою даного дослідження є розробка web-орієнтованої системи для підбору походу в Карпати. Після проведення аналізу наявних аналогів, були визначені такі ключові вимоги до створюваного програмного продукту:

- створення фільтра-опитування для підбору походу;
- впровадження інтерактивної мапи маршрутів та прихистку;
- створення інформації про маршрут: складність, час, відстань;
- відображення погоди;
- розробка сторінок про необхідне спорядження, довідкової служби, можливе меню для туристів;
- розробка форми зворотного зв'язку;
- можливість для придбання туру.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні задачі:

- проаналізувати предметну область;
- виконати огляд останніх публікацій;
- провести дослідження програмних продуктів-аналогів;
- визначити технології для розробки web-орієнтованої системи;
- виконати проектування структури web-орієнтованої системи;
- реалізувати структуру та функціональні можливості web-орієнтованої системи;
- здійснити тестування одержаного програмного продукту (ПП).

Для реалізації даної web-орієнтованої системи обрано мову програмування JavaScript та її бібліотеки React для побудови користувацьких інтерфейсів та Bootstrap для швидкого створення відповідного дизайну. Також для створення дизайну інтерфейсу перевагу було віддано Figma та Canva. Для фільтрації даних обрано Node.js, а для реалізації бази даних – СУБД MySQL.

**Висновки.** Результатом даної роботи є розроблена web-орієнтована система підбору походу в Карпати. Її використання не тільки полегшує процес планування подорожі для користувачів, але й допомагає їм знайти найкращий похід, який відповідає їхнім потребам. Ця робота може сприяти розвитку туризму в Україні, зокрема в Карпатах. Оскільки користувачам надається зручний інструмент для планування та придбання походів. Крім того, вона може стимулювати подальші дослідження в області web-розробки для туристичної галузі.

### **Список інформаційних джерел**

1. Bayrak G. R., Teodorovych L. V. Geological and geomorphological objects of the Ukrainian Carpathians' Beskid Mountains and their tourist attractiveness. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2020. Vol. 29, no. 1. P. 16–29. URL: <https://doi.org/10.15421/112002> (date of access: 11.11.2023).
2. Brusak V., Gnatiak I., Shtuhlynets V. State and monitoring of Carpathian national park tourist routes' microrelief. *Problems of geomorphology and paleogeography of the Ukrainian Carpathian's and adjacent areas*. 2023. No. 15. P. 30–47. URL: <https://doi.org/10.30970/gpc.2023.1.3946> (date of access: 11.11.2023).
3. Basic Preparation of a Tourist for Sports and Fitness Hike / Mozolev O. et al. // *International Journal of Applied Exercise Physiology*. 2020., No. 12 Vol. 9. P. 99-106.

*Зволинська Альона Аркадіївна, здобувач вищої освіти*

*ДУІКТ, Україна*

*Науковий керівник: Льїн Олег Юрійович, професор,*

*професор кафедри інженерії програмного забезпечення ДУІКТ, Україна*

## ІННОВАЦІЙНІ КОНЦЕПЦІЇ ПРОГРАМУВАННЯ В СУЧАСНОМУ СВІТІ

**Анотація.** Текст відображає важливість програмування в постійно змінному світі, де вміння створювати програми вирішують реальні проблеми та лежать в основі інновацій. Він охоплює ключові концепції у програмуванні, такі як автоматичне програмування та метапрограмування, а також вказує на розвиток нових напрямків, які відповідають поточним вимогам та включають штучний інтелект, машинне навчання, робототехніку та інші технології. Текст також прогнозує вплив новітніх напрямків програмування, таких як квантове програмування та Internet of Things (IoT), на майбутнє технологічного світу.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** програмування, інновації, технології, автоматичне програмування, метапрограмування, об'єктно-орієнтоване програмування.

**Abstract.** The text reflects the importance of programming in a constantly evolving world, where the ability to create programs solves real problems and forms the foundation of innovations. It encompasses key concepts in programming, such as automatic programming and metaprogramming, and also points to the development of new directions that meet current demands, including artificial intelligence, machine learning, robotics, and other technologies. The text also predicts the impact of emerging programming trends, such as quantum programming and the Internet of Things (IoT), on the future of the technological world.

**KEYWORDS:** programming, innovations, technologies, automatic programming, metaprogramming, object-oriented programming.

**Вступ.** У нашому світі, що постійно змінюється, вміння програмувати стає критично важливим. Це очевидно у нашому щоденному використанні звичайних смартфонів, аж до застосування штучного інтелекту, який діагностує хвороби. Програмування лежить в основі інновацій, дозволяючи створювати програми, які вирішують реальні проблеми.

**Основна частина.** У програмуванні ключовими концепціями стали автоматичне програмування та метапрограмування. Перше полягає у використанні програм для написання програм, а друге - у створенні коду, який сам пише код.

З огляду на зростання потреб суспільства, розвиваються нові концепції програмування. Кілька основних напрямів їх розвитку включає:

Об'єктно-орієнтоване програмування (ООП), що дозволяє розширювати та підтримувати складні системи.

1. Інтелектуальні системи та машинне навчання, які потребують нових підходів для створення алгоритмів, які можуть навчатися та адаптуватися.

2. Розподілені системи та хмарні технології, що стимулюють розробку нових методів для надійності та масштабованості через хмарні сервіси та розподілені обчислення.

3. Сучасні інновації включають різноманітні технології та підходи, щоб відповісти на поточні вимоги. Деякі з найбільш актуальних включають:

4. Штучний інтелект та машинне навчання для прогнозування та розпізнавання образів.

5. Робототехніка та автономні системи для вирішення складних завдань у різних сферах.

6. Розширена реальність та віртуальна реальність для створення інтерактивних досвідів [1, с. 42].

Подальший розвиток програмування та його новітні напрямки, такі як квантове програмування чи інтернет речей (IoT), прогнозуються для змінення обличчя технологічного світу [2, с. 2]. Квантове програмування може революціонізувати обчислювальну потужність, а IoT вплине на взаємозв'язок між реальним світом та цифровим простором, забезпечуючи взаємодію різних пристроїв та систем.

**Висновки.** У тексті відображено розмаїтість сучасних напрямків програмування та їх вплив на технологічний прогрес. Від ключових концепцій, таких як автоматичне програмування та метапрограмування, до актуальних інновацій, він розкриває важливість програмування для вирішення реальних завдань. Прогнозований вплив квантового програмування та Internet of Things (IoT) нагадує про надзвичайні перспективи технологічного майбутнього. Ці тенденції не лише сприяють суспільному розвитку, але й зміцнюють роль програмування як ключового елемента, що формує майбутню технологічну еру.

#### **Список інформаційних джерел**

1. L. Briand and A. Wolf, editors. Future of Software Engineering. IEEE-CS Press. - 2007. – С. 33-83.
2. Khan, R., Khan, S.U., Zaheer, R., Khan, S.: Future internet: the internet of things architecture, possible applications and key challenges. In: Proceedings of Frontiers of Information Technology (FIT). - 2012. – С. 1-4.
3. Czarnecki, K., Eisenecker, U.W.: Generative programming: methods, tools, and applications. ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co, New York. - 2000.



*Зібаров Павло Сергійович, здобувач вищої освіти*  
*Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Україна*  
**Науковий керівник: Негоденко Олена Василівна,**  
*кандидат технічних наук, доцент*  
*Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Україна*

## **РОЗРОБКА СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА СПОВІЩЕННЯ ПРО ПІДОЗРІЛІ ТРАНЗАКЦІЇ НА БАЗІ EVM-БЛОКЧЕЙНІВ**

**Анотація.** Запропоновано алгоритм та реалізацію моніторингової системи, що дозволяє повідомляти користувача про підозрілу активність зі смарт контрактом проєкту, в який користувач інвестує децентралізовані активи.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** блокчейн, децентралізовані активи, смарт контракт, транзакція, Ethereum, кібербезпека.

**Abstract.** An algorithm and implementation of a monitoring system is proposed, which allows the user to be notified of suspicious activity with a smart contract of a project in which the user invests decentralized assets.

**KEY WORDS:** blockchain, decentralized assets, smart contract, transaction, Ethereum, cyber security.

**Вступ.** Актуальність роботи полягає в популяризації Ethereum [1, с. 1-3], як децентралізованої платформи, яка надає можливість створювати смарт контракти [2, с. 1-2] – програмні сутності, доступні для взаємодії всім користувачам мережі, що спрямовані на виконання певних алгоритмів керування децентралізованими фінансами(токени, біржі, lending-borrowing протоколи, мости тощо).

Стрімкий розвиток сфери стимулює шахраїв на створення великої кількості проєктів, що мають на меті вилучення користувацьких активів через маніпуляцію даними смарт контракта за допомогою адміністраторських можливостей. Хоча програмний код смарт контрактів знаходиться у відкритому доступі після потрапляння до мережі, користувачі часто нехтують своєю безпекою, інвестуючи активи в сумнівні проєкти, чим наражають себе на їхню втрату.

Смарт контракт – це програмний код, написаний мовою Solidity, зафіксований за певною адресою в блокчейні, що виконується віртуальною машиною Ethereum та змінює її стан за певних умов. По суті, код смарт контракту є набором правил, які перевіряються при його виклику. Якщо задані розробником умови були виконані – стан смарт контракту змінюється вказаним чином. Код смарт контрактів є незмінним після його публікації в мережу, а

також є доступним для перегляду та взаємодії для кожного учасника мережі.

Смарт контракт містить функції на читання та на запис. Функції на читання не змінюють стан блокчейну і по суті не є транзакціями, тому вони безкоштовні. Функції на запис потребують певних обчислень та змінюють стан блокчейну, а отже являються транзакцією та мають бути оплачені та внесені до ланцюга.

За допомогою смарт контрактів реалізовано безліч проєктів, такі як токени різних видів, децентралізовані фінанси, біржі, мости, торгові майданчики, децентралізовані автономні організації фінансові протоколи тощо.

Популяризація блокчейнів на базі EVM, приріст кількості користувачів сприяє розвитку шахрайства. Кожного для створюється безліч протоколів, які містять в собі засоби для викрадення користувацьких активів. І часто буває, що це програмний код, закладений розробниками, а користувачі з тих чи інших причин цього не помічають. Далі представлені основні сценарії такого типу.

1. Багато з розроблених протоколів можуть містити в собі ownable[3, с.1] функції, що можуть бути викликані тільки власником смарт контракту – тим, хто публікував код в мережу або аккаунт, якому передали право власності. Зазвичай функції такого типу використовуються для специфічного налаштування протоколу, проте часто можуть бути вразливою точкою для виведення, блокування користувацьких активів.

2. Ще одним безпековим програмним рішенням є бібліотека Pausable[4, с.1], яка блокує доступ до виклику основних функцій протоколу. Розроблено це для екстрених випадків, коли знайдено вразливість в протоколі. Але такий прийом може бути використаний і для досягнення шахрайських цілей.

3. Як вже згадувалось, код смарт контракта є незмінним після публікації, але використовуючи ргоху-паттерн є можливість створювати нові смарт контракти імплементації і замінювати старі з помилками чи вразливістю на нові. Цей же прийом може бути використаний для додавання шахрайської логіки в код смарт контракта.

4. Цінність токенів проєкту визначається наявністю ліквідності на

децентралізованій біржі, тобто можливістю обміняти токени проєкту на стабільні токени. Власники токенів проєкту можуть мати стратегічні запаси та в найнеочікуваніший момент продати їх на біржі, тим самим обваливши ціну токена проєкту. Користувачі, які не встигли продати свої токени до того ризикують лишитись без коштів.

Розроблений продукт надасть змогу користувачу убезпечити своїх активи шляхом моніторингу підозрілих викликів смарт контракту з можливістю подальшої реакції на ці виклики.

Користувач під час аналізу сумнівного проєкту визначає потенційні вразливі функції смарт контракту, взаємодія з якими може призвести до втрати активів та формує запит на відстеження транзакцій такого типу. Після збереження запиту система розпочинає моніторинг пулу транзакцій блокчейну на наявність транзакцій, які підходять під критерії визначені користувачем.

Система аналізує такі параметри транзакції[1, с.4-5] як відправник, отримувач, сума нативної валюти, що відправляється під час транзакції, а також вхідні дані виклику, якщо отримувачем транзакції є смарт контракт. Вхідні дані підлягають парсингу та подальшій фільтрації по сигнатурі методу, що викликається, а також значенням параметрів, що передаються під час виклику.

Система порівнює задані параметри запиту з транзакціями, що потрапляють до пулу, а при знаходженні збігу – повідомляє користувача через зручні канали комунікації – месенджери, електронну пошту тощо. Завчасно підготувавши транзакцію на виведення активів з протоколу користувач може уникнути їх втрати або блокування.

Система може бути адаптована під будь-який блокчейн на базі EVM[6], оскільки вони мають спільну архітектуру та принцип роботи.

Система може покращена за рахунок додавання автоматизованої відповіді на такі транзакції, проте це потребує доступу до гаманця користувача чи збереження підписаних завчасно сформованих транзакцій.

При додаванні приватних пулів транзакцій до системи можливості моніторингу можуть бути розширені за рахунок отримання доступів до транзакцій, що потрапляють в блок через приватних валідаторів.

**Висновки.** Спроектowana система надає змогу убезпечити децентралізовані активи користувачів, що були залучені в протоколи з можливими безпековими вразливостями. Розроблений алгоритм може бути застосований для будь-якого виклику смарт контракту в EVM-based мережах, оскільки має уніфікований інтерфейс та принцип роботи.

### Список інформаційних джерел

1. Gavin W. ETHEREUM: A SECURE DECENTRALISED GENERALISED TRANSACTION LEDGER [Електронний ресурс] / Wood Gavin // 1. – 2014. – С.1-3 – Режим доступу до ресурсу: <https://ethereum.github.io/yellowpaper/paper.pdf>.
2. Szabo N. Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets [Електронний ресурс] / Nick Szabo // Extropy. – 1996. – С.1-2 – Режим доступу до ресурсу: [https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart\\_contracts\\_2.html](https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html).
3. OpenZeppelin. Access Control: Ownable [Електронний ресурс] / OpenZeppelin // 5. – 23. – с.1 – Режим доступу до ресурсу: <https://docs.openzeppelin.com/contracts/5.x/api/access#Ownable>.
4. OpenZeppelin. Utilities: Pausable [Електронний ресурс] / OpenZeppelin // 5. – 23. – с.1 – Режим доступу до ресурсу: <https://docs.openzeppelin.com/contracts/5.x/api/utils#Pausable>.
5. Ethereum Foundation. ETHEREUM VIRTUAL MACHINE (EVM) [Електронний ресурс] / Ethereum Foundation // 1. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://ethereum.org/en/developers/docs/evm/>.

*Іванчиков Олег Іванович, здобувач вищої освіти*

*НУОП, Україна*

*Науковий керівник: Шibaєва Наталя Олегівна,*

*доцент кафедри інформаційних технологій*

*НУОП, Україна*

## **РОБОТОТЕХНІКА: ВПЛИВ НА НАШЕ ЖИТТЯ ROBOTICS: IMPACT ON OUR LIVES**

**Анотація.** Ця стаття розглядає основні аспекти робототехніки як прикладної науки, зосереджуючись на розробці автоматизованих технічних систем, включаючи роботів. Робототехніка, яка об'єднує електроніку, механіку, кібернетику та інші галузі, є ключовою технічною складовою промислового розвитку. Стаття розглядає різні типи роботів, їх класифікації та компоненти, такі як приводи та датчики. Окрема увага приділяється програмуванню роботів, що включає в себе використання мов програмування, керування рухами, машинне навчання та візуальне програмування. Розглядається інтеграція симуляції та тестування для вдосконалення програмного забезпечення роботів. Додатково, стаття описує роль робототехніки у медицині, наголошуючи на роботах, які використовуються у хірургічних операціях та реабілітації. Зазначаються важливі функції роботів у різних сферах, включаючи індустрію, сільське господарство, транспорт. Стаття також висвітлює переваги та недоліки використання робототехніки, включаючи підвищення продуктивності та етичні аспекти. Висновок вказує на необхідність збалансувати розвиток робототехніки для стабільного та корисного впровадження цих технологій у сучасному суспільстві.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** Робототехніка, Автоматизовані технічні системи, Класифікація роботів, Приводи та датчики, Програмування роботів, Мови програмування, Машинне навчання, Симуляція та тестування, Візуальне програмування, Застосування робототехніки в медицині, Хірургічні роботи, Реабілітаційні технології, Функції роботів, Втрата робочих місць, Етичні аспекти робототехніки, Переваги та недоліки, Індустрія 4.0, Сфери застосування робототехніки, Інновації та технологічний прогрес, Сучасні виклики та перспективи.

**Abstract.** This article examines the main aspects of robotics as an applied science, focusing on the development of automated technical systems, including robots. Robotics, which combines electronics, mechanics, cybernetics and other fields, is a key technical warehouse industrial development. The article examines different types of robots, their classifications and components, such as drives and sensors. Much attention is paid to the programming of robots, which includes virtual programming, mechanical programming, machine learning and visual programming. The integration of simulation and testing for the upgrading of robot software is considered. Additionally, the article describes the role of robotics in medicine, focusing on robots that are used in surgical operations and rehabilitation. The important functions of robots are identified in various areas, including industry, government, transport and civil affairs. The article also highlights the advantages and disadvantages of modern robotics, including productivity gains and ethical aspects. The new law indicates the need to balance the developments of robotics for the stable and effective implementation of these technologies in the current environment.

**KEYWORDS:** Robotics, Automated technical systems, Classification of robots, Actuators and sensors, Programming of robots, Motion programming, Machine learning, Simulation and testing, Visual programming, Application of robotics in medicine, Surgeon Natural robots, Rehabilitation technologies, Functions of robots, Waste of workers, Ethical aspects of robotics , Advances and shortcomings, Industry 4.0, Areas of stagnation of robotics, Innovation and technological progress, Current news and prospects.

**Introduction.** Robotics is an applied science that deals with the development of automated technical systems, such as robots. It is an important technical basis of industrial development. Robotics relies on such disciplines as electronics, mechanics, cybernetics, telemechanics, mechatronics, computer science, radio engineering and electrical engineering. Robotics includes various classes of robots, such as wheeled, tracked, walking, as well as robots with other methods of locomotion. In addition, robotics uses various components such as actuators and sensors. Robotics is widely used in various fields, such as industry, agriculture, medicine, cosmonautics, sports, transport, military affairs, fire safety, etc.

### **Types of robots**

There are many types of robots that can be classified according to different characteristics. The main classifications are by functionality, by method of movement, by components used, and by use.

Here are some types of robots that can be classified by method of movement:

1. Wheeled Robots: These robots have wheels that allow them to move on a flat surface.
2. Crawler Robots: These robots have tracks that allow them to move over uneven surfaces.
3. Walking robots: These robots have legs that allow them to move over uneven surfaces.

Here are some types of robots that can be classified by the components used:

1. Actuators: These components allow robots to move.
2. Sensors: These components allow robots to receive information about their surroundings.

### **Functions of robots**

Robots have different functions, depending on their purpose and application. The main functions of robots include performing routine tasks that are usually performed by humans, as well as performing tasks that are difficult or impossible to perform without the help of machinery.

Robots can perform functions such as information gathering, assembly, packaging, moving cargo, washing, cleaning, medical procedures, military operations, space exploration, entertainment, and others.

### **Robot programming**

Robot programming is a key element in the field of robotics and includes various aspects, from writing code to control the robot's movements to using artificial intelligence to solve complex tasks. Basic aspects of robot programming:

#### 1. Programming languages:

- The choice of programming language depends on the specific type of robot and its tasks. For example, languages such as C++, Python, Java, or specialized languages for robotics are used to write software code.

#### 2. Movement control:

- Programming of robot movements includes the creation of algorithms for accurate determination of the trajectory and coordination of movements in real time. This is especially important in industrial production and in medical applications.

#### 3. Machine learning:

- The use of machine learning allows robots to learn and adapt to new conditions on their own. Machine learning algorithms are used to

solve the tasks of pattern recognition, classification, data analysis, etc.

4. Information systems and Visual programming:

- Some robot programming systems provide visual programming interfaces that allow users to create programs using a graphical interface by placing blocks or objects and connecting them.

5. Simulation and Testing:

- Robot programmers often use simulation tools that allow them to test program code directly in an environment that simulates physical conditions, which helps in debugging and optimizing algorithms.

All these elements are taken into account when creating software for robots, regardless of their purpose and application.

### **Robotics in medicine:**

The use of robots in medicine expands the capabilities of doctors and improves the results of treatment. Robots are used in surgical operations and rehabilitation, which contributes to faster recovery of patients. There are many medical robots that help doctors perform complex surgeries, improve the accuracy and quality of treatment, and shorten the recovery time of patients. For example, the robotic surgeon Da Vinci allows operations to be performed with high precision and safety. In addition, medical robotics is used to create prostheses that help people with limited mobility. Sensory prostheses, which can receive signals from muscles and transmit them to the prosthesis, allow amputees to return to normal life.

### **Advantages and disadvantages:**

Advantages of robotics:

1. Productivity improvement:

- Robots can work continuously without experiencing fatigue or stress, which improves overall productivity.

2. Accuracy and consistency:

- Robots can perform tasks with high accuracy and uniformity, avoiding human errors.

3. Safety of employees:

- The use of robotics in dangerous or difficult conditions can reduce risk and improve working conditions for people.

4. Efficiency in production:

- The use of robots in production can ensure fast production of products and shorten the production cycle time.

5. Opportunities for innovation:

- Robotics opens up new opportunities for creating innovative products and services in various industries.

Disadvantages of robotics:

1. Loss of jobs:

- Automation and the use of robotics can lead to fewer jobs for people.

2. High implementation costs:

- The cost of developing, manufacturing and implementing robotic systems can be high, especially for small businesses.

3. Dependence on technologies:

- Overreliance on robots and automation can create a risk to society if systems fail or are exposed to cyber attacks.

4. Loss of human touch:

- In some cases, it is difficult to embody the warmth and human element in services by assigning certain duties to robots.

5. Ethical aspects:

- The appearance of robots in fields such as medicine or social care brings ethical and privacy issues into public scrutiny.

It is important to balance the advantages and disadvantages of robotics, ensuring sustainable and profitable use of these technologies in modern society.

## References

1. "What is robotics" [Electronic resource]. - Access mode: Robotics — Wikipedia (wikipedia.org).
2. "Types of robots" [Electronic resource]. - Access mode: Types of robots: characteristics and classification of Postposmo
3. "Robotics in medicine" [Electronic resource]. - Access mode: stu.cn.ua
4. "Characteristics of robots" [Electronic resource]. - Access mode: warbletoncouncil.org

*Іващенко Олександр-Данііл Олександрович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Ульяницька Ксенія Олександрівна, кандидат технічних наук,*

*доцент кафедри інформаційних систем та технологій*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ТА РОЗПОВСЮДЖЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ КУРСІВ**

**Анотація.** Дана робота присвячена опису реалізації програмного забезпечення для ефективного управління та поширення навчальних матеріалів та курсів. Зокрема, у роботі розглядаються аспекти автоматизації процесів розробки, моніторингу та адміністрування курсів, з метою підвищення якості та доступності освіти. В статті також було розглянуто та запропоновано технології та можливу архітектуру для створення подібного застосунку. Результати цього дослідження можуть сприяти створенню нових та оптимізації уже існуючих систем управління навчальним процесом.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** програмне забезпечення, управління, курси, архітектура.

**Abstract.** This paper describes the implementation of software for the effective management and distribution of educational materials and courses. In particular, the paper discusses aspects of automating the processes of developing, monitoring and administering courses in order to improve the quality and accessibility of education. The paper also considers and proposes technologies and a possible architecture for creating such an application. The results of this study can contribute to the creation of new and optimization of existing learning management systems.

**KEYWORDS:** software, management, courses, architecture.

**Вступ.** З розвитком інформаційних технологій та їх інтеграції у навчальний процес, курси стали все більш актуальним інструментом для організації навчання. Підхід з використанням курсів дозволяє автоматизувати та оптимізувати процеси взаємодії з навчальними матеріалами та оцінювання учнів. Розділення та систематизація інформації у зручні модулі та окремі одиниці допомагає учням краще обирати потрібну їм інформацію й орієнтуватись загалом. Використання гнучких дедлайнів та автоматизованих систем оцінювання сприяє зручності використання курсів і дає учням можливість адаптуватись до темпу навчання, що в комбінації з використанням інтерактивних задач дозволяє значно підвищити залученість учнів у навчальний процес та якість засвоєння інформації.

Хоч курси і є ефективним інструментом, для їх використання потрібна відповідна інфраструктура, яка повинна забезпечувати деякі основні функції:

- платформа для доступу до курсів, на якій учні зможуть проходити ці курси та отримувати доступ до їх функціоналу і матеріалів;
- система розповсюдження курсів, завдяки якій учні зможуть отримати інформацію про конкретні курси та платформу;
- сервіс сертифікації, який забезпечить верифікацію виконання певних курсів та їх результатів чи прогресу;
- зручна точка доступу до усієї системи та інструкції по її використанню;



- модулі і сервіси, які відповідають за технічну підтримку, оновлення, супровід та розробку курсів, в тому числі і збір методичних матеріалів;

- канал зв'язку з учнями, який дозволить отримати відгуки про роботу системи і забезпечить можливість їх покращення.

Оскільки система буде обслуговувати велику кількість користувачів, то виникає потреба в забезпеченні масштабованості підсистем та пропускної здатності каналів зв'язку.

**Архітектура систем.** Загальна архітектура застосунку може складатись з наступних головних компонентів:

1) веб-сайт в якості точки доступу, де буде розміщена загальна інформація та посилання на інші частини системи;

2) веб-сервер, на якому розміщені усі головні сервіси програми;

3) платформа у вигляді веб-сайту чи настільного застосунку, яка надає доступ до курсів;

4) сервіси та програмні компоненти для зв'язку модулів системи між собою.

Для зв'язку елементів системи можна використати типову систему з запитами, але при кратному збільшенні навантаження та користувачів може знадобитись більш складна система з використанням модулів балансування навантаження та переадресацією запитів.

**Точка доступу.** Тут користувач отримує доступ до усіх потрібним йому ресурсам та інформації, яка йому може знадобитись для використання системи. Може бути виконана у вигляді звичайного веб-сайту з зручним та зрозумілим інтерфейсом.

Найпростіше цей модуль буде реалізувати з використанням наступних технологій: JavaScript, CSS, HTML для створення інтерфейсу, Node.js і його бібліотеки для реалізації функціоналу та Axios для запитів до інших модулів системи.

**Головний сервер.** Від вибору архітектури цього модуля дуже залежить більша частина того, як буде виглядати система загалом. Якщо система розробляється для відносно малої кількості користувачів, то доцільно використати монолітну архітектуру, оскільки це збереже дуже багато витрат на розробку

та налаштування зв'язків у системі. Для великої кількості користувачів рекомендується використати мікросервісну архітектуру, оскільки вона дозволяє легко масштабувати окремі частини системи та додавати новий функціонал.

**Платформа.** Для створення платформи є два потенційних підходи: веб-сайт з використанням тих самих технологій що і попередні модулі, або окремий настільний застосунок. Перший варіант має перевагу у простоті реалізації та інтеграції в уже існуючі частини системи, а другий в незалежності від Інтернету та обмеженнях браузера користувача. Найважливіше в цьому модулі це: надійність, зручність інтерфейсу та підтримка основних функцій, таких як відображення мультимедіа та інтерактивного контенту. Якщо реалізувати цей модуль як настільний застосунок, то слід приділити увагу зв'язку з іншими підсистемами та модулем оновлення, оскільки платформу потрібно регулярно оновлювати, щоб та відповідала актуальному функціоналу курсів.

**Бази даних.** При мікросервісному підході, найкращим рішенням буде надати окрему базу даних кожному вагомому сервісу, оскільки це спростить формування таблиць, запитів та загальної схеми сховища даних. Тут можна використати реляційну SQL базу даних, наприклад PostgreSQL та об'єктно-реляційну проекцію, таку як Prisma чи Drizzle. Це значно полегшить розробку. Головною вимогою до баз даних у цій системі є надійність та розширюваність, оскільки в систему одночасно може потрапити багато нової інформації.

**Зв'язок та запити.** Оскільки система розділена на модулі, важливо забезпечити ефективний зв'язок між ними. Для зв'язку в подібних системах зазвичай використовується API, як для зовнішніх запитів, так і для запитів між модулями, але

тут має місце велика кількість користувачів, тому знадобиться окремий сервіс, який буде обробляти та верифікувати запити від користувачів. Для такого сервісу можна використати Node.js, а для запитів між модулями створити прості інтерфейси з використанням Rest API.

**Висновки.** Представлене в даній роботі програмне забезпечення дозволяє ефективно використовувати курси у навчальному процесі та підтримувати їх актуальність. Запропонована архітектура враховує навантаження, яке виникає в подібних системах та функціонал, який потрібен для зручного користування, підтримки та розробки нових курсів. Описано окремі модулі та компоненти системи, а також способи реалізувати зв'язок між ними. Використовуючи усі описані вище підходи, можна покращити та оптимізувати уже існуючі системи управління процесом навчання або розробити нові, які будуть відповідати сучасним стандартам та вимогам.

### Список інформаційних джерел

1. Al-Ajlan, A. and H. Zedan, 2007. E-learning (MOODLE) based on service-oriented architecture. Proceeding of the EADTU's 20th Anniversary Conference, Nov. 8-9, Lisbon-Portugal, pp: 60-72.
2. Nilles, J. "Some Historical Thoughts on the ee-Learning Renaissance". Innovate. Innovate Online. URL: [https://www.researchgate.net/publication/239801662\\_Some\\_Historical\\_Thoughts\\_on\\_the\\_ee-Learning\\_Renaissance](https://www.researchgate.net/publication/239801662_Some_Historical_Thoughts_on_the_ee-Learning_Renaissance) (дата звернення: 29.11.2023)
3. Omair Ameerbakhsh. (2018). Towards the Use of Interactive Simulation for Effective e-Learning in University Classroom Environment, P 8-12.
4. Pappano, Laura. "The Year of the MOOC". The New York Times. ISSN 0362-4331. URL: <https://www.nytimes.com/2012/11/04/education/edlife/massive-open-online-courses-are-multiplying-at-a-rapid-pace.html> (дата звернення: 29.11.2023)
5. Вишнівський В.В., Гніденко М.П., Гайдур Г.І., Ільїн О.О. Організація дистанційного навчання. Створення електронних навчальних курсів та електронних тестів. Київ : ДУТ, 2014. 141 с.

*Ільницький Ростислав Олександрович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

**Науковий керівник: Ліщук Катерина Ігорівна, кандидат технічних наук,**

*доцент кафедри інформатики та програмної інженерії*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **АРХІТЕКТУРНЕ РІШЕННЯ ДЛЯ ПОБУДОВИ ГІБРИДНОЇ МУЛЬТИТЕНАНТ АРХІТЕКТУРИ**

**Анотація.** Дана робота зосереджена на розробці архітектурного рішення для створення гібридної мультитенант архітектури. Вона досліджує сучасні підходи та технології, які можуть бути використані для ефективного управління ресурсами та ізоляції даних у середовищі, де одночасно функціонують багато користувачів та організацій. Основна увага приділяється викликам, з якими зіштовхуються розробники при інтеграції, реалізації гнучкої, масштабованої та захищеної мультитенант архітектури. В роботі розглядаються ключові компоненти таких систем, включаючи розв'язання проблем розділення ресурсів, забезпечення безпеки даних. Також аналізуються потенційні стратегії оптимізації використання ресурсів і гарантування високого рівня обслуговування клієнтів у таких середовищах. Результати цієї роботи можуть бути корисними для розробників та інженерів, які працюють над створенням більш ефективних та безпечних мультитенант систем.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** гібридна мультитенант архітектура, SaaS-додатки, багатокористувацькі додатки, масштабованість, безпека даних, ізоляція даних.

**Abstract.** This work focuses on developing an architectural solution for creating a hybrid multi-tenant architecture. It explores contemporary approaches and technologies that can be used for effective resource management and data isolation in an environment where multiple users or organizations operate simultaneously. The main attention is paid to the challenges faced by developers in integrating flexibility, scalability, and security in multi-tenant architectures. The thesis examines the key components of such systems, including solutions for resource separation issues, ensuring data security and confidentiality. It also analyzes potential strategies for optimizing resource use and ensuring a high level of customer service in such environments. The findings of this work can be useful for developers and engineers working on creating more efficient and secure multi-tenant systems.

**KEY WORDS:** hybrid multi-tenant architecture, SaaS applications, multi-user applications, scalability, data security, data isolation..

**Вступ.** У сучасному світі технологій, еволюція хмарних обчислень та розвиток SaaS-додатків відіграють ключову роль у багатьох сферах бізнесу та підприємництва. З ростом використання хмарних сервісів, важливість розробки ефективних гібридних мультитенант архітектур стає дедалі більш актуальною. Ці системи дозволяють одночасно обслуговувати множину користувачів та організацій на одній інфраструктурі, при цьому забезпечуючи ізоляцію та безпеку їхніх даних. Проте, створення архітектури, яка ефективно балансує між масштабованістю, безпекою даних та ізоляцією ресурсів, є значним викликом.

Зокрема, у сфері багатокористувацьких додатків, де кожен клієнт може мати унікальні вимоги до функціонала та обробки даних, розробка гнучких та надійних рішень є критичною.

Особливо це стосується галузей, де безпека та конфіденційність даних є пріоритетними, наприклад, у фінансовому секторі чи державному управлінні.

Ця робота має на меті розробити архітектурне рішення, яке може ефективно вирішити ці виклики, забезпечивши високий рівень ізоляції та безпеки даних при одночасному забезпеченні масштабованості та ефективності хмарних обчислень. Таке рішення може значно покращити продуктивність та надійність SaaS-додатків, що, своєю чергою, буде мати позитивний вплив на бізнес-операції та обслуговування клієнтів у різних галузях.

**Основна частина.** Основна частина даної роботи сконцентрована на розробці та аналізі гібридної мультитенант архітектури, спрямованої на задоволення потреб багатокористувацьких та SaaS-додатків. Робота детально розглядає ключові аспекти проектування таких систем, включаючи методи забезпечення масштабованості, безпеки та ізоляції даних. Перш за все, аналізується, як архітектура може підтримувати ефективне управління ресурсами для обслуговування великої кількості користувачів, забезпечуючи при цьому високий рівень продуктивності та доступності.

Для гарантування безпеки даних, в роботі розглядаються різні підходи до, аутентифікації та контролю доступу. Описуються стратегії для ізоляції даних користувачів різних типів баз даних, щоб запобігти несанкціонованому доступу та забезпечити конфіденційність. Крім того, детально аналізуються виклики, пов'язані з масштабованістю, та використання хмарних технологій.

На практиці за основу було взято роботу бакалаврату, яка є однокористувацьким застосунком і для тестування відбувається міграція в багатокористувацьку систему, таким чином демонструється практичне застосування теоретичних знань та принципів, викладених у дисертації.

**Архітектура.** Архітектура розробленої гібридної мультитенант системи базується на кількох ключових принципах та компонентах, які забезпечують її

масштабованість, безпеку та ефективність управління даними. На першому етапі, система використовує розподілену базу даних для забезпечення високого рівня ізоляції даних. Це дозволяє кожному користувачу або організації мати свій власний, ізольований простір даних, що мінімізує ризики несанкціонованого доступу та забезпечує конфіденційність інформації. На вимогу користувача він може мігрувати свої дані в нову, окрему базу даних.

Для забезпечення безпеки даних, архітектура включає прості та надійні методи контролю доступу. В результаті яких доступ до даних кожного клієнта регулюється строгими політиками безпеки, заснованими на ролях та дозволах користувачів. Використання сучасних технологій хмари дозволяє захистити чутливу інформацію від зовнішніх загроз та внутрішніх джерел. Навіть якщо буде скомпрометовано якийсь профіль розробника, то завдяки двофакторної автентифікації повний доступ отримати видасться неможливим.

Основна увага в архітектурі приділяється масштабованості. Використовуючи принципи мікросервісної архітектури, система здатна гнучко адаптуватися до змінюваного навантаження, забезпечуючи стабільну роботу навіть при великій кількості користувачів. Кожен мікросервіс відповідає за певний аспект системи, дозволяючи легко масштабувати та оновлювати окремі частини без впливу на загальну стабільність системи.

**Методи.** У розробці гібридної мультитенант архітектури, використовуються методи, які поєднують в собі спільне використання ресурсів з можливістю віртуального розділення та окремого розміщення ресурсів на вимогу клієнта. Одним із ключових елементів є розробка гнучкої системи баз даних, які можуть функціонувати як у спільному, так і у відокремленому режимах.

Перш за все, база даних конфігурується таким чином, щоб підтримувати віртуальне розділення даних. Кожен користувач або клієнтська організація отримує унікальний ідентифікатор, який використовується для ізоляції їхніх даних всередині спільної бази. Це дозволяє забезпечити безпеку та конфіденційність даних, при цьому ефективно використовуючи ресурси.

Для клієнтів, які потребують найвищого рівня ізоляції та контролю, система пропонує можливість створення окремих інстансів бази даних. Це забезпечує

додаткову безпеку та гнучкість, оскільки клієнти можуть мати повний контроль над своєю власною базою даних, включаючи налаштування конфігурації, резервне копіювання та відновлення.

У розробці також застосовуються методи, спрямовані на забезпечення високої доступності та надійності системи. Це включає реплікацію даних між різними сервісами та локаціями, що дозволяє запобігти втраті даних у випадку збоїв або проблем з окремими компонентами системи.

Щоб підвищити ефективність та продуктивність, розроблені механізми кешування та оптимізації запитів, які забезпечують швидкий доступ до часто використовуваних даних та знижують навантаження на основну систему.

Таким чином, поєднання цих методів дозволяє створити гібридну мультитенант архітектуру, яка ефективно балансує між спільним використанням ресурсів та індивідуальними вимогами клієнтів, забезпечуючи високий рівень безпеки, гнучкості та масштабованості.

**Висновки.** Дана робота наголошує на важливості розробки та впровадження гібридних мультитенант архітектур для сучасних багатокористувацьких та SaaS-додатків. Робота демонструє, як застосування такої архітектури може ефективно вирішувати виклики масштабованості, безпеки даних та ізоляції ресурсів у багатокористувацькому середовищі. Впровадження віртуальної ізоляції даних, розширені методи автентифікації та авторизації, а також гнучке управління ресурсами і конфігурацією, відкривають нові можливості для підвищення продуктивності та надійності хмарних обчислень.

Архітектура, розроблена в рамках цієї роботи, забезпечує не тільки ефективне управління ресурсами, але й високий рівень безпеки даних завдяки ізолюваним інстанціям баз даних та вдосконаленим методам шифрування та контролю доступу. Це дозволяє досягнути високої гнучкості та адаптивності до індивідуальних потреб різних клієнтів. Результати дослідження підкреслюють значний потенціал гібридної мультитенант архітектури у підвищенні ефективності, безпеки та гнучкості багатокористувацьких хмарних сервісів. Вони відкривають шлях для подальших інновацій у сфері хмарних обчислень та надають стійку основу для розвитку передових технологічних рішень.

### Список інформаційних джерел

1. "Cloud Computing: Concepts, Technology & Architecture", Thomas Erl, Ricardo Puttini, i Zaigham Mahmood.  
<https://www.oreilly.com/library/view/cloud-computing-concepts/9780133387568/>

2. "Building Microservices: Designing Fine-Grained Systems", Sam Newman.  
<https://www.amazon.com/Building-Microservices-Designing-Fine-Grained-Systems/dp/1491950358>
3. "Designing Data-Intensive Applications: The Big Ideas Behind Reliable, Scalable, and Maintainable Systems", Martin Kleppmann.  
<https://www.amazon.com/Designing-Data-Intensive-Applications-Reliable-Maintainable/dp/1449373321>
4. "Mastering Cloud Computing: Foundations and Applications Programming", Rajkumar Buyya, Christian Vecchiola, i S.Thamarai Selvi.  
<https://www.amazon.com/Mastering-Cloud-Computing-Applications-Programming/dp/0124114547>
5. Hybrid Multi-tenant SaaS application System Design, Bharat Dwarkani  
<https://medium.com/saas-product-engineering/hybrid-multi-tenant-saas-application-system-design-36308663efad>

*Калинюк Богдан Сергійович, аспірант Державного університету  
інформаційно-телекомунікаційних технологій, Україна*

*Науковий керівник: Замрій Ірина Вікторівна, доктор технічних наук,  
доцент, завідувач кафедри Інженерії програмного забезпечення*

*Державного університету інформаційно-телекомунікаційних технологій, Україна*

## **МЕТОДОЛОГІЯ ВИКОРИСТАННЯ АГЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМАХ ВІЯВЛЕННЯ ЗЛОЧИНІВ У БАНКІВСЬКИХ ТРАНЗАКЦІЯХ**

**Анотація.** Робота присвячена актуальності та необхідності впровадження штучного інтелекту (ШІ) в різних реалізаціях до систем виявлення злочинності в банківських транзакціях. Обґрунтовано твердження, що злочини цього типу становлять серйозну загрозу фінансовій стабільності та безпеці. Запропоновано методологію, що надає гнучкий та ефективний підхід до вирішення цієї проблеми, використовуючи сучасні технології та наукові методи. Виокремлено переваги використання штучного інтелекту, такі як аналіз великих обсягів даних в реальному часі, виявлення аномалій та адаптація до змінних стратегій злочинців. Аргументовано необхідність таких інновацій для підвищення ефективності та захисту фінансової системи в умовах сучасного фінансового середовища.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** злочини в банківських транзакціях, штучний інтелект, агент штучного інтелекту, системи виявлення злочинності, фінансовий моніторинг, протидія фінансовим злочинам.

**Abstract.** The text underscores the relevance and necessity of implementing different types of artificial intelligence in systems detecting criminal activities in banking transactions. The author argues that crimes of this nature pose a serious threat to financial stability and security. The proposed methodology provides a flexible and effective approach to addressing this issue, leveraging contemporary technologies and scientific methods. The advantages of utilizing artificial intelligence are highlighted, such as real-time analysis of vast data sets, anomaly detection, and adaptation to evolving criminal strategies. The abstract concludes by emphasizing the need for such innovations to enhance efficiency and protect the financial system in the contemporary financial landscape.

**KEY WORDS:** banking transaction crimes, artificial intelligence, artificial intelligence agent, crime detection systems, financial monitoring, combatting financial crimes.

**Вступ.** Злочини в фінансових операціях є давнім і розповсюдженим феноменом, який динамічно розвивається в контексті автоматизації фінансової сфери. Цей вид кримінальної діяльності охоплює різноманітні порушення, такі як відмивання грошей, ухилення від оподаткування, шахрайство та вимагання. Із введенням обчислювальної техніки в фінансовий сектор, як самі злочини, так і методи їх придушення стали більш вдосконаленими.

Сучасні стратегії протидії фінансовим злочинам активно використовують штучний інтелект. Це дозволяє ефективно обробляти об'ємні дані про фінансову поведінку та класифікувати їх відповідно до типових патернів підозрілих дій. У фінансових установах, зокрема в банківському секторі, розроблені системи виявлення часто включають аналітичні

методи для підтвердження підозрілих сценаріїв та взаємодії з клієнтами для верифікації їхньої фінансової активності.

Представлена робота пропонує гібридну архітектурну модель, використовуючи штучний інтелект в реалізаціях агента і класифікатора. Ця модель реалізує апарат класифікації злочинів, взаємодію з об'єктом та прийняття рішень у межах єдиного програмного продукту. Цей підхід спрямований на підвищення рівня автоматизації, прискорення прийняття рішень на основі прецедентів та оптимізацію взаємодії з користувачем.[1]

**Основна частина.** Злочини в банківських транзакціях становлять серйозну загрозу фінансовій стабільності та безпеці. Держава та фінансові установи вдосконалюють свої заходи безпеки та співпрацюють для боротьби з цими видами злочинності. Зокрема, використовуються програмні рішення з використанням штучного інтелекту, які класифікують патерни поведінки користувача на його даних та формують нові дані для подальшого дослідження в аналітичних системах. Однак, застосування подібних підходів в режимі реального часу має свої обмеження, такі як потреба в значному обчислювальному ресурсі та кваліфікованому персоналі. [2]

З появою гнучких мовних моделей штучного інтелекту та їх реалізацій у вигляді агентів, таким програмним продуктам можна делегувати функції, що раніше були притаманні великим відділам у банках, наприклад.

Комунікація з клієнтом у ролі консультанта зі сторони банку. Агент може уточнити і дозібрати дані для класифікації діяльності клієнта і допомогти вирішити незначимі прецеденти без залучення додаткових ресурсів.

Ефективне ініціювання перенавчання класифікатора для покращення профілювання діяльності клієнта і визначення аномалій за ідентифікації підозрілої діяльності на основі попередніх висновків.

Покращити комунікацію з іншими командами в банку, дозволяючи створювати

уніфіковані автоматичні звіти про прецеденти.

У даний момент взаємодія з штучним інтелектом в системах виявлення злочинів відбувається за доволі стандартним сценарієм. Певний персонал дає вказівку, і модель штучного інтелекту обчислює відповідь на основі введених даних і навчених патернів. Кожного разу, коли потрібен новий результат, необхідно подати нову вказівку.

Агенти штучного інтелекту створені для автономного прийняття рішень і дій, що нівелює вищеописану проблему. Єдиною необхідною вказівкою для них є ціль, наприклад, пошук ознак махінацій з криптовалютами у профілі клієнта. Агент може самостійно скласти послідовність дій і реагуватиме на зворотній зв'язок від комунікації з клієнтом, або на коригуючі вказівки від реального аналітика. Також агенти штучного інтелекту можуть самі вдосконалювати власні алгоритми взаємодії з джерелами зворотнього зв'язку, паралельно створюючи дані для перенавчання класифікатора для більш ефективного аналізу самих транзакцій.

У порівнянні зі звичайною автоматизацією, де необхідно встановити ряд тригерів на основі даних чи стану системи і налаштувати, що відбудеться далі, агенти штучного інтелекту можуть працювати в непередбачуваних середовищах, де існує багато нової інформації. [1]



В даний момент методологія передбачає два види програмної архітектури:

Квазімонолітний – основа системи передбачає єдиний мікросервіс в одному контейнері, який містить всі інстанції, що використовують штучний інтелект в одному модулі. Інтеграція відбувається в межах кожного модуля. Масштабування відбувається шляхом створення копії з аналогічним набором внутрішніх модулів. Взаємодія між паралельними модулями забезпечується за допомогою спільного кешу або систем обміну повідомленнями, таких як Apache Kafka [3, 4].

Розподілений – система складається з багатьох модулів в різних контейнерах, які масштабуються незалежно одне від одного відносно потреб продуктивності і інтегруються між собою за допомогою складних інтерфейсів [3, 4].

Дана методологія дозволяє інтегрувати різні види завдань штучного інтелекту в межах одного продукту, що в перспективі забезпечує більш ефективне використання

як людського, так і обчислювального ресурсу для вирішення задач пошуку злочинів у банківських транзакціях. Попри це, впровадження агентів штучного інтелекту в системи виявлення злочинності в банківських транзакціях не лише приносить безліч переваг, але також супроводжується визначеними ризиками та викликами. Серед головних аспектів можуть бути юридичні питання, пов'язані зі збором та використанням особистих даних клієнтів, потенційні фінансові ризики від автономних рішень агентів, а також можливість виникнення фальшивих позитивів чи негативів у виявленні злочинних витрат. Крім того, необхідність постійного моніторингу та апгрейду системи для врахування змін у методах злочинців може стати викликом. Вирішення цих питань вимагає не лише технічного, але й стратегічного підходу, з врахуванням етичних норм та дотриманням законодавства щодо захисту конфіденційності та безпеки даних, що є додатковим завданням для подальшого дослідження.

**Висновки.** Злочини, пов'язані з банківськими транзакціями, на сьогоднішній день є серйозною загрозою фінансовій стабільності та безпеці. У контексті цієї проблеми впровадження штучного інтелекту в системи виявлення злочинності визнається як ключовий елемент для забезпечення ефективного моніторингу та протидії фінансовим злочинам.

Запропонована методологія вирізняється своєю актуальністю та можливістю реалізації більш гнучкого та ефективного підходу до вирішення задачі. Використання сучасних технологій та наукових методів дозволяє ефективно відповідати на виклики сучасного фінансового середовища.

ШІ в системах виявлення злочинності може аналізувати величезні обсяги даних в режимі реального часу, виявляючи аномалії та незвичайні патерни, які можуть свідчити про можливі фінансові злочини. Це дозволяє оперативно реагувати на загрози та надійно захищати фінансову систему від негативних наслідків. Крім того, використання ШІ дозволяє системам адаптуватися до змінних стратегій злочинців, надаючи більш високий рівень захисту, а це важливо в умовах швидкого розвитку технологій та постійних змін у фінансовому секторі. Тому запропонована методологія є необхідним та обґрунтованим заходом, спрямованим на підвищення ефективності та безпеки фінансових транзакцій в сучасному світі.

### Список інформаційних джерел

1. Artificial Intelligence and Fraud Detection / Babich, V., Birge, J.R., Hilary, G. (eds) // Innovative Technology at the Interface of Finance and Operations. Springer Series in Supply Chain Management, vol 11. Springer, Cham. 2022 – DOI: 10.1007/978-3-030-75729-8\_8
2. Using Artificial Intelligence In Enhancing Banking Services / Aya Elrefai, Mohamed H. Elgazzar, Nabila Khodeir // 2021 IEEE 11th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC). January 2021, p. 1-6. — DOI: 10.1109/CCWC51732.2021.9375993
3. Visually-Assisted Decomposition of Monoliths to Microservices / B. Salles and J. Cunha // 2023 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC), Washington, DC, USA, 2023, pp. 293-295, DOI: 10.1109/VL-HCC57772.2023.00057.
4. AI-Enabled Secure Microservices in Edge Computing: Opportunities and Challenges / F. Al-Doghman, N. Moustafa, I. Khalil, N. Sohrabi, Z. Tari and A. Y. Zomaya, // IEEE Transactions on Services Computing, vol. 16, no. 2, pp. 1485-1504, 1 March-April 2023, DOI: 10.1109/TSC.2022.3155447.

*Калита Віктор Олександрович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Галушко Дмитро Олександрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних систем та технологій*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **РОЗРАХУНОК ЙМОВІРНОСТІ ПРО НАЯВНІСТЬ ВІЛЬНОГО МІСЦЯ НА ПАРКОВЦІ У МЕЖАХ СИСТЕМИ ПОШУКУ ПАРКОМІСЦЬ**

### **CALCULATION OF THE PROBABILITY OF AVAILABLE PARKING SPACE WITHIN PARKING SEARCH SYSTEMS**

**Анотація.** У цьому дослідженні розглядаються два алгоритми для визначення ймовірності наявності вільних паркомісць в контексті систем пошуку парковок. Перший алгоритм використовує теорію ланцюгів Маркова для прогнозування станів парковок, тоді як другий базується на "методі Гексагонів", що враховує просторову відстань водіїв до парковки. Обидва підходи мають на меті поліпшити процес виявлення вільних місць для паркування.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** парковка, ланцюги Маркова, метод Гексагонів.

**Abstract.** This research examines two algorithms for estimating the probability of available parking spaces within parking search systems. The first algorithm utilizes Markov chain theory to forecast parking states, while the second is based on the "Hexagon Method", considering the spatial distance of drivers from the parking area. Both approaches aim to improve the process of identifying available parking spaces.

**KEY WORDS:** parking, Markov chains, Hexagon Method.

**Вступ.** Проблема ефективного пошуку вільних місць для паркування є актуальною в умовах зростаючої кількості легкових автомобілів у міських агломераціях. Зосередження уваги на зручності водіїв дозволяє не тільки зекономити їхній час, але й знизити рівень стресу під час пошуку паркомісця. Одним із ключових аспектів у вирішенні цієї проблеми є розробка надійних методів розрахунку ймовірності про наявність доступного місця.

**Основна частина.** В даній роботі розглядаються підходи до визначення ймовірності вільних місць, що в подальшому сприятиме інтеграції цих розрахунків в інтелектуальні транспортні системи.

Ідея першого методу полягає в використанні ланцюгів Маркова у прогнозуванні наявності вільних місць на парковці [1]. В скороченому вигляді, алгоритм можна подати наступним чином:

1. Збір даних: спочатку збираємо історичні дані про використання парковки, включаючи час, коли кожне місце було зайняте або звільнене.

2. Визначення станів: визначаємо основні стани парковки – наприклад, це можна представити за допомогою діапазонів: «повністю вільна», «частково зайнята» та «повністю зайнята». В залежності від потреб, можливо буде необхідно збільшити кількість проміжних станів, що в результаті дає нам змогу

досягти їхню кількість рівну вільним місцям.

3. Аналіз переходів між станами: аналізуємо, як змінювався стан парковки протягом певного часу, і відзначаємо кількість переходів між станами.

4. Розрахунок ймовірностей переходу: визначаємо ймовірності переходу між станами, використовуючи частку переходів між цими станами [2].

5. Прогнозування майбутніх станів: використовуючи отримані ймовірності переходу, моделюємо можливі майбутні стани парковки, дозволяючи водіям передбачити наявність вільних місць.

Іншим способом визначення ймовірності про наявність доступних місць може слугувати «метод Гексагонів» [3]. Даний метод, на відміну від попереднього, враховує відстань водіїв до парковки, проте не містить інформації про інтенсивність її використання. Цей підхід спирається на дані про кількість бажаючих знайти паркомісце в даний момент часу [4]. Коротко алгоритм запишемо наступними кроками:

1. Створення гексагонів: навколо парковки створюються кола гексагонів з різними радіусами, кожному з яких присвоюється певний коефіцієнт [5]. Під радіусами в даному випадку розуміється відстань від центральної точки парковки, яка визначається як центр гексагональної сітки. Кожен радіус представляє собою окремих шар гексагонів, які відокремлюються один від одного певною дистанцією. Ці шари формують концентричні кола навколо

парковки, дозволяючи категоризувати простір навколо неї за рівнями доступності та ймовірності наявності вільних місць. Таким чином, радіус, у якому знаходиться водій, вказує на його відстань від парковки та впливає на ймовірність знаходження вільного місця. Чим ближче водій до центру парковки (менший радіус), тим вища ймовірність знайти вільне місце, враховуючи коефіцієнти, присвоєні кожному гексагону.

2. Визначення розташування водія: за допомогою координат водія визначається, у якому гексагоні він знаходиться. За цією інформацією легко дізнатись відстань, використовуючи попередній пункт [6].

3. Розрахунок ймовірності: використовуючи коефіцієнт гексагону, де знаходиться водій, та коефіцієнт, що враховує кількість вільних місць і кількість водіїв, які шукають парковку, розраховується ймовірність наявності вільних місць [7].

Обидва методи демонструють потенціал у покращенні систем пошуку паркомісць, надаючи водіям більше інформації для прийняття рішень. Подальший аналіз сприятиме вибору оптимального під конкретні задачі алгоритму і не виключає застосування комбінованого підходу.

Таким чином, глибше розуміння та оптимізація цих методів може значно сприяти розв'язанню проблеми пошуку вільних місць для паркування, що є важливим аспектом для підвищення якості життя у міських середовищах.

**Висновки.** У даній роботі розглянуто два підходи до розрахунку ймовірності наявності вільних паркомісць: метод ланцюгів Маркова та «метод Гексагонів». Обидва методи сприяють кращому розумінню і прогнозуванню наявності вільних місць для паркування в міських умовах. Хоча дослідження не включає застосування цих методів, воно відкриває можливості для подальших розробок у цій сфері.

### Список інформаційних джерел

1. Brozova H., Ruzicka M. The prediction of parking space availability. *Transport*, December 2020, 35(5), pp. 462-473. DOI: 10.3846/transport.2020.14016. URL: [https://www.researchgate.net/publication/347802241\\_THE\\_PREDICTION\\_OF\\_PARKING\\_SPACE\\_AVAILABILITY](https://www.researchgate.net/publication/347802241_THE_PREDICTION_OF_PARKING_SPACE_AVAILABILITY).
2. Yang X. Markov Chain and Its Applications. March 2020. DOI: 10.13140/RG.2.2.12289.61287. URL: [https://www.researchgate.net/publication/340163115\\_Markov\\_Chain\\_and\\_Its\\_Applications](https://www.researchgate.net/publication/340163115_Markov_Chain_and_Its_Applications).
3. Mahdavi-Amiri A., Harrison E., Samavati F.F. Hexagonal connectivity maps for Digital Earth. June 2014. DOI: 10.1080/17538947.2014.927597. URL: [https://www.researchgate.net/publication/264347044\\_Hexagonal\\_connectivity\\_maps\\_for\\_Digital\\_Earth](https://www.researchgate.net/publication/264347044_Hexagonal_connectivity_maps_for_Digital_Earth).
4. Narasimharao J. A Novel Approach to Analyze Uber Data Using Machine Learning. April 2023. URL: [https://www.researchgate.net/publication/369825911\\_A\\_NOVEL\\_APPROACH\\_TO\\_ANALYZE\\_UBER\\_DATA\\_USING\\_MACHINE\\_LEARNING](https://www.researchgate.net/publication/369825911_A_NOVEL_APPROACH_TO_ANALYZE_UBER_DATA_USING_MACHINE_LEARNING).
5. Wozniak S., Szymański P. Context-Aware Embedding H3 Hexagons with OpenStreetMap Tags. DOI: 10.1145/3486635.3491076. URL: [https://www.researchgate.net/publication/356019307\\_hex2vec\\_Context-Aware\\_Embedding\\_H3\\_Hexagons\\_with\\_OpenStreetMap\\_Tags](https://www.researchgate.net/publication/356019307_hex2vec_Context-Aware_Embedding_H3_Hexagons_with_OpenStreetMap_Tags)
6. Gao Y., Duo H., Che J., Zhao S. Research on Efficient Indexing of Large-Scale Geospatial Data Based on Multi-Level Geographic Grid. December 2023. DOI: 10.5194/isprs-annals-X-1-W1-2023-73-2023. URL: [https://www.researchgate.net/publication/376259448\\_RESEARCH\\_ON\\_EFFICIENT\\_INDEXING\\_OF\\_LARGE-SCALE\\_GEOSPATIAL\\_DATA\\_BASED\\_ON\\_MULTI-LEVEL\\_GEOGRAPHIC\\_GRID](https://www.researchgate.net/publication/376259448_RESEARCH_ON_EFFICIENT_INDEXING_OF_LARGE-SCALE_GEOSPATIAL_DATA_BASED_ON_MULTI-LEVEL_GEOGRAPHIC_GRID).
7. Zhao K., Khryashchev D., Vo T.H. Predicting Taxi and Uber Demand in Cities: Approaching the Limit of Predictability. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, December 2019, PP(99):1-1. DOI: 10.1109/TKDE.2019.2955686. URL: [https://www.researchgate.net/publication/337876513\\_Predicting\\_Taxi\\_and\\_Uber\\_Demand\\_in\\_Cities\\_Approaching\\_the\\_Limit\\_of\\_Predictability](https://www.researchgate.net/publication/337876513_Predicting_Taxi_and_Uber_Demand_in_Cities_Approaching_the_Limit_of_Predictability).

*Карпельова Ірина Олександрівна, здобувачка вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Жданова Олена Григорівна, доцент, кандидат наук, доцент кафедри інформаційних систем і технологій,*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **ЗАДАЧА МАРШРУТИЗАЦІЇ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ З МОЖЛИВІСТЮ ДОЗАПРАВКИ**

**Анотація.** У роботі розглядається задача складання маршрутів безпілотних літальних апаратів. В якості цільової функції обрано мінімізацію часу обльоту всіх об'єктів, враховуючи час перезарядження безпілотного літального апарату. В роботі представлено три метаевристичні алгоритми: алгоритм мурашиних колоній, табу-пошук та алгоритм штучної бджолоїної колонії.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** безпілотний літальний апарат, задача маршрутизації, оптимізація маршрутів, алгоритм мурашиних колоній, табу-пошук, алгоритм штучної бджолоїної колонії

**Abstract.** The article considers the task of drawing up routes of unmanned aerial vehicles. Minimization of the overflight time of all objects, taking into account the time required to recharge the unmanned aerial vehicle, was chosen as the objective function. In this work, three metaheuristic algorithms were considered, namely: ant colony algorithm, tabu search and artificial bee colony algorithm.

**KEYWORDS:** uav, routing problem, route optimization, ant colony algorithm, taboo search, artificial bee colony algorithm

**Вступ.** Безпілотні літальні апарати (БПЛА) знайшли широке застосування для розв'язання різноманітних проблем.

БПЛА можуть бути використані для виявлення та моніторингу лісових пожеж, контролю над розповсюдженням вогню та надання даних для ефективної боротьби з ним. Вони також можуть здійснювати пошук та рятування в аварійних ситуаціях, зокрема при зсувах ґрунту, повенях або природних катастрофах. БПЛА забезпечують швидкий доступ до важкодоступних місць і надають реальний часовий звіт для координації рятувальних операцій.

Моніторинг міста за допомогою БПЛА дозволяє виявляти потенційні проблеми та ризики, такі як: транспортні затори, несправності в енергетичній мережі, забруднення довкілля. Це дозволяє владі міста та іншим зацікавленим сторонам приймати обґрунтовані рішення щодо планування містобудування, управління транспортом, екологічної політики та безпеки.

Задача маршрутизації безпілотних літальних апаратів часто відносять у сучасній літературі до задач оптимізації маршрутів транспортних засобів з кількома депо. Метою даних задач є прокладання оптимального маршруту через заданий набір об'єктів з мінімізацією загальної відстані або тривалості польотів. При цьому необхідно дотримуватися умов, що кожен об'єкт буде відвіданим лише одним БПЛА, а всі об'єкти повинні бути

включеним до маршруту і лише один раз. Так як об'єкти лише відвідуються без необхідності доставки вантажу, це означає, що відсутнє обмеження на вантажопідйомність [1].

**Постановка задачі.** Маємо множину об'єктів для дослідження, яка складається з  $n$  об'єктів об'єкту БПЛА  $A=\{0,1,\dots,(n-1)\}$ , які повинні бути обстежені одним БПЛА та множину станцій для перезарядки  $C=\{c_1, c_2\}$ .

Також вхідними даними задаються:

$s$  – середня швидкість переміщення безпілотного літального апарату;

$t$  – час за який необхідно перезарядити БПЛА;

$T$  – часовий потенціал БПЛА (можливий час обльотів без перезарядки).

План відвідання об'єктів складається з одного або більше маршрутів, тобто множину  $A$  об'єктів треба розбити на  $B$  впорядкованих підмножин (маршрутів). Перший маршрут БПЛА починає з станції  $c_1$ , а завершує у будь-якій з двох станцій  $C$ , наступний маршрут БПЛА починає з тієї станції, на якій він перезаряджався. БПЛА може закінчувати останній з маршрутів у будь-якій з двох станцій  $C$ .

Кожен об'єкт повинен бути включений тільки до одного з маршрутів і лише один раз.

Загальний час, витрачений на відвідування всіх об'єктів на кожному маршруті, включаючи закінчення на одній з станцій, не може перевищувати часовий потенціал БПЛА.

Потрібно визначити множину маршрутів обстеження усіх об'єктів за мінімальний час.

**Алгоритм мурашиних колоній.** Для розв'язання даної задачі було обрано алгоритм мурашиних колоній (АСО), оскільки даний алгоритм здатний до глобальної оптимізації, тобто шукає оптимальний або близький до нього маршрут в усьому просторі можливих розв'язків. Особливістю АСО є те, що він використовує локальну інформацію, що

дозволяє знаходити більш точні та адаптивні маршрути, враховуючи обмеження задачі.

Вхідними параметрами алгоритму задаються:

$q$  – кількість мурах в колонії;

$I$  – кількість повторень з результатами без поліпшення;

$\beta$  – коефіцієнт випаровування;

$\gamma$  – ступінь значущості феромону;

$\delta$  – ступінь значущості евристичної інформації.

Схема алгоритму мурашиних колоній:

Крок 1 ПОКИ рекордний розв'язок не змінюється на  $I$  повторень повторювати наступні кроки

Крок 1.1 ПОКИ  $q$  мурах не відвідають всі об'єкти

Крок 1.1.1 Сформувані множини можливих маршрутів

Крок 1.1.2 Оновити феромони

Крок 1.2 Оновити рекорд

Ймовірність переходу мурах на кроці  $i$  від поточного об'єкту  $l \in A$ , до нового об'єкту  $m \in M_l$  (множина вершин, в які дозволено перехід з вершини  $l$ ) розраховується за формулою:

$$p_{lm}(i) = \frac{\alpha_{lm}(i)^\gamma \left(\frac{1}{d_{lm}}\right)^\delta}{\sum_{m \in M_l} \alpha_{lm}(i)^\gamma \left(\frac{1}{d_{lm}}\right)^\delta},$$

де  $\alpha_{lm}(i)$  – рівень феромону на дузі  $l-m$  на кроці  $i$ ,  $d_{lm} = \{l, m \in \{0, 1, \dots, (n+1)\}\}$  - матриця відстаней між об'єктами, включаючи станції для перезарядки.

Оскільки немає оцінки значення цільової функції на основі тільки фрагмента розв'язку, тому тут використовується покрокове оновлення феромону на дузі  $(l, m)$  графа задачі за рахунок додавання фіксованої величини:  $\alpha_{lm}(i+1) = (1-\beta)\alpha_{lm}(i) + \Delta\alpha_{lm}$ , де  $\Delta\alpha_{lm}$  – сума всіх внесків, зроблених кожною мурахою.

Внесок мурахи  $Q$ ,  $Q=1,2,\dots,q$  розраховується за формулою:

$$\Delta\alpha_{lm} = \frac{1}{q} \sum_{Q=1}^q \Delta\alpha_{lm}^Q,$$

де  $\Delta\alpha_{lm}^Q = 1/f(x^Q)$ , якщо ребро  $(l, m)$  входить в розв'язок,  $f(x^Q)$  – значення цільової функції розв'язку  $x^Q$ , знайденого мурахою  $Q$ .

**Табу-пошук.** Табу пошук (Tabu search) є метаевристичним методом оптимізації, який використовується для розв'язання складних задач оптимізації.

Основна ідея табу пошуку полягає в тому, щоб уникати повторення кроків, які ведуть до погіршення розв'язку. Для цього використовується список табу (Tabu list), який містить описи останніх кроків пошуку, які були виконані. Кожний крок пошуку, який призводить до погіршення розв'язку, додається до списку табу на певний час (Tabu period), після чого його можна повторно виконати [2].

Покроковий опис табу пошук:

**КРОК 0** Ініціалізація вхідних параметрів алгоритму:

$I$  – кількість ітерацій, протягом яких розв'язок не поліпшується;

$X$  – кількість поточних розв'язків, знайдених локальною оптимізацією;

$O$  – окіл, у якому проводиться локальна оптимізація, задається відсотком від поточної кількості розв'язків.

**КРОК 1** Генерація випадкового розв'язку та призначення його рекордним.

**КРОК 2** Створення табу списку розв'язків, порожній на початку.

**КРОК 3** ПОКИ рекордний розв'язок не поліпшується впродовж  $I$  ітерацій.

**КРОК 3.1** Локальна оптимізація (в околі  $O$  рекордного розв'язку визначити  $m$  розв'язків, що виключають розв'язки, що входять до табу списку).

**КРОК 3.2** Оновлення рекордного розв'язку (за потребою, якщо найліпший

знайдений локальною оптимізацією розв'язок ліпший за поточний рекордний).

**КРОК 3.3** Оновлення табу списку.

На першому кроці, при генерації випадкового розв'язку використано стохастичний алгоритм, це дозволяє з самого початку обрати прийнятний розв'язок та не витратити зайві ресурси на додаткові ітерації по поліпшенню поганого розв'язку.

Далі впродовж певної кількості ітерацій проводиться локальна оптимізація та поповнення табу списку. Кількість ітерацій, що необхідні для розв'язання задачі, визначається параметром, що регламентує, яка кількість ітерацій повинна бути виконана з умовою того що рекордний розв'язок не оновлюється.

**Алгоритм штучної бджолоїної колонії.** Для розв'язання задачі було також обрано алгоритм штучної бджолоїної колонії. Алгоритм складається з таких основних етапів як ініціалізація параметрів, локальна оптимізація і схрещування впродовж певної кількості ітерацій.

Для генерації випадкових розв'язків на нульовому кроці алгоритму застосовується стохастичний алгоритм, що базується на випадковому виборі об'єкту за зваженим ймовірнісним розподілом.

Для кожного з об'єктів кожного з обраних маршрутів проводиться локальна оптимізація шляхом заміни об'єкту з сусідніми, при цьому розглядається певна кількість сусідніх об'єктів, кількість яких дорівнює околу локальної оптимізації, тобто певному відсотку (відсоток задаємо як параметр алгоритму) від загальної кількості об'єктів. Дані правила актуальні як для об'єктів, так і для станцій для перезарядки. При цьому, для станції для перезарядки розглядається додатковий варіант оновлення розв'язку – включення певних відвідувань станцій для перезарядки з плану відвідування об'єктів, якщо це не призведе до порушення обмеження на максимальний



допустимий час БПЛА у повітрі без перезарядки [3].

Опис алгоритму штучної бджолоїної колонії для задачі маршрутизації БПЛА:

КРОК 0. Ініціалізація параметрів алгоритму:

$c$  - потужність множини допустимих розв'язків, початкова популяція розв'язків, яку генеруємо на початку алгоритму;

$r$  - кількість поточних ліпших розв'язків (для локальної оптимізації, відсоток від  $c$ );

$g$  - кількість об'єктів, які необхідно відвідати;

$o$  - окіл в якому проводиться локальна оптимізація, тобто кількість сусідніх точок з якими проведитимемо локальну оптимізацію, відсоток від  $g$ ;

$p = c/2$  кількість пар розв'язків (для оптимізації шляхом схрещування);

$I$  - кількість ітерацій, впродовж яких рекордний розв'язок не змінювався.

КРОК 1. Генерація  $c$  випадкових розв'язків (жадібним алгоритмом).

КРОК 2. Визначення рекордного розв'язку.

КРОК 3. ПОКИ не виконані умови завершення (впродовж  $I$  ітерацій не оновлюється рекордний розв'язок):

КРОК 3.1. Робота бджіл-працівників.

Локальна оптимізація для  $r$  від  $c$  найкращих розв'язків, пошук ліпшого розв'язку в околі, окіл дорівнює  $o$  від  $g$  сусідніх точок.

КРОК 3.2. Оновлення рекордного розв'язку (за необхідності).

КРОК 3.3. Робота бджіл-дослідників. Розбиття випадковим чином розв'язків на  $p$  пар, поліпшення шляхом схрещування.

КРОК 3.4. Оновлення рекордного розв'язку (за необхідності).

**Дослідження алгоритмів.** Після експерименту були встановлені параметри для кожного алгоритму.

Параметри алгоритму штучної бджолоїної колонії:

- потужність популяції – 100;

- кількість найкращих представників популяції – 44;

- кількість ітерацій без поліпшення розв'язку, критерій завершення роботи алгоритму – 22.

Параметри алгоритму мурашиних колоній:

- кількість мурах 100;

- кількість повторень з результатами без поліпшення належить інтервалу [47,49];

- коефіцієнт випаровування належить відрізьку [0.25, 0.3];

- ступінь значущості феромону належить відрізьку [0.45, 0.55];

- ступінь значущості евристичної інформації належить відрізьку [2.25, 2.3].

Параметри табу-пошуку:

- кількість ітерацій без поліпшення ~50;

- довжина табу списку ~38.

Для перевірки роботи алгоритму з підібраними параметрами проведемо тестування роботи алгоритму на трьох різних значеннях прогонів, а саме: 10, 25, 50. На кожному зі значень прогонів генеруються задачі п'яти різних розмірностей, а саме: 10, 15, 20, 25, 30.

Визначені середні значення цільової функції, найліпше значення цільової функції та середньоквадратичне відхилення цільової функції за усіма прогонами.

На рисунку 1, 2 та 3 зображено візуалізація результатів дослідження, а саме залежність значення цільової функції від розмірності задачі для кожної з обраних кількостей прогонів (алгоритмом табу-пошуку, алгоритмом мурашиних колоній та алгоритмом штучної бджолоїної колонії відповідно).

Зі збільшенням розмірності як ліпше значення цільової функції, так і середнє значення цільової функції чітко зростають, як і очікувалося, отже аномалій у результатах дослідження алгоритмів не виявлено.

Також із графіків можна побачити, що алгоритм мурашиних колоній для даної задачі дає ліпші результати.

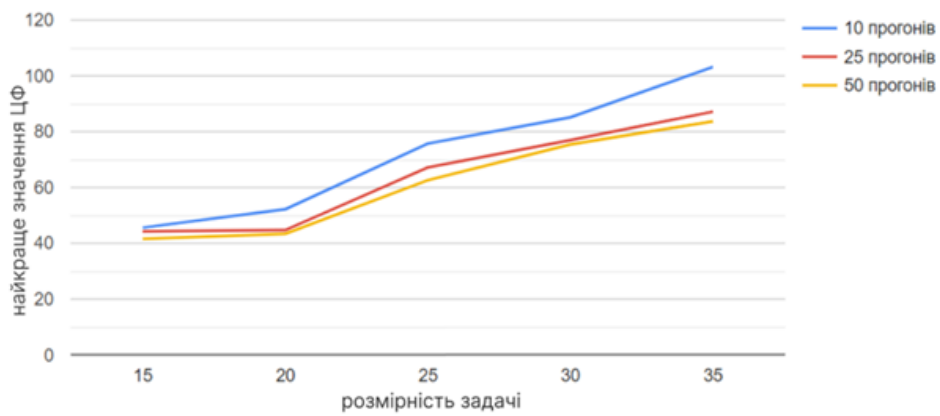


Рисунок 1. Результат роботи табу-пошук

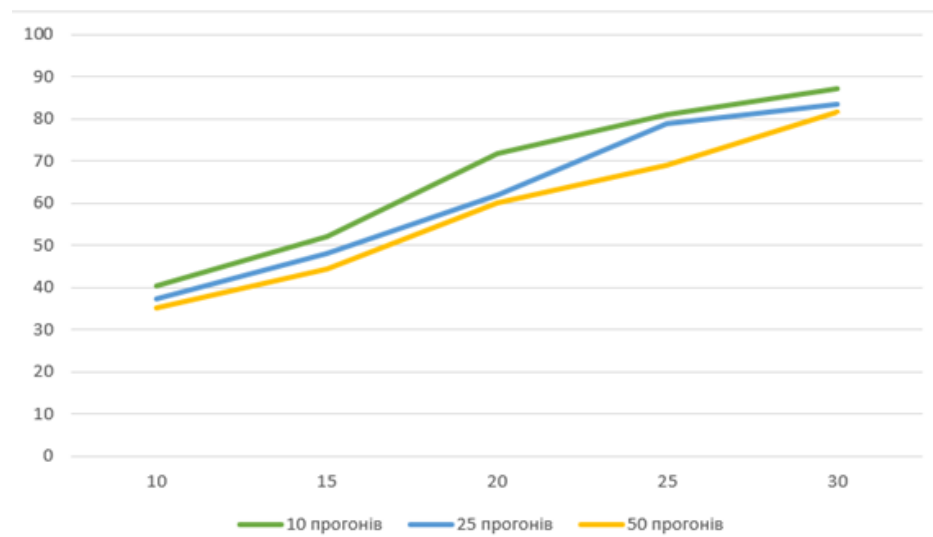


Рисунок 2. Результат роботи алгоритму мурашиних колоній

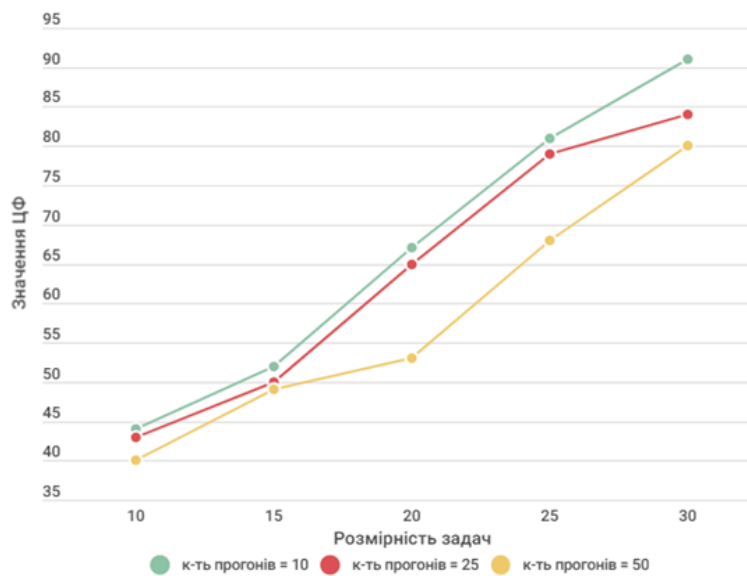


Рисунок 3. Результат роботи алгоритму штучної бджолоїної колонії

**Висновки.** В ході роботи було розглянуто задачу маршрутизації безпілотних літальних апаратів. Необхідно було визначити множину маршрутів для облітання всіх об'єктів з мінімізацією часу, враховуючи потребу в перезарядці батареї БПЛА.

Для розв'язання даної задачі було обрано три метаевристичні алгоритми, а саме: алгоритм мурашиних колоній, табу-пошук та алгоритм штучної бджолоїної колонії. В результаті виконаних експериментів було встановлено що для досліджуваної задачі алгоритм мурашиних колоній дає ліпші результати.

#### **Список літератури**

1. Гуляницький Л. Ф., Сторчевий В. В. Одна спеціальна задача маршрутизації БПЛА. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Математика і інформатика. 2019. № 1(34). С. 69–78.
2. Гуляницький Л.Ф., Мулеса О. Ю. Прикладні методика комбінаторної оптимізації: навч. посіб.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2016. – 142 с.
3. Thiago A. S. Masutti. Evolutionary Algorithms and Metaheuristics: Applications in Engineering Design and Optimization: Bee-Inspired Algorithms Applied to Vehicle Routing Problems: A Survey and a Proposal / Thiago A. S. Masutti, Leandro N. de Castro., 2017.

*Кемарський Микита Олександрович, здобувач магістерського освітнього рівня*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Головченко Максим Миколайович, старший викладач*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Павлов Олександр Анатолійович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри інформатики та програмної інженерії*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## МЕТОДИ ТА ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ СКЛАДАННЯ РОЗКЛАДІВ ЗАНЯТЬ У ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

**Анотація.** Було спроектовано та розроблено кросплатформну програмну бібліотеку, що ефективно реалізує модифікований генетичний алгоритм для розв'язання нової постановки задачі складання розкладів занять у ВНЗ.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** розклад навчальних занять ВНЗ, академічний розклад, крос-платформна програмна бібліотека, генетичний алгоритм, алгоритми оптимізації.

**Abstract.** We have designed and developed a cross-platform software library that effectively implements a modified genetic algorithm for solving a new formulation of the problem of creating university class schedules.

**KEY WORDS:** university class schedule, academic timetable, cross-platform software library, genetic algorithm, optimization algorithms.

**Вступ.** Правильно складений розклад є ключовим елементом успішної навчальної програми. Для ефективного та якісного процесу навчання необхідно забезпечити оптимальне використання часу та ресурсів. Для студентів і викладачів важливо мати розклад, який враховує їхні індивідуальні потреби та дозволяє виконувати всі навчальні завдання вчасно та ефективно. Крім того, складання розкладу навчальних занять може бути витратним та складним процесом, що потребує значних зусиль від адміністративного персоналу ВНЗ. Використання готових програмних засобів може значно полегшити процес складання розкладу, покращити його якість та знизити навантаження на персонал ВНЗ.

**Постановка задачі.** Розробити кросплатформну програмну бібліотеку, що ефективно реалізує модифікований генетичний алгоритм для розв'язання нової постановки задачі складання розкладів занять у ВНЗ.

В якості вхідних даних при складанні розкладу навчальних занять виступають:

1. Множина  $D = \{d_1, d_2, \dots, d_{N_d}\}$  дисциплін, де  $N_d$  – кількість дисциплін;
2. Множина  $G = \{g_1, g_2, \dots, g_{N_g}\}$  груп, де  $N_g$  – кількість груп;
3. Множина  $P = \{p_1, p_2, \dots, p_{N_p}\}$  викладачів, де  $N_p$  – кількість викладачів;
4. Множина  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_{N_a}\}$  аудиторій, де  $N_a$  – кількість аудиторій;
5. Множина  $T = \{t_1, t_2, \dots, t_{N_t}\}$  комірок розкладу, де  $N_t$  – кількість комірок розкладу.

Комірка розкладу  $t_i$  містить номер заняття, день тижня та номер тижня в циклі.

Опишемо сутності формально [3]. Формально ми можемо описати дисципліни  $D$  наступним чином:

$$D = \{d_j\},$$

$$d_j = \begin{pmatrix} d_{maxGroupsPerClass}^j \\ d_{lecturersRequiredPerClass}^j \\ d_{online}^j, d_{classesPerWeek}^j \\ d_{roomTypes}^j \\ d_{faculty}^j, d_{facultyDepartment}^j \end{pmatrix},$$

$$j = \overline{1; N_d}$$

Формально ми можемо описати групи

$$G = \{g_l\},$$

$$g_l = \begin{pmatrix} g_{normativeDisciplines}^l, g_{availability}^l \\ g_{maxClassesPerDay}^l, g_{faculty}^l \\ g_{facultyDepartment}^l \end{pmatrix},$$

$$l = \overline{1; N_g}$$

Формально ми можемо описати викладачів  $P$  наступним чином:

$$P = \{p_m\},$$

$$p_m = (p_{availability}^m, p_{disciplines}^m),$$

$$m = \overline{1; N_p}$$

Формально ми можемо описати аудиторії  $A$  наступним чином (для задання характеристик аудиторії):

$$A = \{a_n\},$$

$$a_n = \begin{pmatrix} a_{type}^n, a_{building}^n, a_{capacityGroups}^n, a_{faculty}^n \\ a_{facultyDepartment}^n, a_{availability}^n \end{pmatrix},$$

$$n = \overline{1; N_a}$$

Формально ми можемо описати комірки розкладу  $T$  наступним чином:

$$T = \{t_k\}, t_k = (t_{week}^k, t_{day}^k, t_{classNumber}^k),$$

$$k = \overline{1; N_t}$$

Також ми можемо формалізувати теоретичну множину  $Z$  з об'єктів, що

об'єднують дисципліни, групи, та викладачів:

$Z = \{z_1, z_2, \dots, z_{N_z}\}$ , де  $N_z$  – кількість елементів множини  $Z$ .

$$z_i = \begin{pmatrix} z_P^i, z_d^i, z_G^i, z_{classesPerCycle}^i \\ z_{roomTypes}^i, z_{online}^i, z_{availability}^i \\ z_{faculty}^i, z_{facultyDepartment}^i \end{pmatrix},$$

$$i = \overline{1; N_z},$$

де  $z_P^i$  – множина викладачів (іноді потребується  $> 1$  викладача для проведення заняття,  $z_P^i \subseteq P$ ),

$z_d^i$  – дисципліна,  
 $z_G^i$

– множина груп (множина, що складається з однієї групи або груп потоку,  $z_G^i \subseteq G$ ),

$z_{classesPerCycle}^i$

$= N * z_{classesPerWeek}^i$

– кількість занять на цикл з  $N$  тижнів,

$z_{roomTypes}^i = z_{d_{roomTypes}}^i$

– допустимі типи аудиторій

для проведення заняття,

$z_{online}^i$

$= z_{d_{online}}^i$

– флаг онлайн заняття (якщо  $z_{online}^i = 1$ , то  $z_{roomTypes}^i = \emptyset$ ),

$z_{availability}^i = \cap_i (z_{Gi} \cap z_{Pi})$

– множина комірок розкладу,

доступних для проведення занять

з дисципліни  $z_d^i$ , (перетин доступності викладачів  $z_P^i$  та груп  $z_G^i$ ),

$z_{availability}^i \subseteq T$ ,

$z_{faculty}^i$

$= z_{d_{faculty}}^i$

– факультет, до якого прив'язано дисципліну,  
 $z_{facultyDepartment}^i$   
 $= z_{a_{facultyDepartment}}^i$  – кафедра,  
до якої прив'язано дисципліну.

При складанні розкладу будемо оперувати трьома множинами об'єктів:

$$Z = \{z_i\}, i = \overline{1; N_z}$$

$$A = \{a_n\}, n = \overline{1; N_a}$$

$$T = \{t_k\}, k = \overline{1; N_k}$$

Таким чином, задачу складання розкладу навчальних занять декомпонуємо [2] на дві підзадачі:

1. Розподілення груп, дисциплін та викладачів у множину  $Z$ ;

2. Розподілення елементів множини  $Z$  по аудиторіях та комірках розкладу;

Розклад навчальних занять, який необхідно отримати в якості результату, можна представити у вигляді двох двовимірних векторів:

$$\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_i, \dots, \alpha_{N_z})$$

$$\tau = (\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_i, \dots, \tau_{N_z}),$$

де  $\alpha_i \in A$ ,

$A$  - множина всіх аудиторій,

$\alpha_i$  - аудиторія, яку назначено для проведення занять  $Z_i$ ,

$$\tau_i = \left\{ \tau_{i_1}, \tau_{i_2}, \dots, \tau_{i_{z_{classesPerCycle}}} \right\}, \tau_{i_j}$$

$\in T$ -вектор з комірками розкладу, які назначено для проведення занять  $Z_i$ ,  $i = \overline{1; N_z}$ .

Було складено математичну модель нової постановки задачі складання розкладів занять у ВНЗ та модифіковано [1] генетичний алгоритм для розв'язання даної постановки задачі.

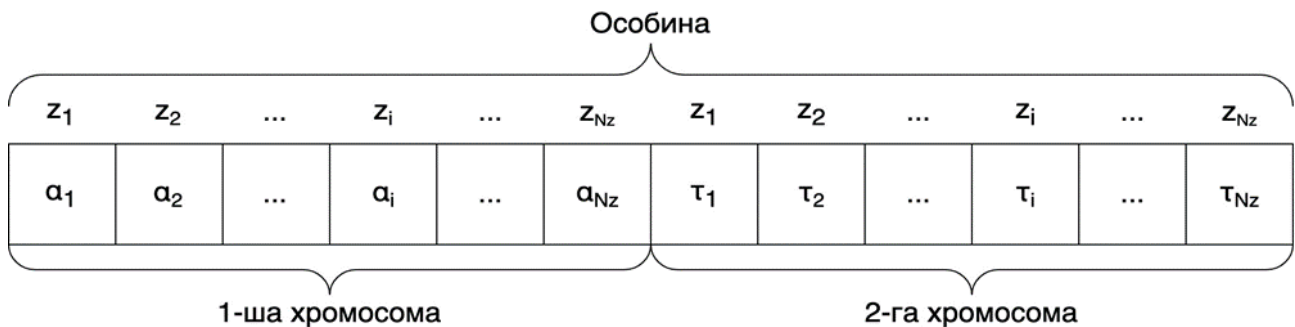


Рис. 1 – Особина генетичного алгоритму з двох хромосом

В модифікованому генетичному алгоритмі кожна особина є одним з можливих рішень задачі, тобто варіантом розкладу. Відповідно до запропонованого представлення розкладу занять у вигляді двох векторів, пропонується розглядати особину, що складається з двох хромосом.

Кожна хромосома, в свою чергу, складається з генів, що позначаються цілими числами  $1, 2, \dots, i, \dots, N_z$ , причому порядковий номер гену відповідає порядковому номеру елемента множини  $Z$ , тобто  $i$ -й ген в першій та другій хромосомах характеризує елемент  $Z_i$  з множини  $Z$ .

Інформаційним наповненням першої хромосоми є аудиторії, що назначено для проведення занять; другої хромосоми – комірки розкладу, що назначено для проведення занять. Таким чином, в першій хромосомі значенням  $i$ -го гену є номер аудиторії, що назначена для проведення занять  $Z_i$ ; в другій хромосомі значенням  $i$ -го гену є вектор з комірками розкладу, які назначено для проведення занять  $Z_i$ .

Пошук оптимального розкладу з використанням модифікованого генетичного алгоритму буде відбуватись в декілька етапів. Розглянемо кожен з них.

Створення початкової популяції. Початкова популяція задається кількома професіоналами в складанні розкладів.

Селекція особин. На цьому етапі відбувається відбір найбільш пристосованих особин (варіантів розкладу), тобто тих, які мають найкращі значення фітнес-функції порівняно з іншими особинами. У даній роботі пропонується використовувати метод, відомий як "елітний відбір" або "елітна стратегія", який при вирішенні цього завдання полягає в наступному: з попереднього покоління вибираються задана кількість особин (варіантів розкладів), які мають найменше значення фітнес-функції - критерію, що відображає якість розкладу. Таким чином виявлені "елітні" особини без будь-яких змін переходять до наступного покоління. Решта "вільних місць" у новому поколінні заповнюється особинами, отриманими в результаті схрещування (кросинговера) та мутації особин. Відсотки особин від решти "вільних місць" у новому поколінні, що отримуються в результаті схрещування (кросинговера) та мутації задаються на рівні вхідних даних.

Схрещування (кросинговер). Схрещування особин відбувається за наступною схемою: серед найбільш пристосованих "елітних" особин випадковим чином обираються дві особини. За основу для схрещеної особини береться перша особина. Далі по черзі для кожної  $i$ -ї позиції виконується спроба замінити аудиторію  $\alpha_i$  першої обраної особини на аудиторію  $\alpha_i$  другої обраної особини. Якщо в наявності є достатня кількість доступних комірок розкладу для проведення занять  $z_i$  в новій аудиторії, то випадковим чином обираються комірки розкладу з доступних та виставляються в якості значення  $\tau_i$ . Якщо в наявності немає достатньої кількості доступних комірок розкладу, то заміна аудиторії не відбувається.

За запропонованою схемою схрещування двох особин не відбувається

зміна загальної кількості генів, які відповідають елементам  $z_i$  множини  $Z$ . Також не змінюється порядок генів всередині кожної хромосоми. Враховуючи той факт, що при виборі аудиторії та комірок розкладу враховувались обмеження задачі оптимізації, після процедури схрещування не вимагається перевірка особин на "правильність" вибору аудиторії та комірок розкладу для проведення занять. Це дозволяє уникнути зайвих перевірок на коректність особин, отриманих у результаті процедури схрещування.

Мутація. Мутація особин відбувається за наступною схемою: по черзі для кожної  $i$ -ї позиції з заданою вірогідністю виконується спроба виконання мутації гену  $\alpha_i$ , що відповідає за аудиторію проведення занять. Відповідно до вимог задачі оптимізації, з множини аудиторій, що підходять для проведення занять  $z_i$  випадковим чином обирається аудиторія  $a$ . Якщо в наявності є достатня кількість доступних комірок розкладу для проведення занять  $z_i$  в новій аудиторії, то випадковим чином обираються комірки розкладу з доступних та виставляються в якості значення  $\tau_i$ . Якщо в наявності немає достатньої кількості доступних комірок розкладу, то заміна аудиторії не відбувається.

Перевірка умови зупинки алгоритму. В якості умови зупинки алгоритму пропонується задати фіксовану кількість ітерацій генетичного алгоритму на рівні вхідних даних. Тоді алгоритм буде зупинено автоматично після виконання заданої кількості ітерацій. В якості результату роботи алгоритму виступатиме найкраща особина (варіант розкладу) з популяції.

Розробка кросплатформної програмної бібліотеки. Було розроблено кросплатформну програмну бібліотеку мовою JavaScript з використанням платформи Node.js, що надає інтерфейс для складання розкладів занять у ВНЗ. Зовнішній інтерфейс бібліотеки включає в

себе інтерфейс Scheduler, що відповідає безпосередньо за складання розкладу занять. Розроблена бібліотека також включає в себе

реалізацію GeneticAlgorithmScheduler інтерфейсу Scheduler, що використовується для складання розкладів занять генетичним алгоритмом.

**Висновки.** Було розроблено кросплатформну програмну бібліотеку, що ефективно реалізовує модифікований генетичний алгоритм для розв'язання нової постановки задачі складання розкладів занять у ВНЗ. Розроблена програмна бібліотека здатна покращити ефективність та якість навчання, покращити результати студентів, знизити навантаження на викладачів та адміністративний персонал ВНЗ. Бібліотека може бути інтегрована в інформаційні системи ВНЗ.

### Список інформаційних джерел

1. Леонова М.В. Моделювання задач складання розкладу занять у ВНЗ: огляд та різні підходи до розв'язування / М.В. Леонова // Вісник Запорізького національного університету. Фізико-математичні науки. - 2013. - № 1. - С. 52-59. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vznu\\_mat\\_2013\\_1\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vznu_mat_2013_1_8).
2. Заневич О., Кухарський В. Про розв'язування задачі складання розкладу занять, використовуючи генетичний алгоритм // Вісник Львівського університету. Серія прикладна математика та інформатика. – 2019. – Вип. 27. – С. 133- 146.
3. Димова, Г. О. (2022). РОЗРОБКА МОДЕЛІ СКЛАДАННЯ РОЗКЛАДУ ЗАНЯТЬ МЕТОДОМ ЕВОЛЮЦІЙНОГО ПОШУКУ. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки, (2), 3-9. <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.2.1>



*Кобченко Владислав Русланович*, здобувач вищої освіти

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

*Науковий керівник: Шимкович Володимир Миколайович*, кандидат технічних наук,

доцент, доцент кафедри інформаційних систем та технологій

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

## **ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ВІДЕО НА YOUTUBE З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ**

**Анотація.** Дана робота присвячена розробці інформаційної системи, яка аналізуватиме відеоконтент на платформі YouTube. Для цього буде розроблено графічний додаток, що відобразатиме дані в текстовому та графічному форматі, який можна буде налаштувати. Також буде можливість отримати статистику по каналу в цілому. Дані для відображення отримуватимуться за допомогою відкритого API. Так як в YouTube наразі не відображається число людей, яким не сподобалось відео, неможливо точно його оцінити. Тому задля визначення більш точної оцінки додатково буде створено нейронну мережу, що аналізуватиме коментарі до відео, а саме оцінюватиме їх тональність, яка може бути позитивною або негативною. Для цього буде досліджено відомості про засоби обробки природної мови, порівняно різні архітектури нейромереж та обрано ту, що якнайкраще підійде для цієї задачі. Після цього буде визначено оптимальні показники для архітектури. Для її навчання також буде зібрано спеціальний датасет.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** нейронна мережа, природна мова, аналіз тональності, RNN.

## **YOUTUBE VIDEO ANALYSIS INFORMATION SYSTEM USING NEURAL NETWORKS**

**Abstract.** This work is dedicated to the development of an information system that will analyze video content on the YouTube platform. To achieve this, a graphical application will be developed to display data in both textual and graphical formats, which can be customizable. Additionally, it will be possible to obtain statistics for the channel as a whole. Data to display will be retrieved using an open API. Since YouTube currently does not show the number of people who disliked a video, it is impossible to accurately assess it. Therefore, in order to determine a more accurate assessment, a neural network will be additionally created that will analyze the comments on the video, namely, evaluate their sentiment, which can be positive or negative. To achieve this, information about natural language processing tools will be explored, various neural network architectures will be compared, and the one that best suits this task will be selected. Afterward, optimal parameters for the architecture will be determined. A specialized dataset will also be collected for training the neural network.

**KEY WORDS:** neural network, natural language, sentiment analysis, RNN.

**Вступ.** YouTube – це популярна онлайн-платформа для обміну відеоконтентом, де користувачі можуть завантажувати, переглядати і ділитися відеороликами. Після створення в 2005 році він одразу почав набирати популярність, швидко ставши найбільшим використовуваним відеохостингом в інтернеті, яким залишається і до сьогодні.

На YouTube можна створювати канали, підписуватися на інші канали, залишати коментарі, ставити лайки та дизлайки. Користувачі можуть завантажувати різноманітний контент: відеоблоги, музичні кліпи, освітні відео, геймінгові стріми, анімації, рецензії та багато іншого. До того ж, YouTube став не лише платформою для розваг, але й потужним інструментом для створення контенту, освіти та монетизації. Багато відеоблогерів та творців контенту змогли побудувати успішні кар'єри, привертаючи аудиторію та співпрацюючи з рекламодавцями.

Звісно, важливим фактором для цього є можливість аналізувати відео та думки глядачів про них. Для цього платформа має власні інструменти, які разом називається студією. Однак користуватись студією може лише власник каналу, тобто побачити аналітику чужих каналів не вийде.

**Основна частина.** Отже, метою роботи є розробка відкритої платформи, де будь-хто зможе побачити аналіз будь-яких окремих відео або каналів в цілому. Для аналізу будуть використані відкриті дані, отримані за допомогою інтерфейсу YouTube Data API [1], а також кожне відео буде оцінюватись за допомогою нейронних мереж. Нейронні мережі є універсальними апроксиматорами і можуть бути використані в таких об'єктах як робототехніка, керування безпілотними літальними апаратами, керуванні транспортними засобами, розпізнаванні образів, аналізі та прийнятті рішень в системах Інтернету Речей, керуванні космічними кораблями, військовою технікою, обробкою, аналізом та генеруванням текстів та природньої мови, багатьма іншими різними сферами застосування в сучасних технологіях [2-6]. Графічний додаток міститиме різні налаштування вигляду. Також в ньому можна буде авторизуватися для отримання більшої кількості даних про свої відео. Інформація може бути відображена як у текстовому форматі, так і в графічному. Статистика, що збиратиметься, включатиме кількість людей, яким подобається відео, найпопулярніші коментарі та оцінку на основі коментарів, отриману за допомогою нейронних мереж, кількість переглядів, відношення

коментарів та лайків до переглядів, та іншу інформацію.

Оцінка тональності коментарів [7-8] є ключовим елементом, адже дозволяє бачити настрої всіх глядачів. З 2021 року YouTube почав приховувати кількість дизлайків на відео для всіх користувачів, окрім автора [9], тому неможливо одразу визначити, чи є відео поганим, поглянувши на співвідношення лайків та дизлайків. Навіть якщо відео є відверто поганим, про це можна дізнатись лише переглянувши його. Таким чином проаналізувавши коментарі, а саме їх тональність, можна виправити цей недолік, надавши об'єктивну оцінку відео, адже негативні коментарі не є прихованими.

У машинному навчанні проблему аналізу тональності тексту вирішує модель, яка може аналізувати та оцінювати дані для класифікації емоцій, а не певний набір програмованих правил [10-12]. Тому для цієї задачі буде розроблена нейронна мережа.

Нейромережа матиме архітектуру recurrent neural network (RNN), яка підходить для роботи з природною мовою [13]. Будуть розглянуті різні модифікації такої архітектури і, можливо, обрано одну з них. Разом з цим необхідно буде підібрати оптимальні параметри для отримання гарних результатів.

Навчатиметься нейромережа на наборі даних (датасеті), який міститиме велику

кількість коментарів та їх тональність (позитивна, негативна, нейтральна). Датасет може бути знайдений на спеціалізованому сервісі, такому як Kaggle. Коментарі будуть англійською мовою, але при використанні мережі можна перекладати коментарі з інших мов. Також весь текст має бути попередньо

оброблений (видалення стоп-слів, токенизація тощо).

Сервіс, що розроблюється, може стати в пригоді як простим користувачам, так і, наприклад, рекламодавцям, які хочуть мати повне уявлення про канали, з якими вони співпрацюють чи збираються співпрацювати.

**Висновки.** Розроблена інформаційна система сприятиме покращенню взаємодії між контент-творцями та аудиторією. Графічний додаток міститиме налаштування відображення даних для покращення досвіду користування. Дані братимуться з відкритих джерел, а також визначатиметься об'єктивна оцінка з використання нейронної мережі. Модель оцінюватиме тональність коментарів, яка може бути позитивною, нейтральною чи негативною, і надаватиме результат їх співвідношення, що замінить відношення лайків до дизлайків. Для цього буде побудовано архітектуру моделі, визначено оптимальні параметри для неї, а також підготовано датасет для її навчання. Це допоможе мати повну інформацію про відео всім користувачам, в тому числі зацікавленим у співпраці з автором відео. Разом з цим можна буде отримати інформацію і по каналу в цілому.

#### Список інформаційних джерел

1. YouTube Data API URL: <https://developers.google.com/youtube/v3> (дата звернення 15.12.2023)
2. Shymkovych V., Telenyk S., Kravets P. Hardware implementation of radial-basis neural networks with Gaussian activation functions on FPGA. // *Neural Computing and Applications*. – 2021. – 33(15):9467-9479. <https://doi.org/10.1007/s00521-021-05706-3>
3. Bezliudnyi Y., Shymkovysh V., Doroshenko A. Convolutional neural network model and software for classification of typical pests. // *Prombles in programming*. – 2021. – 4: 95-102. <https://doi.org/10.15407/pp2021.04.095>
4. S.O. Bezpalko, V.M. Shymkovysh, P.I. Kravets, A.O. Novatskyi, L.L. Shymkovysh, A.Yu. Doroshenko. Software system for laser targeting dropped ammunition. *Problems in programming* 2023; 2: 10-23. <https://doi.org/10.15407/pp2023.02.010>
5. Y.S. Hryhorenko, V.M. Shymkovysh, P.I. Kravets, A.O. Novatskyi, L.L. Shymkovysh, A.Yu. Doroshenko. A convolutional neural network model and software for the classification of the presence of a medical mask on the human face. *Problems in programming* 2023; 2: 59-66. <https://doi.org/10.15407/pp2023.02.059>
6. Bezliudnyi Y., Shymkovych V., Kravets P., Novatsky A., Shymkovych L. Pro-russian propaganda recognition and analytics system based on text classification model and statistical data processing methods. *Адаптивні системи автоматичного управління: міжвідомчий науково-технічний збірник*, 2023, № 1 (42), с. 15-31. <https://doi.org/10.20535/1560-8956.42.2023.278923>
7. Birjali M., Kasri M., Beni-Hssane A. A comprehensive survey on sentiment analysis: Approaches, challenges and trends // *Knowledge-Based Systems*. Vol. 226, 2021, pp. 107134. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2021.107134>

8. Margarita Rodríguez-Ibáñez, Antonio Casánez-Ventura, Félix Castejón-Mateos, Pedro-Manuel Cuenca-Jiménez. A review on sentiment analysis from social media platforms. *Expert Systems with Applications*. Vol. 223, 2023, pp. 119862. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.119862>
9. Стаття «An update to dislikes on YouTube» на офіційному блозі YouTubeURL: <https://blog.youtube/news-and-events/update-to-youtube/>
10. Yadav A., Vishwakarma D. K. Sentiment analysis using deep learning architectures: a review. *Artificial Intelligence Review*. Vol. 53(6), 2020, pp. 4335-4385. <https://doi.org/10.1007/s10462-019-09794-5>
11. Soleymani M. et al. A survey of multimodal sentiment analysis. *Image and Vision Computing*. Vol. 65, 2017, pp. 3-14. <https://doi.org/10.1016/j.imavis.2017.08.003>
12. A. Hassan and A. Mahmood. Convolutional Recurrent Deep Learning Model for Sentence Classification. *IEEE Access*. Vol. 6, 2018, pp. 13949-13957. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2814818>
13. U.B. Mahadevaswamy, P. Swathi. Sentiment Analysis using Bidirectional LSTM Network. *Procedia Computer Science*. Vol. 218, 2023, pp. 45-56. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.400>

*Коваленко Владислав Вадимович, аспірант*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Вітковський Данило Олександрович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Теленик Сергій Федорович, доктор технічних наук,*

*професор, професор кафедри інформаційних систем та технологій*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **КОНТЕЙНЕРНА ТЕХНОЛОГІЯ (ОРКЕСТРАТОР) УПРАВЛІННЯ ВИДІЛЕНИМИ ХМАРНИМИ РЕСУРСАМИ**

**Анотація.** З урахуванням того, що на хмарні ресурси припадає дедалі більша частка обчислювальних ресурсів у світі, постає задача про їхнє ефективне використання. Прикладом ефективного використання ресурсів є використання, за якого максимуму досягає використання обчислювальних ресурсів, що дозволяє мінімізувати кількість фізичних машин, що використовуються, одночасно з тим досягаючи максимальної середньої завантаженості цих фізичних машин. У тезах розглядаються стратегії, що можуть використовуватися для досягнення мети максимізації завантаження наявних обчислювальних ресурсів (фізичних машин) та можливість їхньої реалізації у системі Kubernetes.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** оркестрація, фізичні машини, Kubernetes, хмарні обчислення, складання розкладів.

**Abstract.** Given the fact that cloud resources account for an increasing fraction of computational resources in the world, the problem of their efficient usage arises. An example of efficient usage of resources is such usage that allows minimization of quantity of physical machines in use, at the same time achieving maximum average workload of these physical machines. In the theses, the strategies that can be used for achieving the objective of maximizing the workload of existing computational resources and the possibility of their implementation in Kubernetes system.

**KEY WORDS:** orchestration, physical machines, Kubernetes, cloud computing, scheduling.

**Вступ.** Предмет дослідження – стратегія максимізації завантаження наявних обчислювальних ресурсів. Мета дослідження – створення метода розподілення обчислювальних ресурсів для хмарних технологій із застосуванням технологій контейнеризації та оркестрації. Для налаштування ефективної роботи оркестратора, потрібно розробити модель оптимізації, яка б максимізувала використання ресурсів фізичних машин контейнерами, при мінімізації кількості цих машин. Для цього потрібно враховувати кількість доступних ресурсів та кількість ресурсів, що потрібні для задоволення потреб клієнтів, разом з кількістю ресурсів, що дозволені для одного контейнеру даного виду. Наукова новизна полягає у пропонуванні простих у реалізації методів та стратегій складання розкладу, що водночас можуть стати ефективними для практичного використання.

**Основна частина.** Галузь хмарних відповідним технологіям для власної обчислень є такою, що зростає, оскільки все ІТ-інфраструктури [1]. Постає питання для більша кількість підприємств надає перевагу провайдера хмарних обчислювальних

ресурсів: як розподілити завантаженість обладнання між завданнями різних замовників, щоб використовувати наявні ресурси найбільш ефективним чином? Для подібних задач для технологій хостингу (таких, що полягають у завантаженні віртуальних машин, що призначаються на фізичні машини) вже були запропоновані підходи у статтях [2-13]. Технології контейнеризації є, у певному сенсі, вдосконаленням технологій віртуалізованого розгортання; якщо у технологіях віртуалізованого розгортання запускалися віртуальні машини, кожна зі своєю операційною системою, після чого віртуальні машини призначалися на фізичні машини, то контейнеризація дозволяє запускати програмне забезпечення у контейнерах, що вимагають менше ресурсів через те, що мають спільну операційну систему [14].

Для оркестрації використовується система Kubernetes, що групує контейнери у «зграї» (pods), що є абстрактною сутністю, натомість «зграї» запускаються на вузлах (nodes), що є аналогом фізичних машин [15]. До системи Kubernetes вбудований компонент kube-scheduler, що має на меті визначати, які новостворені «зграї» мають призначатися на які вузли; причому саме «зграї» можуть створюватися на основі об'єктів типу Job за допомогою вбудованого компонента kube-controller-manager [16-17]. Відомо, що kube-scheduler базується саме на алгоритмах розв'язання задачі про розміщення в ємності [18]. У поставленій задачі необхідно знайти ефективну стратегію призначень контейнерів на вузли. Призначення відбувається із урахуванням вимог до ресурсів та affinity-специфікацій [16, 19]. Складання розкладу може базуватися на пріоритетах; для цього може використовуватися вбудований до Kubernetes об'єктний тип PriorityClass, і динамічне керування пріоритетами може сприяти ефективному використанню ресурсів [20].

У статті [21] оглянуті алгоритми складання розкладів для системи Kubernetes; автори розділяють їх на чотири підкатегорії – звичайні, багатокритеріальні, із застосуванням штучного інтелекту, та з можливістю масштабування. Задача складання розкладу, що розглядається у цих тезах, може розглядатися як звичайна або як багатокритеріальна, оскільки критеріїв формально двоє – мінімізація кількості фізичних машин та максимізація їхнього середнього завантаження, водночас очевидно, що ці два критерії негативно корелюють між собою, і зменшення кількості фізичних машин призведе до збільшення їхнього середнього навантаження.

У статті [22] розглядається програмне забезпечення Scaler, що розробляється як заміна вбудованому до Kubernetes компоненту kube-scheduler, та що полягає у щільному заповненні не повністю зарезервованих, але і не вільних обчислювальних ресурсів.

Пропонуються наступні методи, що також ставлять на меті щільне заповнення якомога меншої кількості обчислювальних ресурсів.

*Метод 1: із застосуванням імітаційного моделювання перед прийняттям рішень.*

Крок 1. За допомогою методів імітаційного моделювання на основі статистичних даних визначити найменшу можливу кількість вузлів, необхідних для прогнозованого обсягу задач.

Крок 2. Прийняти кількість вузлів за кількість, знайдену на кроці 1.

Крок 3. Для складання розкладу використовувати компонент kube-scheduler без додаткових налаштувань.

*Метод 2: із застосуванням обчислення пріоритетів.*

Крок 1. Під час створення об'єктів класу Job, обчислювати значення пріоритетів робіт

відповідно до їхньої критичності для бізнесу та терміновості.

Крок 2. Для складання розкладу використовувати компонент kube-scheduler із застосуванням PriorityClass API.

Оскільки динамічно оновлювати пріоритети для «зграй» неможливо, то за умови термінової необхідності зміни пріоритету певної роботи можна зупинити необхідну зграю і перестворити необхідний об'єкт класу Job з уже зміненим значенням пріоритету.

*Метод 3: жадібний алгоритм поступового заповнення обчислювальних ресурсів*

Крок 1. Під час створення об'єктів класу Job, обчислювати значення пріоритетів робіт відповідно до їхньої критичності для бізнесу та терміновості, і вставляти їх до черги з пріоритетами.

Крок 2. Прийняти кількість вузлів за 1.

Крок 3. Цикл, що обходить чергу з пріоритетами, що складається з робіт:

Крок 3.1. Витягти перший елемент із черги з пріоритетами.

Крок 3.2. Визначити множину вузлів, які задовольняють обмеження, що робота вимагає щодо обсягу ресурсів.

Крок 3.3. Якщо така множина вузлів пуста, то збільшити кількість вузлів на 1, а до множини вузлів додати новостворений вузол.

Крок 3.4. Призначити роботу на вузол, який має найбільший об'єм пам'яті із тих, що входять до такої множини вузлів.

Такий жадібний алгоритм подібний до того, що реалізований у компоненті kube-scheduler за замовчуванням, але має суттєву відмінність – кількість вузлів збільшується динамічно у процесі

призначень робіт на вузли замість того, щоб бути заданою заздалегідь.

*Метод 4: ймовірнісний алгоритм поступового заповнення обчислювальних ресурсів*

Крок 1. Під час створення об'єктів класу Job, обчислювати значення пріоритетів робіт відповідно до їхньої критичності для бізнесу та терміновості, і вставляти їх до черги з пріоритетами.

Крок 2. Прийняти кількість вузлів за 1.

Крок 3. Цикл, що обходить чергу з пріоритетами, що складається з робіт:

Крок 3.1. Витягти перший елемент із черги з пріоритетами.

Крок 3.2. Визначити множину вузлів, які задовольняють обмеження, що робота вимагає щодо обсягу ресурсів.

Крок 3.3. Якщо така множина вузлів пуста, то збільшити кількість вузлів на 1, а до множини вузлів додати новостворений вузол.

Крок 3.4. Прийняти ймовірності призначення роботи на кожен вузол пропорційними до залишків ресурсів (оперативної пам'яті) на відповідних вузлах.

Крок 3.5. Згенерувати випадкове число в інтервалі від 0 до 1.

Крок 3.6. Призначити роботу на вузол у відповідності до числа, згенерованого на кроці 3.5.

Метод 4 подібний до методу 3, але замість детермінованого призначення роботи на вузол, пропонує визначити вузол, на якому виконується робота, випадковим чином.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на експериментальні дослідження розробленої стратегії та оцінку її ефективності у порівнянні з вже запропонованими методами.

**Висновки.** Розглянута задача диспетчеризації у хмарних середовищах, що полягає у динамічному визначенні фізичних машин, на яких запускатиметься та чи інша віртуальна машина, таким чином, щоб мінімізувалася кількість використовуваних фізичних машин, і максимізувалася середня завантаженість використовуваних фізичних машин. Запропоновані

стратегії мали на меті врахувати обмеження, що встановлюються з урахуванням того, що середовище запуску є хмарним. Необхідне проведення подальших досліджень, що визначають рівень ефективності запропонованих стратегій.

### Список інформаційних джерел

1. Adoption of cloud computing as innovation in the organization / [L. Golightly, V. Chang, Q. A. Xu та ін.]. // *International Journal of Engineering Business Management*. – 2022. doi:10.1177/18479790221093992.
2. Теленик С.Ф. Моделі і методи розподілу ресурсів в системах з серверною віртуалізацією / С.Ф. Теленик, О.І. Ролік, М.М. Букасов, О.А. Косован, О.І. Кобец // *Зб. наук. праць ВІТІ НТУУ «КПІ»*. – Випуск №3. – К.: ВІТІ НТУУ «КПІ», 2009. – С. 100–109
3. Теленик С.Ф. Моделі управління розподілом обмежених ресурсів в інформаційно-телекомунікаційній мережі АСУ/ С.Ф. Теленик, О.І. Ролік, М.М. Букасов // *Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка*. – К.: Єкотех, 2006. – №44. – С. 234–239.
4. Теленик С.Ф. Управління навантаженням і ресурсами центрів оброблення даних при віртуальному хостингу / С. Теленик, О. Ролік, М. Букасов, С. Андросов, Р. Римар // *Вісн. Тернопільського держ. техн. ун-ту*. – 2009. – Т. 14, №4. – С. 198–210.
5. Теленик С.Ф. Управління навантаженням і ресурсами центрів оброблення даних при виділених серверах / С.Ф. Теленик, О.І. Ролік, М.М. Букасов, Р.В. Римар, К.О. Ролік // *Автоматика. Автоматизація. Електротехнічні комплекси та системи*. – 2009. – №2(24). – С. 122–136.
6. Теленик С.Ф. Управління ресурсами центрів оброблення даних / С. Теленик, О. Ролік, М. Букасов, К. Крижова // *Вісник Львів. ун-ту. Серія прик. матем. інформ.* – 2009. – Вип. 15. – С. 325–340
7. Dynamic Virtual Machine Allocation Based on Adaptive Genetic Algorithm / O. Rolik, S. Telenyk, E. Zharikov, V. Samoty // *Proc. CLOUD COMPUTING 2017: The Eighth International Conference on Cloud Computing, GRIDs, and Virtualization, February 19-23, 2017, Athens, Greece, IARIA*. – 2017. – P. 108–114.
8. Telenyk S. An approach to virtual machine placement in cloud data centers / S. Telenyk, E. Zharikov, O. Rolik // *Proc. of International Conference Radio Electronics & Info Communications (UkrMiCo)*. – Kiev, Ukraine. – 2016. – P. 1–6.
9. Telenyk S. Architecture and Conceptual Bases of Cloud IT Infrastructure Management / S. Telenyk, E. Zharikov, O. Rolik // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. – Springer, 2017. – P. 41–62.
10. Telenyk S. Consolidation of Virtual Machines Using Simulated Annealing Algorithm / S. Telenyk, E. Zharikov, O. Rolik // *Proc. of the XII Int. Scientific and Technical Conf. «Computer Science and Information Technologies» (CSIT 2017) 5–8 September, Lviv, Ukraine*. – 2017. – P. 117–121.
11. Telenyk S. Consolidation of Virtual Machines Using Stochastic Local Search / S. Telenyk, E. Zharikov, O. Rolik // *Advances in Intelligent Systems and Computing II, Selected Papers from the Int. Conf. on Computer Science and Information Technologies, CSIT 2017, September 5-8 Lviv, Ukraine, Springer*. – 2017. – P. 523–537.
12. Telenyk S. Models and methods of resource management for VPS hosting / S. Telenyk, O. Rolik, M. Bukasov, D. Halushko // *Technical transaction. Automatic control*. – Politechnica Krakowska, 2013. – Vol. 4-AC. – P. 41–52.



13. Telenyk S. Resource allocation and load management considering the assessed quality of the provided service and the use of agent technologies / S.F. Telenyk, A.I. Rolik, A.A. Pokotylo // 23rd International Crimean Conference «Microwave & Telecommunication Technology» (CriMiCo'2013). 9–13 September, Sevastopol, Crimea, Ukraine. – 2013. – P. 535–536.
14. Overview [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://kubernetes.io/docs/concepts/overview/>.
15. Viewing Pods and Nodes [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://kubernetes.io/docs/tutorials/kubernetes-basics/explore/explore-intro/>.
16. Kubernetes Components [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://kubernetes.io/docs/concepts/overview/components/>.
17. Controllers [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://kubernetes.io/docs/concepts/architecture/controller/>.
18. Lahu S.P. Dynamic Resources allocation using Priority Aware scheduling in Kubernetes / S. P. Lahu // School of Computing, National College of Ireland. – 2019. [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://norma.ncirl.ie/4137/1/prasadlahushelar.pdf>.
19. Kubernetes Scheduler [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://kubernetes.io/docs/concepts/scheduling-eviction/kube-scheduler/>.
20. Protect Your Mission-Critical Pods From Eviction With PriorityClass [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://kubernetes.io/blog/2023/01/12/protect-mission-critical-pods-priorityclass/>
21. A survey of Kubernetes scheduling algorithms / K. Senjab, S. Abbas, N. Ahmed, A. Khan // Journal of Cloud Computing: Advances, Systems and Applications. – 2023. – Т. 12, №87. doi: 10.1186/s13677-023-00471-1.
22. Chung A. Stratus: cost-aware container scheduling in the public cloud / A. Chung, J. W. Park, G. R. Ganger // ACM Symposium on Cloud Computing, 2018 (SoCC'18). – Carlsbad, CA, 2018. doi:10.1145/3267809.3267819.

*Коваленко Марія Олександрівна, здобувачка вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Наукова керівниця: Зубик Людмила Володимирівна, кандидатка педагогічних наук,*

*доцентка кафедри програмних систем і технологій факультету інформаційних технологій*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **РОЗРОБКА ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ АНАЛІЗУ ПЕРСПЕКТИВ СТАРТАПУ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ**

**Анотація.** Ця робота спрямована на розробку застосунку для аналізу перспектив стартапу з використанням технологій штучного інтелекту. Застосунок буде оцінювати майбутній прибуток стартапу на основі історичних даних про подібні стартапи за невеликий проміжок часу. Також програма матиме можливість оцінювати потенційну цільову аудиторію та пропонувати певні покращення на основі опису стартапу.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** штучний інтелект, стартап, машинне навчання, дані.

**Abstract.** This work is aimed at developing an application for analyzing the prospects of a startup using artificial intelligence technologies. The application will estimate the future profit of a startup based on the similar startup's historical data for a short period of time. The program will also be able to evaluate the potential target audience and suggest certain improvements based on the startup's description.

**KEY WORDS:** artificial intelligence, startup, machine learning, data.

**Вступ.** Створення застосунків, що використовують штучний інтелект (ШІ) для аналізу перспектив стартапів, є актуальним у сучасному світі. Робота потенційно зацікавить як інвесторів, які хотіли б оцінювати потенційний прибуток із вкладених коштів, так і засновників стартапів, які можуть оцінити слабкі та сильні місця свого продукту.

**Основна частина.** Дана робота спрямована на розробку застосунку для аналізу перспектив стартапу з використанням технологій штучного інтелекту. Застосунок буде використовувати історичні дані великої кількості успішних та провальних стартапів для визначення ключових показників і залежностей між ними та прибутком стартапу в майбутньому.

При використанні застосунку, користувачеві буде запропоновано на вибір дві функції. Перша функція – оцінка потенційної цільової аудиторії та пропозиції для покращень. Користувач має надати опис ідеї природною мовою. На основі цього,

натренована LLM [1] має запропонувати певні покращення, план дій та надати поради для подальшої роботи над стартапом.

Друга функція – робота з історичними даними. Користувач має надати історичні дані показників стартапу, таких як прибутки, витрати, кількість співробітників, кількість клієнтів тощо. На основі порівняння цих даних з наявною базою даних стартапів буде побудовано прогноз показників для певного часового проміжку вказаного користувачем [2, 3].

Також користувачеві буде надано інформацію про те, з якою ймовірністю.

стартап матиме успіх. Дані користувачів можуть бути записані у базу даних та використані для наступних прогнозів за наявності згоди користувачів.

**Висновки.** Отже, ця робота може значно покращити розвиток стартапів та полегшити інвестиційний процес. Застосунок надасть інвесторам можливість попередньо оцінити можливу вигоду від вкладення коштів і за рахунок цього зменшити ризики інвестицій. З іншого боку, програма полегшить процес створення стартапу та допоможе його засновникам у покращенні якості майбутнього продукту, що загалом збільшить кількість успішних продуктів. В майбутньому це може позитивно вплинути на економіку країни та на життя певних груп людей.

#### **Список інформаційних джерел**

1. Naveed, H.; Khan, A. U.; Qiu, S.; Saqib, M.; Anwar, S.; Usman, M.; Akhtar, N.; Barnes, N.; Mian, A. A Comprehensive Overview of Large Language Models [Електронний ресурс] / Humza Naveed, Asad Ullah Khan, Shi Qiu, Muhammad Saqib, Saeed Anwar, Muhammad Usman, Naveed Akhtar, Nick Barnes, Ajmal Mian / Режим доступу до ресурсу: <https://arxiv.org/pdf/2307.06435>.
2. Singh A. Multivariate Time Series Analysis With Python for Forecasting and Modeling [Електронний ресурс] / Aishwarya Singh / Режим доступу до ресурсу: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2018/09/multivariate-time-series-guide-forecasting-modeling-python-codes/>
3. Taylor, S. J.; Granger, C. W. J.; Newbold, P. Forecasting Economic Time Series [Електронний ресурс] / ResearchGate – Режим доступу до ресурсу: [https://www.researchgate.net/publication/324321504\\_Forecasting\\_Economic\\_Time\\_Series](https://www.researchgate.net/publication/324321504_Forecasting_Economic_Time_Series)

*Колодько Петро Андрійович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Крамар Юлія Михайлівна, Кандидат комп'ютерних наук,*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОННОЇ ПУБЛІКАЦІЇ НОВИН**

### **ARCHITECTURE OF THE ELECTRONIC NEWS PUBLISHING SYSTEM**

**Анотація.** Дана дослідницька робота ставить перед собою завдання глибокого аналізу та оптимізації архітектури застосунка електронних публікацій новин з орієнтацією на кілька ключових аспектів. Перша теза присвячена аналізу та оптимізації архітектури для ефективного кешування новинного контенту. Дослідження включає в себе вивчення різних стратегій кешування та їхніх впливів на продуктивність системи. Друга теза фокусується на аспектах безпеки та керування доступом до електронних публікацій новин. Дослідження включає в себе аналіз сучасних методів аутентифікації, авторизації та керування доступом з метою розробки більш ефективних та безпечних систем керування доступом. Третя теза присвячена масштабованості та відмовостійкості в застосунках електронних публікацій. Дослідження орієнтоване на розробку архітектур, що забезпечують стабільну роботу системи навіть при великому обсязі трафіку та можливих відмовах в роботі окремих компонентів. Четверта теза охоплює оцінку продуктивності та швидкодії застосунка. Дослідження включає в себе вимірювання та аналіз різних показників продуктивності з метою виявлення можливостей для оптимізації та поліпшення роботи застосунка. П'ята теза розглядає аналіз та оптимізацію архітектури для підвищення швидкодії застосунка загалом. Дослідження орієнтоване на виявлення слабких місць у архітектурі та розробку конкретних заходів для їхнього усунення з метою досягнення максимальної швидкодії та ефективності застосунка.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** архітектура, оптимізація, тестування, кешування, аутентифікація, авторизація, масштабованість.

**Abstract.** This research work aims to analyze and optimize the architecture of an electronic news publishing application in depth, focusing on several key aspects. The first thesis focuses on analyzing and optimizing the architecture for efficient caching of news content. The research includes studying different caching strategies and their impact on system performance. The second thesis focuses on security and access control aspects of electronic news publications. The research includes an analysis of current methods of authentication, authorization, and access control in order to develop more efficient and secure access control systems. The third thesis is devoted to scalability and fault tolerance in electronic publication applications. The research is focused on developing architectures that ensure stable system operation even under high traffic volumes and possible failures of individual components. The fourth thesis covers the evaluation of application performance and speed. The study includes measuring and analyzing various performance indicators to identify opportunities for optimizing and improving the application. The fifth thesis examines the analysis and optimization of the architecture to improve the overall performance of the application. The research is focused on identifying weaknesses in the architecture and

developing specific measures to address them in order to maximize the application's performance and efficiency.

**KEYWORDS:** architecture, optimization, testing, caching, authentication, authorization, scalability.

**Вступ.** В сучасному інформаційному суспільстві електронні публікації новин є важливою складовою нашої повсякденної життєдіяльності. Завдяки швидкому доступу до інформації через Інтернет, люди швидко і зручно отримують актуальні новини з усього світу. Але за тим, як новини потрапляють до нас, стоїть складна інформаційна система, яка забезпечує збір, обробку та поширення інформації. Архітектура системи відіграє важливу роль у забезпеченні ефективності, надійності та масштабованості процесу публікації новин. Вона визначає структуру, компоненти та взаємодію системи, що дозволяє забезпечити швидке розгортання новинних ресурсів, оптимальне керування контентом та зручний доступ користувачів до актуальної інформації.

Ця колекція тез містить дослідження, спрямоване на вдосконалення архітектури застосунка електронної публікації новин. Ці тези становлять важливий крок у напрямку розвитку та оптимізації архітектури застосунка електронної публікації новин. Кожна з них націлено на конкретний аспект, що впливає на ефективність та функціональність системи, що в сукупності сприяють досягненню головної мети – визначення найкращих підходів до побудови системи електронної публікації новин.

#### **Теза 1:**

Назва: "Аналіз та оптимізація архітектури застосунка для ефективного кешування новинного контенту"

Сучасні платформи електронної публікації новин мають великий обсяг інформації, який надається користувачам у режимі реального часу. Для забезпечення ефективності та швидкодії доступу до цього контенту, кешування може виявитися ключовим елементом архітектури застосунка. В рамках дослідження проводився глибокий аналіз існуючих архітектурних рішень для кешування новинного контенту та розробити оптимізовані стратегії. Насамперед, визначення ключових елементів новинного контенту, які найбільш часто запитуються користувачами, що може включати заголовки, основні текстові блоки, зображення тощо. Встановлення стратегій керування часом життя кешованих даних, щоб забезпечити актуальність інформації та ефективно використання ресурсів сервера. Оцінка впливу запропонованих змін на

ресурсозбереження сервера та зменшення часу відповіді системи в умовах великого потоку запитів.

#### **Теза 2:**

Назва: "Безпека та керування доступом до електронних публікацій новин"

У світі електронних публікацій новин, забезпечення безпеки даних та ефективного керування доступом є критичними аспектами. Це дослідження спрямоване на огляда та розробку архітектурних рішень, які забезпечують високий рівень безпеки і дозволяють гнучко керувати доступом до різних типів електронних публікацій новин. Першочерговою ціллю є розробка механізмів аутентифікації користувачів та систем для забезпечення безпеки доступу. Дослідження стратегій авторизації, які дозволяють точно визначити права доступу для кожного користувача. Розробка механізмів логування подій та аналізу діяльності користувачів для виявлення неправомірної поведінки та забезпечення можливостей для подальшого

розслідування. Розробка системи гнучкого керування правами доступу, яка дозволяє адміністраторам легко налаштовувати та змінювати рівні доступу для різних користувачів та груп.

### **Теза 3:**

Назва: "Масштабованість та відмовостійкість у застосунках електронних публікацій"

Сучасні електронні платформи новин часто стикаються з високим обсягом відвідувачів та можливими відмовами серверів. Це дослідження фокусується на аналізі та розробці архітектур, які забезпечують ефективну масштабованість та відмовостійкість для забезпечення стабільної роботи платформ електронної публікації новин навіть при зростанні обсягу трафіку та потенційних проблемах серверів. У цьому контексті важливо визначити оптимальні підходи до масштабування, обираючи між горизонтальним та вертикальним масштабуванням. Досліджуючи використання хмарних технологій, можна спробувати досягти автоматичного масштабування та забезпечити відмовостійкість застосунка.

### **Теза 4:**

Назва: "Оцінка продуктивності та швидкодії застосунка"

У світлі сучасних вимог до ефективності та надійності програмних застосунків, навантажувальне тестування стає ключовим етапом у життєвому циклі розробки. Дана теза спрямована на дослідження та розробку методів навантажувального тестування застосунків з метою забезпечення їхньої стабільності та ефективності під час реальних умов використання. Першочерговим завданням є визначення критичних точок та основних функціональних частин застосунка, які піддаються навантажувальному тестуванню. Ретельний аналіз плануваних навантажень

дозволяє врахувати різноманітні сценарії використання та вимоги реального середовища. Другим етапом є розробка тестових випадків та сценаріїв, які адекватно відображають різні режими роботи застосунка. У цьому контексті, велика увага приділяється вивченню реальних паттернів використання користувачами, щоб тестування було максимально репрезентативним. Третім кроком є виконання самого навантажувального тестування, включаючи імітацію максимального обсягу користувачів та різних умов навантаження. Результати тестування аналізуються для виявлення слабких місць, визначення пікових навантажень, та оптимізації роботи застосунка під високим тиском.

### **Теза 5:**

Назва: "Аналіз та оптимізація архітектури для підвищення швидкодії застосунка"

У рамках дослідження виконується глибокий аналіз та оптимізація архітектури застосунку електронної публікації новин з метою досягнення максимально ефективного та швидкого завантаження контенту для кінцевого користувача. Застосовуючи результати аналізу, пропонується розробка та впровадження конкретних архітектурних рішень, спрямованих на покращення часу завантаження. Це може включати в себе використання кешування, оптимізацію роботи зображень та інших мультимедійних елементів, а також розробку ефективного механізму попереднього завантаження. Окрема увага буде приділена тестуванню та валідації нової архітектури для переконливості її ефективності та стабільності. Навантажувальне тестування відіграє ключову роль у визначенні пропускну здатності системи та її здатності витримувати навантаження в реальних умовах.

**Висновки.** У цих тезах досліджуються ключові аспекти розробки та оптимізації електронних платформ для публікації новин. Вони враховують широкий спектр аспектів розробки та оптимізації електронних платформ новин, спрямованих на забезпечення високої якості обслуговування та задоволення користувачів.

#### **Список інформаційних джерел**

1. *Microservice Architecture: Aligning Principles, Practices, and Culture* / rakli Nadareishvili, Ronnie Mitra, Matt McLarty, Mike Amundsen – 2016.
2. *Web Application Security. Exploitation and Countermeasures for Modern Web Applications* / Hoffman Andrew – 2020.

*Король Степан Петрович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Олійник Володимир Валентинович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних систем та технологій*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД МОДЕЛЕЙ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ**

**Анотація.** Ця робота присвячена огляду нейронних моделей розпізнавання об'єктів. Ця робота надає детальний огляд розвитку моделей YOLO, починаючи від YOLOv1 і закінчуючи YOLOv8, та їх вплив на галузь комп'ютерного зору. Описуються ключові аспекти та інновації кожної версії, включаючи зміни в архітектурі, підходах до навчання та способах виявлення об'єктів. Також розглянуто інші важливі моделі, такі як SSD та RetinaNet, які вносять свій вклад у вирішення конкретних проблем, пов'язаних з виявленням об'єктів. Загальний акцент робиться на постійному вдосконаленні швидкості, точності та адаптивності моделей комп'ютерного зору, а також на їх впливі на практичне застосування у різних областях.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** нейронні мережі, розпізнавання об'єктів, комп'ютерний зір, глибоке навчання, середня точність, обмежувальні рамки, якірні рамки, згорткові шари.

**Abstract.** This work is dedicated to a review of neural models for object recognition. It provides a detailed overview of the development of YOLO models, starting from YOLOv1 and ending with YOLOv8, and their impact on the field of computer vision. Key aspects and innovations of each version are described, including changes in architecture, approaches to training, and methods of object detection. Other important models, such as SSD and RetinaNet, are also considered, contributing to solving specific problems related to object detection. The overall emphasis is on the continuous improvement of the speed, accuracy, and adaptability of computer vision models, as well as their impact on practical applications in various fields.

**KEY WORDS:** neural networks, object recognition, computer vision, deep learning, average precision, bounding boxes, anchor boxes, convolutional layers.

**Вступ.** У сфері комп'ютерного зору, яка стрімко розвивається, велике значення має здатність алгоритмів точно та ефективно розпізнавати об'єкти на зображеннях. Протягом останніх років було розроблено ряд проривних технологій і моделей, що суттєво покращили можливості у цій галузі [1]. Серед них особливо виділяються моделі з серії YOLO (You Only Look Once), які впровадили новаторські методи для швидкого та ефективного виявлення об'єктів. Цей текст присвячений аналізу розвитку серії YOLO та інших ключових моделей у сфері комп'ютерного зору, їх впливу на прогрес у виявленні об'єктів та потенціалу для подальших інновацій. Вивчення цих моделей дозволяє глибше зрозуміти зміни, що відбуваються у галузі, та усвідомлювати майбутні тренди і можливості.



**Основна частина.** Однією з найбільш поширених моделей комп'ютерного зору стала модель YOLO [2], яка відрізнялася від попередніх підходів тим, що здатна розпізнавати об'єкти, виконуючи тільки один прохід нейронною мережею. Наразі існує декілька версій цієї моделі, кожна з яких орієнтована на різні потреби, в залежності від необхідних розмірів та швидкодії. YOLOv1 об'єднала етапи виявлення об'єктів шляхом визначення всіх обмежувальних рамок одночасно. Щоб досягнути цього, YOLO ділить вхідне зображення на  $S \times S$  сітку і передбачає  $B$  обмежувальних рамок одного класу, разом з їх впевненістю для  $C$  різних класів на кожний елемент сітки. Кожен прогноз обмежувальної рамки складається з п'яти значень:  $P_c$ ,  $b_x$ ,  $b_y$ ,  $b_h$ ,  $b_w$ , де  $P_c$  – це рівень впевненості для рамки, що відображає, наскільки модель впевнена, що рамка містить об'єкт і наскільки точна ця рамка. Координати  $b_x$  і  $b_y$  - це центри рамки відносно елемента сітки, а  $b_h$  і  $b_w$  - висота та ширина рамки відносно повного зображення. Вихідними даними YOLO є тензор розміром  $S \times S \times (B \times 5 + C)$ , за необхідності використовується немаксимальне придушення (NMS), щоб усунути дублювання виявлень. Архітектура даної моделі складається з 24 згорткових шарів, за якими слідує два повністю з'єднані шари, які передбачають координати обмежувальної рамки та ймовірності. На всіх шарах використовувалися випрямлені лінійні активації ReLU [3], за винятком останнього, який використовує лінійну функцію активації. Подібно до GoogLeNet [4] і Network in Network [5], YOLO використовує Згорткові шари  $1 \times 1$ , щоб зменшити кількість карт активацій і зберегти відносно низьку кількість параметрів. YOLOv1 досяг середньої точності (AP) 63.4% на наборі даних PASCAL VOC2007. Однак, хоча YOLO працював швидше за будь-який детектор

об'єктів, помилка локалізації була більшою порівняно з методами передового рівня, такими як Fast R-CNN [6].

Модель YOLOv2 зберігає швидкість першої версії та здатна розпізнати до 9000 категорій. Основні покращення моделі: пакетна нормалізація, яка на всіх згорткових шарах покращила конвергенцію та діє як регулятор для зменшення перенавчання; класифікатор з вищою роздільною здатністю; видалено повнозв'язні шари та використано повністю згорткову архітектуру; застосовано якірні рамки для передбачення обмежувальних рамок; підтримка прямого передбачення розташування відносно елемента сітки; мультимасштабне навчання, оскільки YOLOv2 не використовує повністю зв'язані шари, розміри входів можуть бути різними. Основна архітектура, яку використовує YOLOv2, називається Darknet-19 і містить 19 згорткових шарів і п'ять шарів максимального об'єднання (max pooling). Подібно до YOLOv1, використовується Network in Network із застосуванням згортки  $1 \times 1$  між  $3 \times 3$ , щоб зменшити кількість параметрів. В «голові» мережі, де виконується класифікація об'єктів, останні чотири згорткові шари замінюються на один згортковий шар із 1000 фільтрами, за яким іде global average pooling та Softmax. З усіма цими вдосконаленнями YOLOv2 досягає середньої точності (AP) 78,6% на наборі даних PASCAL VOC2007.

YOLOv3 включає значні зміни та більшу архітектуру, її покращення у порівнянні з YOLOv2 наступні: прогнозує оцінку об'єктності для кожної обмежувальної рамки за допомогою логістичної регресії; замість використання softmax для класифікації використовується двійкова крос-ентропія для навчання незалежних логістичних класифікаторів, це дозволяє назначити декілька міток на одну рамку, що корисно у роботі зі складними наборами даних; передбачення в різних

розмірах сітки, допомогло отримати більш дрібні деталізовані рамки та значно покращило передбачення малих об'єктів, що було одним із головних недоліків попередніх версій YOLO. Основою архітектури, в YOLOv3, стала Darknet-53. Усі шари максимального об'єднання було замінено на ступінчасті згортки, а також додано залишкові з'єднання. Загалом нова архітектура містить 53 згорткових шари. Коли було випущено YOLOv3, тестовий набір даних для виявлення об'єктів змінився з PASCAL VOC на Microsoft COCO, модель досягла середньої точності у 36,2%.

В YOLOv4 бачимо намагання знайти оптимальний баланс, експериментуючи з багатьма змінами, зокрема методами, які змінюють лише стратегію навчання та збільшують вартість навчання, але не збільшують час виведення. Найпоширенішим з них є збільшення обсягів даних, а також методи, які трохи збільшують вартість виведення, але значно покращують точність. Змінами у порівнянні з попередньою моделлю стали: реалізація мозаїчного доповнення, яке об'єднує чотири зображення в одне, дозволяючи виявляти об'єкти за межами звичайного контексту, а також зменшення потреби у міні-батчах великого розміру для нормалізації груп; модифікація архітектури Darknet-53 з перехресними частковими з'єднаннями (CSPNet)[7] і Mish функція активації [8] як основа моделі. Середня точність YOLOv4, оцінена на Microsoft COCO, становить 43,5%.

Реалізованій двома місяцями пізніше моделі YOLOv5 притаманні багато вдосконалень попередниці, однак розроблені вони вже за допомогою PyTorch. Окрім того, модель включає в себе алгоритм AutoAnchor створений компанією Ultralytics. Цей інструмент попереднього навчання перевіряє та коригує якірні рамки, якщо вони погано підходять для набору даних та налаштувань навчання, таких як розмір

зображення. Основою архітектури є модифікований CSPDarknet53, який починається зі Stem, згорнутого шару з великим розміром вікна для зменшення пам'яті та витрат на обчислення, і переходить у згорткові шари, які виділяють релевантні характеристики з вхідного зображення. Середня точність моделі на MS COCO становить 50,7% із розміром зображення 640 пікселів. Використовуючи більший вхідний розмір 1536 пікселів і збільшення часу тестування (TTA), YOLOv5 досягає середньої точності у 55,8%.

Архітектура моделі YOLOv6 складається з ефективного основного блоку з RepVGG або CSPStackRep блоками, «шиї» з топологією PAN та ефективною розділеною «голови» з гібридною стратегією каналів. Також було внесено ряд змін разом із використанням стратегії самодистиляції для завдань регресії та класифікації, а також застосування схеми квантування RepOptimizer[9] для виявлення з використанням і поканальної дистиляції [10], що допомогло отримати швидший детектор. Оцінена на тестовому наборі даних MS COCO, модель YOLOv6 досягнула середньої точності у 57,2%.

Наступна модель YOLOv7 отримала небагато змін, основний акцент при її розробці був на зменшенні кількості параметрів без втрати точності. Дана версія є чудовим прикладом успішного використання ELAN [11] — стратегії, яка дозволяє моделі глибокого навчання тренуватися та сходиться більш ефективно, контролюючи шлях градієнта. Також було запропоновано нову стратегію для масштабування моделі на основі конкатенації, в яких глибина та ширина блоку масштабуються з однаковим коефіцієнтом для підтримки оптимальної структури моделі. Оцінка середньої точності моделі на наборі даних MS COCO становить 55.9%.

Модель YOLOv8 надає п'ять масштабованих версій: YOLOv8n (нано), YOLOv8s (мала), YOLOv8m (середня), YOLOv8l (велика) і YOLOv8x (дуже велика). YOLOv8 підтримує декілька завдань комп'ютерного зору, таких як виявлення об'єктів, сегментація, оцінка пози, відстеження і класифікація. YOLOv8 використовує модель без якірних рамок з розділеною головою для незалежної обробки завдань класифікації та регресії для знаходження положення рамки. Цей дизайн дозволяє кожній гілці зосередитися на своєму завданні та покращує загальну точність моделі. У вихідному шарі YOLOv8 використовується сигмоїдальна функція, як функція активації для оцінки ймовірності того, що обмежувальна рамка містить об'єкт. YOLOv8 можна запускати з інтерфейсу командного рядка (CLI) або встановити як пакет PIP. Крім того, модель одразу доступна з кількома інтеграціями для маркування, навчання та розгортання. Оцінена на наборі MS COCO, YOLOv8x досягла середньої точності у 53,9% із розміром зображення 640 пікселів зі швидкістю 280 FPS.

Окрім групи YOLO активного використовуються і інші моделі комп'ютерного зору. Серед них, модель SSD, основною ідеєю якої є усунення процесу створення обмежувальних рамок. Замість того, метод спочатку обробляє шість карт ознак, де кожна з якірних рамок на кожній карті ознак генерує різну довжину якірних рамок на оригінальному вході. Таким чином, він може працювати з картами активацій із різною роздільною здатністю для обробки різних розмірів об'єктів. Коли розмір вхідних даних  $300 \times 300$ , швидкість

виявлення становить до 59 кадрів в секунду. Зміна розміру вхідних даних на  $512 \times 512$  дає 76,9% мінімальної середньої точності на наборі даних VOC 2007, що перевершує популярний алгоритм виявлення Faster R-CNN.

Ще одна модель, одноетапного підходу RetinaNet [12], частково вирішує проблему низької точності через дисбаланс класів, використовує ResNet та Feature Pyramid Network (FPN) як основу. У ній застосовується однорівневе виявлення цілей із фокальною втратою, що дозволяє зосередити навчання на важких прикладах та зменшити вагу численних легких негативів. Ця архітектура досягає 39,1% середньої точності моделі, що вище за 36,2% якого досягла Faster R-CNN на складних наборах даних Microsoft COCO.

Модель Faster R-CNN інтегрує RPN разом з детектором Fast R-CNN. RPN - це повністю згортована мережа для вибору регіонів-кандидатів, в основі якої лежить алгоритм вибіркового пошуку. Вона одночасно передбачає межі об'єктів та оцінює їх вірогідність у кожному положенні, після чого Fast R-CNN використовує ці пропозиції для виявлення та класифікації об'єктів. Навчання моделі проходить в багатоетапному процесі. Спочатку навчається RPN, а потім детектор Fast R-CNN за пропозиціями, створеними RPN. Може використовуватися по чергове навчання, де навчання RPN та Fast R-CNN чергуються для покращення продуктивності. Така комбінація дозволяє обробляти зображення майже в реальному часі і досягає високої точності, що робить модель підходящою для різноманітних застосувань, включаючи автономне водіння та відеоспостереження.

**Висновки.** Моделі YOLO продемонстрували суттєвий прогрес у галузі комп'ютерного зору, від YOLOv1 до YOLOv8, покращуючи точність та швидкість виявлення об'єктів. Ці моделі еволюціонували від одночасного визначення обмежувальних рамок до складних архітектур з

різними функціями активації, покращеною кластеризацією, підтримкою мультимасштабного навчання та стратегіями самодистиляції. Інші архітектури, такі як SSD та RetinaNet, також внесли значний внесок у розвиток галузі, пропонуючи рішення для проблем, пов'язаних з дисбалансом класів та виявленням великої кількості класів об'єктів. Загалом, ці інновації відображають зростаючу здатність алгоритмів комп'ютерного зору ефективно та точно виявляти та класифікувати об'єкти в різноманітних умовах, в тому числі в режимі реального часу з використанням додаткових трекерів [13] або навіть без них. Це відкриває нові горизонти для застосувань у таких сферах, як автономне водіння, відеоспостереження та автоматизована обробка зображень та доповнена реальність [14].

### Список інформаційних джерел

1. Oliinyk V. An efficient face mask detection model for real-time applications / Oliinyk V., Ryzhiy A. // Adaptive systems of automatic control - 2022. Vol. 1, №40. – P. 54-64.
2. You only look once: Unified, real-time object detection / J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, and A. Farhadi // in Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition - 2016 - P. 779–788.
3. The pascal visual object classes (voc) challenge / M. Everingham, L. Van Gool, C. K. Williams, J. Winn, and A. Zisserman // International journal of computer vision, vol. 88, no. 2 -2010 - P. 303-338.
4. Going deeper with convolutions / C. Szegedy, W. Liu, Y. Jia, P. Sermanet, S. Reed, D. Anguelov, D. Erhan, V. Vanhoucke, and A. Rabinovich // IEEE conference on computer vision and pattern recognition – 2015 - P. 1–9.
5. Network in network / M. Lin, Q. Chen, and S. Yan // arXiv preprint arXiv:1312.4400 – 2013
6. Fast r-cnn / R. Girshick // IEEE international conference on computer vision – 2015 - P. 1440–1448.
7. Cspnet: A new backbone that can enhance learning capability of cnn / C.-Y. Wang, H.-Y. M. Liao, Y.-H. Wu, P.-Y. Chen, J.-W. Hsieh, and I.-H. Yeh, // IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition workshops – 2020 – P. 390–391.
8. Mish: A self regularized non-monotonic neural activation function / D. Misra // arXiv preprint arXiv:1908.08681 - 2019 vol. 4, no. 2 - P. 10–48550.
9. Re-parameterizing your optimizers rather than architectures / X. Ding, H. Chen, X. Zhang, K. Huang, J. Han, and G. Ding // arXiv preprint arXiv:2205.15242 - 2022.
10. Channel-wise knowledge distillation for dense prediction / C. Shu, Y. Liu, J. Gao, Z. Yan, and C. Shen // IEEE/CVF International Conference on Computer Vision – 2021 - P. 5311–5320.
11. Designing network design strategies through gradient path analysis / C.-Y. Wang, H.-Y. M. Liao, and I.-H. Yeh // arXiv preprint arXiv:2211.04800 - 2022.
12. Comparison of retinanet, ssd, and yolo v3 for real-time pill identification / L. Tan, T. Huangfu, L. Wu, and W. Chen // BMC medical informatics and decision making – 2021 vol. 21 - P. 1–11.
13. Пантелеєв А.С. Метод візуального мультитрекінга в реальному часі на основі кореляційних фільтрів/ Пантелеєв А.С., Олейник В.В. // Міжвідомчий науково-технічний збірник "Адаптивні системи Автоматичного Управління", К: Політехніка - 2018. - Т.1, №32 – С. 97-106.
14. Oliinyk V. Method for improving accuracy of mobile AR navigators. ISJ Industry 4.0.–2020. Vol. 5, Is. 1. – P. 21-22.

*Кулик Денис Владиславович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Ліщук Катерина Ігорівна, кандидат технічних наук,*

*доцент кафедри інформатики та програмної інженерії*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **АРХІТЕКТУРНЕ РІШЕННЯ МАРКЕТПЛЕЙСУ 3D ДРУКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Анотація.** У відповідь на розвиток технології 3D друку, було спроектовано та розроблено рішення для надання послуг

у даній сфері, враховуючи його специфіку. На сьогодні, популярність 3D друку зростає, так само як і кількість людей, обізнаних у цій галузі. Основні потреби в друку зараз присутні у таких секторах, як виробництво дронів, специфічних запчастин до зброї, деталей до автомобілів, створення унікальних прототипів, виробництво електроніки та використання у побуті. Розроблена програмна платформа дозволяє кожному зареєстрованому користувачу надавати інформацію про наявні можливості для 3D друку та приймати замовлення від інших користувачів.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** 3D друк, торгова площа, .NET, Azure, Microservice, Angular.

**Abstract.** In response to the development of 3D printing technology, a solution was designed and developed to provide services in this field, taking into account its specifics. Today, the popularity of 3D printing is growing, as is the number of people knowledgeable in this industry. The main printing needs are currently present in sectors such as drone manufacturing, specific weapon parts, car parts, creation of unique prototypes, electronics manufacturing and household use. The developed software platform allows each registered user to provide information about available 3D printing capabilities and accept orders from other users.

**KEYWORDS:** 3D Printing, Marketplace, .NET, Azure, Microservice, Angular.

**Вступ.** Існує багато спеціалізованих маркетплейсів для різноманітних товарів та послуг. Наприклад, при наявності попиту на купівлю автомобілів, створюються окремі платформи для задоволення цієї потреби. AUTO RIA - це один з прикладів таких платформ, який враховує специфічні особливості ринку автомобілів, від необхідних фільтрів пошуку до спеціальних додаткових функцій, таких як інформацію про штрафи, ДТП, пробіги, вказані різними власниками. Аналогічна ситуація із галуззю 3D друку, яка також обладнана власними специфічними особливостями, що вимагають врахування при створенні доступної та популярної платформи.

**Основна частина.** Розробка продуктів через технологію 3D-друку, набула все більшої ваги в промисловості. Ця технологія надає ряд переваг, включаючи швидше створення прототипів, персоналізацію та економічність. Вивчення існуючих наукових

праць висвітлює трансформаційний потенціал 3D-друку в секторі виробництва, оскільки це сприяє створенню складних форм, персоналізованих компонентів та мінімізації відходів матеріалів [1].

Сфера 3D друку характеризується різноманітністю можливостей: від використання різних типів пластику до застосовування екзотичних матеріалів, таких як дерево, алюміній, гума і інші. Значну роль відіграють різні типи заливки фігур, які істотно впливають на вагу, міцність та вартість кінцевого продукту. Варто відзначити різні методи друку, з яких найпоширенішими є екструзійні та фотополімерні, проте існують і менш звичні – струйні, порошкові, ламінувальні.

Існують певні вимоги та обмеження до схем друку, оскільки деякі деталі важко або майже неможливо роздрукувати без подробиць, інші ж вимагають високої точності, здатної забезпечити лише фотополімерні принтери. Прикладом може бути стоматологія, де застосовується високоточний 3D друк для протезування. Звідси впливає необхідність в діалозі між замовником та виконавцем, адже вимоги замовника можуть бути нереалістичними або неправильно сформульованими.

У зв'язку з великою кількістю замовлень і низькою ціною, виробникам необхідно мати ефективну систему фільтрації заявок для відсіювання некоректних замовлень. Крім того, потрібна можливість попереднього перегляду схем замовлень для перевірки їх на можливість виконання.

При розробці програмного рішення для 3D друку особлива увага приділяється таким напрямкам, як графічний дизайн додатку та його архітектура. Оскільки програма спрямована на використання користувачами, важливо, щоб інтерфейс був простим візуально привабливим, для чого використовуються визначені UI/UX практики. При створенні дизайну додатку, було використано декілька принципів і підходів. Серед них - розробка власних стилів, які були винесені в окремі файли, що є спільними для всього проекту. Це

допомогло створити єдиний стильний і сучасний вигляд застосунку.

Повідомлення про виконання операцій здійснюється з використанням бібліотеки Toastr. Ця бібліотека використовується для створення анімованих повідомлень, що забезпечують зворотний зв'язок користувачів та сповіщають про стан різних процесів.

У дизайні також враховане відображення помилок валідації та підказки в різних частинах застосунку. Таке підсвічування поля при помилці або виставлення підказки долучає до використання застосунку і полегшує інтерактивність з ним.

Окремо стоїть підібрана кольорова палітра додатку. Кольори вибрано з дотриманням стандарту контрастності кольорів WCAG AA та WCAG AAA. Це стандарти, розроблені W3C, спеціально призначені для покращення доступності веб-контенту для людей із вадами зору та кольорового сприйняття.

Базою графічного інтерфейсу служить фреймворк Angular з використанням мови програмування TypeScript. Дизайн реалізовано з використанням бібліотеки Bootstrap та Font Awesome.

Бекенд виконано на фреймворку .NET 8 з використанням Entity Framework для роботи з базою даних та Azure.Storage для збереження користувацьких схем.

Велику роль відіграє вибір підходу до архітектури додатку. У цьому випадку був обраний мікросервісний підхід, який дозволить нарощувати функціонал додатку без стрімкого підвищення складності змін. Цей підхід також передбачає можливість окремого масштабування деяких частин додатку, що дозволяє краще пристосуватися до навантаження на систему.

Архітектура мікросервісів (MSA), підкріплена технологією контейнерів, розбиває монолітну програму на кілька відокремлених мікросервісів, які можуть співпрацювати між собою, але при цьому

функціонують незалежно. У комп'ютерній платформі, вільно пов'язані мікросервіси можуть динамічно розгортатися, швидко

запускатися, легко мігрувати між хмарами при необхідності та підлягати обслуговуванню [2].

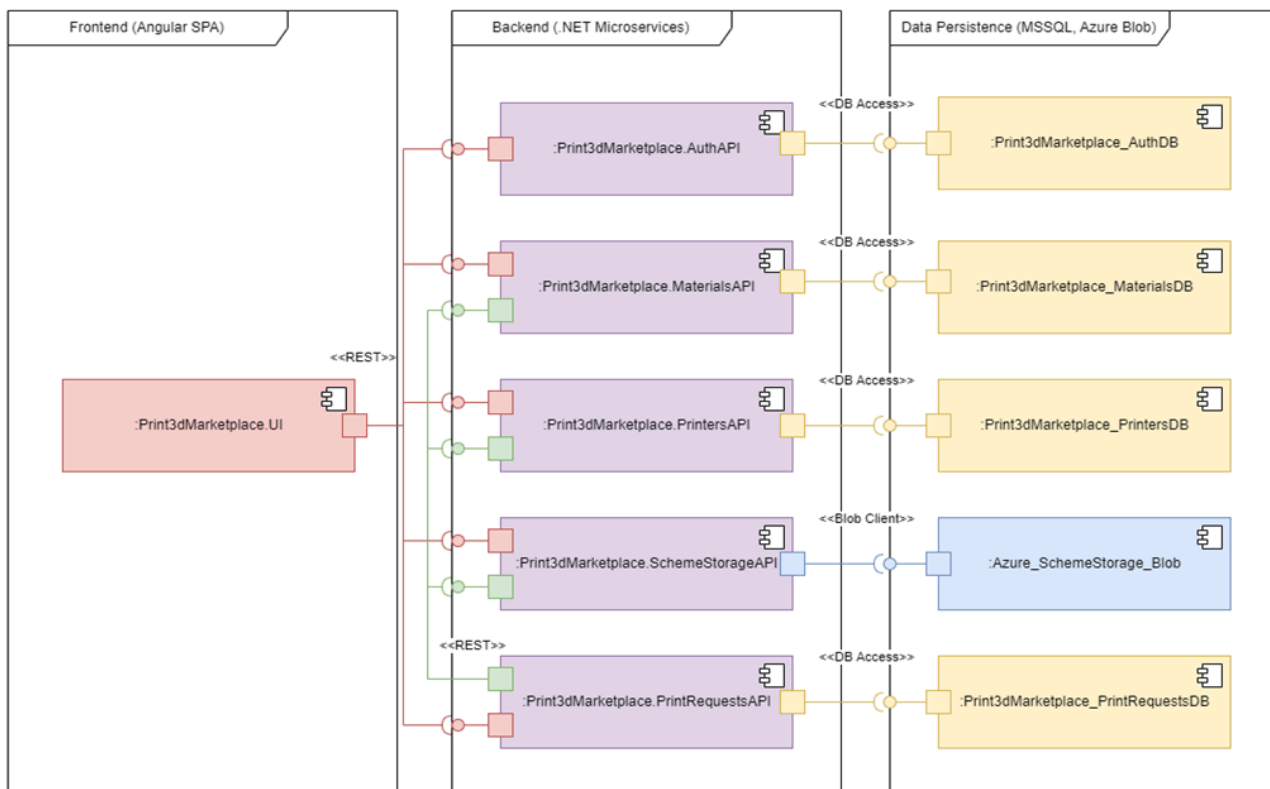


Рис. 1 – Діаграма компонентів розроблюваного програмного забезпечення

Як видно з рисунку 1, архітектура додатку містить п'ять основних мікросервісів: AuthAPI, MaterialsAPI, PrintersAPI, PrintRequestsAPI та SchemeStorageAPI. Для спілкування між сервером та клієнтами використовується принцип REST, разом з ASP.NET WEB API.

У програмі визначено два основних актори: Користувач (Customer) та Виробник (Creator). Користувач може створити заявку на друк, переглянути або скасувати її та

обрати Виробника для її виконання. Виробник, у свою чергу, може переглядати та редагувати свій профіль, відредагувати свої матеріали та принтери, переглянути та погодитися на виконання заявок на друк.

У майбутньому планується додати акторів-модератора та актора-адміністратора, інтегрувати служби доставки обладнання та оплати, а також додати систему розрахунку вартості, часу та кількості матеріалів, що необхідні для створення схеми.

**Висновки.** Всі вищевказані особливості сучасних технологій та мікросервісного підходу вказують на їхню високу потенційну цінність для подальшого розвитку цього додатку. Якщо проект отримає продовження в формі стартапу, можна значно розширити його функціональні можливості, збільшуючи зручність та привабливість для користувачів.

Використання сучасних технологій останніх версій і мікросервісний підхід дозволяють легко масштабувати додаток і добавляти нові можливості. Особливо у зв'язку з

використанням готових хмарних рішень, таких як Azure Web Apps чи AWS EC2, що сприяють більш швидкій та ефективній розробці та розгортанню програмного забезпечення.

Основними завданнями для подальшого розвитку додатку може стати розробка інтеграції зі службами доставки, системами онлайн-платежів, додавання механізму розрахунку вартості виробів, а також розширення набору ролей користувачів.

Таким чином, дане програмне рішення може слугувати гарною основою для подальшого розвитку і складає собою вдале поєднання сучасних технологій, ефективного підходу до проектування архітектури та гнучкості для подальшого розвитку та масштабування.

#### **Список інформаційних джерел**

1. Sunil Kumar Panda, Kali Charan Rath, Sujit Mishra, Alex Khang. (2023). Revolutionizing product development: The growing importance of 3D printing technology. *Materials Today: Proceedings*.
2. Md. Delowar Hossain, Tangina Sultana, Sharmen Akhter, Md Imtiaz Hossain, Ngo Thien Thu, Luan N.T. Huynh, Ga-Won Lee, Eui-Nam Huh. (2023). The role of microservice approach in edge computing: Opportunities, challenges, and research directions. *ICT Express*, 9(6), pp. 1162-1182.



*Куник Юрій Ігорович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Теленик Сергій Федорович, доктор технічних наук,*

*професор, професор кафедри ІСТ ФІОТ*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **ВПРОВАДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ БРОНЮВАННЯ АПАРТАМЕНТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МІКРОСЕРВІСНОЇ АРХІТЕКТУРИ**

*Анотація.* Основна мета полягає у створенні надійної, гнучкої та масштабованої системи, яка забезпечує швидке та зручне бронювання, а також ефективно управління ресурсами. Система включає інтерфейс користувача, сервіси автентифікації, пошуку, бронювання та оплати, а також бази даних квартир, користувачів і бронювань.

*Ключові слова:* мікросервісна архітектура, онлайн-бронювання апартаментів, сервіс бронювання.

## **IMPLEMENTATION OF AN EFFICIENT APARTMENT RESERVATION SYSTEM USING MICROSERVICE ARCHITECTURE**

**Abstract.** The main goal is to create a reliable, flexible and scalable system that provides fast and convenient booking, as well as efficient resource management. The system includes a user interface, authentication, search, reservation and payment services, as well as databases of apartments, users and reservations.

**Keywords:** microservice architecture, online apartment reservation, reservation service.

**Вступ.** У сучасному світі технологій та інновацій, галузь нерухомості постійно шукає нові шляхи для покращення ефективності та зручності своїх сервісів. Одним із ключових напрямків є цифровізація процесу бронювання апартаментів, де мікросервісна архітектура відіграє значну роль. Мікросервіси дозволяють створити гнучкі та масштабовані системи, які можуть швидко адаптуватися до змін на ринку та вимог користувачів [1]. Цей підхід, що включає розділення функціональності на незалежні компоненти, забезпечує високий рівень надійності та легкість у внесенні змін та оновлень. Впровадження мікросервісної архітектури у сферу бронювання апартаментів відкриває нові можливості для підвищення якості обслуговування, забезпечуючи користувачам швидкий, зручний та персоналізований досвід. Ми розглянемо ключові аспекти та переваги використання мікросервісної архітектури у бронюванні апартаментів, аналізуючи як вона може трансформувати традиційні методи управління нерухомістю та сприяти розвитку галузі [2].

**Основна частина.** Метою цього дослідження є розробка та впровадження ефективної системи бронювання апартаментів, заснованої на мікросервісній архітектурі, яка має на увазі оптимізацію взаємодії з клієнтами та підвищення гнучкості та масштабованості послуг. Головна мета полягає в створенні надійної, легко адаптуємої до змінних вимог ринку та користувацьких запитів системи, яка здатна забезпечити швидке та зручне бронювання

апартаментів, а також ефективно управління ресурсами та даними[3].

### **Постановка задачі**

Метою проекту є створення мікросервісної архітектури для системи онлайн-бронювання, яка дозволить користувачам шукати, бронювати та оплачувати квартири для короткострокового проживання.

Основні вимоги:

Інтерфейс користувача:

- Легкий та інтуїтивний інтерфейс.
- Функції пошуку, бронювання, оплати, відгуків.

Автентифікація та реєстрація:

- Безпечна реєстрація та авторизація користувачів.

Сервіс Пошуку:

- Пошук за різними критеріями (місцезнаходження, ціна, дати).

Сервіс бронювання:

- Можливість бронювання вибраної квартири.
- Управління існуючими бронюваннями (зміна, скасування).

Сервіс оплати:

- Інтеграція з платіжними системами.
- Обробка транзакцій оплати.

База даних квартир:

- Зберігання детальної інформації про квартири.

База даних користувачів:

- Зберігання інформації про користувачів та їх активності.

База даних бронювань:

- Зберігання інформації про всі бронювання.

Очікувані результати:

- Масштабованість: Система має бути гнучкою та масштабованою, дозволяючи легко додавати нові функції.
- Надійність: Висока доступність та мінімальний час відповіді сервісів.
- Безпека: Захист даних користувачів та безпечні транзакції.

- Тестування та Інтеграція: Належне тестування кожного мікросервісу та ефективна інтеграція між ними.

*Основні компоненти мікросервісної архітектури:*

Інтерфейс користувача (User Interface - UI)

- Відповідає за відображення інформації користувачеві та збір даних від користувача.
- Взаємодіє з сервісами пошуку, бронювання та оплати.

Сервіс автентифікації (Authentication Service)

- Управляє реєстрацією та авторизацією користувачів.
- Взаємодіє з базою даних користувачів.

Сервіс пошуку (Search Service)

- Обробляє запити на пошук квартир згідно з вказаними критеріями (місцезнаходження, ціна, дати).
- Взаємодіє з базою даних квартир.

Сервіс бронювання (Booking Service)

- Управляє процесом бронювання квартир.
- Взаємодіє з базою даних бронювань.

Сервіс оплати (Payment Service)

- Обробляє транзакції оплати.
- Може інтегруватися з зовнішніми платіжними системами.

База даних квартир (Apartments Database)

- Зберігає інформацію про квартири, доступні для бронювання.

База даних користувачів (Users Database)

- Зберігає інформацію про користувачів системи.

База даних бронювань (Bookings Database)

- Зберігає інформацію про всі бронювання.

*Взаємодія між компонентами:*

- Інтерфейс користувача (UI) надсилає запити до сервісу автентифікації для реєстрації/авторизації, до сервісу пошуку для пошуку квартир, до сервісу бронювання для реалізації бронювання, та до сервісу оплати для обробки платежів.
- Сервіс автентифікації взаємодіє з базою даних користувачів для перевірки даних користувача.

- Сервіс пошуку та сервіс бронювання взаємодіють з базою даних квартир для отримання актуальної інформації про доступні квартири та збереження деталей бронювання.

- Сервіс бронювання також взаємодіє з базою даних бронювань для управління інформацією про бронювання.
- Сервіс оплати може інтегруватися з зовнішніми платіжними системами та взаємодіяти з базою даних бронювань для оновлення статусу оплати.

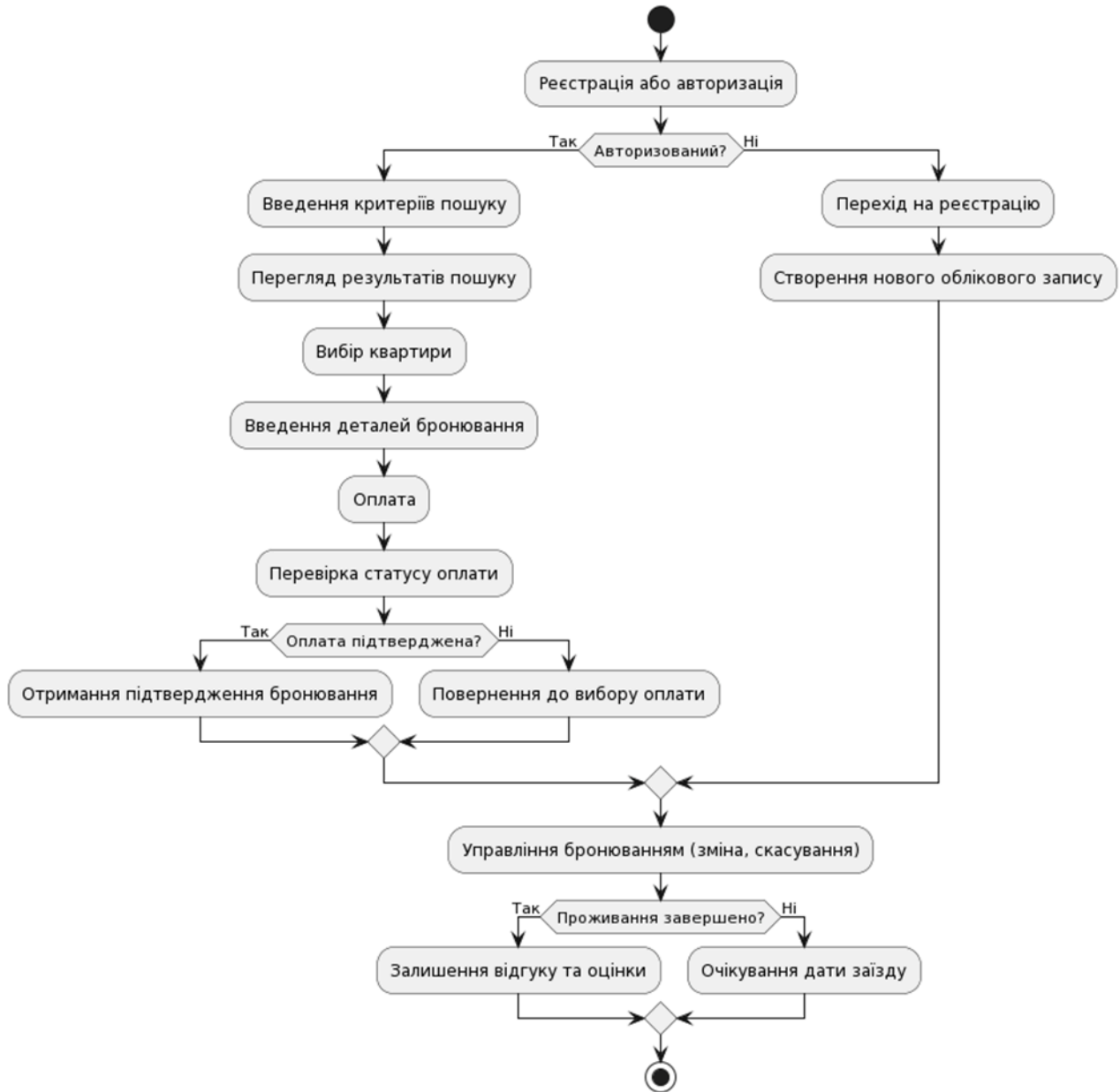


Рисунок 1 - Блок - схема алгоритму

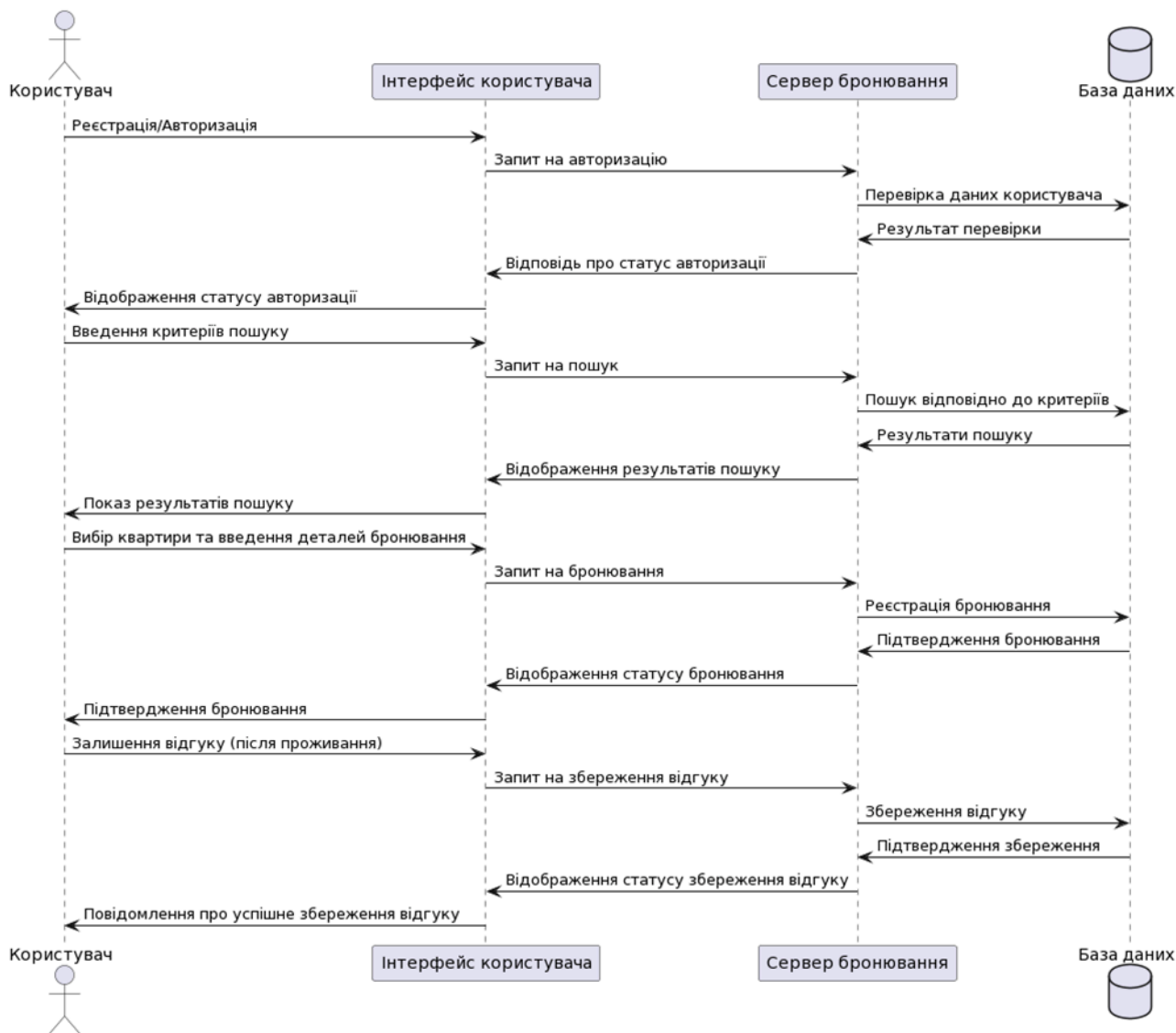


Рисунок 2 - Діаграма послідовності алгоритму

**Висновки.** У ході даного дослідження ми розглянули основні етапи та аспекти розробки системи бронювання апартаментів, що базується на мікросервісній архітектурі. Використання мікросервісів дозволило створити гнучку, масштабовану та легко адаптовану систему, яка відповідає сучасним вимогам ринку нерухомості та очікуванням клієнтів [5].

Завдяки ретельному аналізу потреб ринку та зосередженню на розробці індивідуалізованих мікросервісів, система бронювання апартаментів забезпечує високу ефективність роботи, надійність та простоту у використанні. Проектування інтерфейсів та протоколів комунікації гарантує безперервну взаємодію між різними компонентами системи, що є критично важливим для забезпечення стабільності загальної роботи.

Реалізація мікросервісів, їх інтеграція та тестування демонструють, що сучасні технологічні рішення можуть істотно підвищити якість послуг у сфері нерухомості. Деплоймент системи та її постійний моніторинг забезпечують можливість оперативно реагувати на будь-які проблеми, а також адаптуватися до змінних умов ринку [5]. Особливо важливим є збір зворотного зв'язку та оптимізація системи, що дозволяє не тільки вдосконалити існуючі функції, але й розробляти нові можливості для забезпечення ще кращого користувацького досвіду.

У підсумку, впровадження мікросервісної архітектури в систему бронювання апартаментів відкриває нові горизонти для розвитку галузі, пропонуючи рішення, яке не тільки відповідає сучасним вимогам, але й пропонує простір для інновацій та розвитку в майбутньому.

#### **Список інформаційних джерел**

1. Ozkaya M. Design Microservices Architecture with Patterns & Principles. URL: <https://medium.com/design-microservices-architecture-with-patterns/microservices-architecture-2bec9da7d42a>. (Дата звернення: 26.11.2023)
2. Davidson T. Microservice Architecture - The Future Proofed Architecture. URL: <https://cleancommit.io/blog/microservice-architecture-the-future-proofed-architecture/> (Дата звернення: 26.11.2023)
3. Soldani J., Tamburri D.A., Heuvel W.-J.V.D. The pains and gains of microservices: A systematic grey literature review. *J. Syst. Softw.*, 146 (2018), pp. 215-232
4. Balalaie A., Heydarnoori A., Jamshidi P. Microservices architecture enables DevOps: Migration to a cloud-native architecture. *IEEE Softw.*, 33 (3) (2016), pp. 42-52.
5. Francesco P.D., Lago P., Malavolta I. Architecting with microservices: A systematic mapping study. *J. Syst. Softw.*, 150 (2019), pp. 77-97

*Куценко Микита Олександрович, здобувач вищої освіти*

*Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Україна*

*Науковий керівник: Поперешняк Світлана Володимирівна, кандидат*

*фізико-математичних наук, доцент кафедри Інформатики та програмної інженерії*

*Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, м. Київ*

## **ЗАСТОСУНОК НАДАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ВИВЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ З ВЕБ-РОЗРОБКИ**

**Анотація.** Вивчення веб-розробки не є винятком. Веб-технології швидко розвиваються, оскільки ринок і бізнес диктують свої вимоги. Необхідно створити систему, яка б надавала рекомендації щодо дій залежно від людини та її рівня знань, враховуючи безліч мінливих у часі побічних параметрів у світі: стан ІТ-ринку, вимоги до наявних вакансій, зарплати та потреби в певному типі спеціаліст.

Автори розробили інтелектуальну систему для надання рекомендацій щодо навчання веб-розробці, орієнтованих на людину та тенденції ринку ІТ. Система включає в себе аналіз даних, які включають дані, люб'язно надані більш ніж 60 міжнародними ІТ-компаніями в рамках цього дослідження.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** інтелектуальна система; навчання веб-розробці; надання рекомендацій.

## **APPLICATION FOR PROVIDING RECOMMENDATIONS FOR LEARNING WEB DEVELOPMENT TECHNOLOGIES**

**Abstract.** The study of web development is no exception. Web technologies are evolving rapidly as the market and businesses dictate their demands. There is a need to create a system that would provide action recommendations based on the person and his knowledge level, considering multiple time-changing side parameters in the world: IT market state, available vacancies requirements, salaries, and need for a certain type of specialist.

The authors developed an intelligent system for providing person- and IT-market trends-oriented recommendations on web development learning. The system includes data analysis, which involves data kindly provided by more than 60 international IT-companies as part of this research.

**KEY WORDS:** intelligent system; web development learning; providing recommendations.

**Вступ.** Сьогодні Інтернет – це корисна частина життя людини, а також інформаційна імперія. Це може впливати як на внутрішній стан людини [1, 2], так і на державний устрій країни [3]. Його основою є веб-розробка з усіма її компонентами, такими як розробка концепції сайту, дизайн сторінки та веб-сайту, створення або збір мультимедіа, програмування функціональних інструментів, тестування та розгортання на хостингу, пошукова оптимізація та обслуговування сайту. Важливим компонентом планування веб-розробки є вибір інструментів веб-розробки. Один із способів — скористатися одним із широкого списку доступних готових до використання конструкторів веб-сайтів [4], а інший — самостійно вивчити використання певного списку інструментів розробки.

**Основна частина.** Це дослідження спрямоване на розробку інтелектуальної системи для надання особистісно-орієнтованих і орієнтованих на тенденції IT-ринку рекомендацій під час навчання веб-розробці.

Ця система може бути корисною для тих, хто почав вивчати веб-розробку або тих, хто пройшов навчальний курс раніше, але деякий час не використовував її на практиці, або тих, хто починає практику веб-розробки і потребує деякого оновлення знань. Крім того, кожен, хто хоче оцінити свій рівень знань, може використовувати систему як тест для цього.

У сучасному світі користувачі поділяються на тих, хто користується комп'ютером, планшетом і мобільним пристроєм. Ось чому був створений адаптивний зручний інтерфейс, який забезпечує ефективний діалог користувача, щоб задовольнити всі три типи користувачів. Інтелектуальна система також добре працює на комп'ютерах, планшетах і мобільних пристроях і складається з бази знань, механізму створення рекомендацій та інтелектуального інтерфейсу. Для реалізації функціональної логіки обрано мову програмування JavaScript. Під час тестування користувача система запитує сервер із базою даних для отримання списку питань і надає користувачеві тести. Потім, наприкінці тестування, відповіді користувача звіряються з правильними відповідями на стороні сервера, і після певних розрахунків надається список рекомендацій.

Техніка представлення знань полягає в тому, що мережа кадрів, що зберігається в базі даних, представлена у форматі JSON. Він містить завдання, відповіді з їх оцінками та відповідні посилання на частини знань, які дають правильні відповіді та пояснення до матеріалу.

## Механізм надання рекомендацій

Система робить три кроки, щоб надати рекомендації щодо покращення знань веб-розробки: попереднє рішення щодо тестової частини, попереднє рішення щодо аналізу даних та їх коригування, яке називається алгоритмом *make-recommendations*.

На початку користувач відповідає на безліч тестових запитань [1]. Допомогає зрозуміти рівень навичок на таких етапах веб-розробки: розробка концепції сайту, верстка сторінки в html і css, програмування на javascript. Кожне завдання має чотири типи відповідей: вірно, майже вірно, майже неправильно та неправильно. Така градація відповідей має на меті більш точне розуміння рівня знань, умінь і навичок. Набір  $S$  складається з таких елементів:

- «1» відповідає «вірній» відповіді;
- «0,8» відповідає відповіді «майже вірно»;
- «0,2» відповідає «майже хибній» відповіді;
- «-1» відповідає «хибній» відповіді.

З точки зору позначення на малюнку 1, частина тестування  $f(p)$ , яка залежить від навичок людини та здібності і  $f(T)(p) = \{f(T_1)(p), \dots, f(T_n)(p)\}$ , де для будь-якого індексу  $i$  зображення  $f(T_i)(p)$  дорівнює одному з чотирьох значень 1; 0,8; 0,2 або -1.

Є два варіанти проходження тесту: короткий тест з 10 запитань протягом 5 хвилин і повний тест з 30 питань протягом 15 хвилин.

Щоб врахувати вимоги IT-ринку, автори проаналізували різні дані, зібрані з 2010 року до сьогодні: рейтинг мов програмування, запропоновані посади, зарплати, досвід роботи (базові навички програмування, інші мови програмування, фреймворки, бібліотеки). і платформи).

Відповідно до цих даних для кожного  $T, i =$  будується тренд до наступних шести

місяців. Після цього надається механізм рейтингу  $\{T_1, \dots, T_n\}$ . Насправді це карта  $g(T_i)(t)$ , яка залежить від часу  $t$  як параметра.

Результатом цього кроку є набір  $\{g(T_1)(t), \dots, g(T_n)(t)\}$ , елементи якого є натуральними числами сформовані рейтинг  $T_i$  згідно з проаналізованими даними.

Як результати двох попередніх кроків, починаючи з алгоритму *make-recommendations*, є два набори чисел  $\{f(T_1)(p), \dots, f(T_n)(p)\}$  і  $\{g(T_1)(t), \dots, g(T_n)(t)\}$ .

Потім формується список рекомендацій за такою формулою:

$$R_{i+1} = r(\arg(\min\{f(T_1)(p) \cdot g(T_1)(t), \dots, f(T_n)(p) \cdot g(T_n)(t)\} / r-1(R_i))), (1)$$

де карта  $r$  є відповідністю між наборами  $T$  та  $R$  як список у базі знань,

$\arg(f(T_k)(p) \cdot g(T_k)(t)) = k, R_0 = \emptyset, r-1(R_0) = \emptyset, i =$   
та  $l \leq n$ .

Маємо зауважити, що  $l$  може дорівнювати  $0,5n$ , щоб отримати накладні витрати списку рекомендацій. Є додаткова можливість отримати список знань, які настійно рекомендується вивчати, і список предметів, які потребують відновлення в пам'яті.

Інтелектуальний інтерфейс. На головній сторінці системи є шапка з логотипом і меню навігації; блок привітання користувача; блок, що описує, що може система і як вона допоможе користувачеві; блок, в якому можна перейти до тестування; і нижній колонтитул, який відображає заголовок.

**Висновки.** В умовах стрімкого розвитку ринку праці в ІТ та постійного зростання попиту на висококваліфікованих спеціалістів необхідно створювати системи, які допоможуть оцінити рівень знань і нададуть відповідні поради для подальших дій, заснованих не тільки на навичках людини, яка бажає розвиватися, а також з урахуванням поточних потреб ринку та прогнозованих тенденцій.

Інтелектуальна система, представлена в цьому дослідженні, забезпечує персональну оцінку навичок і здібностей щодо веб-розробки, а також тенденцій ІТ-ринку з точки зору кількості доступних вакансій для цього типу розробників, їхніх навичок і пропозицій щодо зарплати. Опитування щодо її якості свідчить про досить високий інтерес до такого типу системи та її корисність.

У подальших дослідженнях система буде розширена, щоб отримати більш персоналізований підхід до опитування (стать, вік, освіта, місцезнаходження тощо), більш точний прогноз у сферах покращення на основі більш точного аналізу даних, наданих ІТ-компаніями.

### Список інформаційних джерел

1. Yurchuk, I., Kutsenko, M. (2022). An Intelligent System for Providing Recommendations on the Web Development Learning. In: Babichev, S., Lytvynenko, V. (eds) Lecture Notes in Computational Intelligence and Decision Making. ISDMCI 2021. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 77. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-82014-5\\_38](https://doi.org/10.1007/978-3-030-82014-5_38)
2. Michel M. C. K., King M. C., Cyber Influence of Human Behavior: Personal and National Security, Privacy, and Fraud Awareness to Prevent Harm, in: IEEE International Symposium on Technology and Society (ISTAS), 15 November 2019, Medford, MA, USA, pp. 1–7. doi:10.1109/ISTAS48451.2019.8938009
3. Zachary G. P., Digital Manipulation and the Future of electoral Democracy in the U.S., IEEE Transactions on Technology and Society 1 (2) (2020) 104–112. doi:10.1109/TTS.2020.2992666.





*Кучма Артем Борисович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Жаріков Едуард В'ячеславович, д.т.н., професор, завідувач кафедри ІІІ,*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ НАБОРУ ДАНИХ З КІЛЬКОХ ДЖЕРЕЛ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНСТРУКЦІЙ ПРИРОДНОЮ МОВОЮ**

**Анотація.** У роботі розглянуто проблему створення інтерфейсів для сховищ та баз даних з метою взаємодії за допомогою інструкцій природною мовою. У рамках роботи було досліджено предметну область, а також існуючі дослідження та створені програмні рішення в ній. Під час аналізу було виявлено потребу в розробці зручного інтерфейсу для взаємодії з різними сховищами даних за допомогою голосових інструкцій природною мовою. Запропонований інтерфейс буде значно підвищувати ефективність роботи адміністратора баз даних під час виконання рутинних задач, а також надавати можливість користувачам без технічної підготовки взаємодіяти з базами та сховищами даних для отримання необхідної інформації.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** інтерфейс, інструкція природною мовою, база даних, вітрина даних, сховище даних.

**Abstract.** The paper considers a problem in the field of data storage interfaces and interaction with such interfaces using natural language instructions. As part of the work, the subject area was investigated, as well as existing research and software solutions in the field. During the analysis, the need for a convenient interface for interaction with various data stores using voice instructions in natural language was revealed. On the one hand, such an interface will significantly increase the efficiency of the storage administrator when performing routine tasks. On the other hand, such an interface will enable users without special technical training to interact with data repositories and retrieve data sets.

**KEY WORDS:** interface, natural language instruction, data storage.

**Вступ.** Сучасні інформаційні системи широко використовують сховища даних для збереження необхідної інформації. Такі сховища можуть включати SQL та NO-SQL бази даних, мережеві файлові системи, веб-сервіси та інші. Зазвичай, при проектуванні баз даних велика частка уваги приділяється оптимізації виконання запитів та використання дискового простору. Зручність інтерфейсу баз даних може відходити на другий план. Окрім того, інтерфейс сховищ та баз даних зазвичай проектується в першу чергу для програмного використання. Як наслідок, такий інтерфейс незручно або навіть неможливо використовувати для безпосередньої взаємодії з даними.

Можливим способом покращення досвіду взаємодії з базами даних є створення моделі доступу до даних на основі використання інтерфейсів природної мови. Такі інтерфейси можуть використовуватись менеджерами та аналітиками, які не мають необхідних навичок роботи та відповідних інструментів. Також, такі інтерфейси дають можливість значно швидше генерувати запити до сховищ та баз даних.

У рамках дослідження розглянуто способи використання інтерфейсів природної мови для підготовки наборів даних з різних джерел. Такий підхід значно зменшує кількість ресурсів, що витрачається на створення та підтримання таких відображень. Досліджено також й методи створення відображень для даних, що розподілені між декількома базами даних в рамках системи.

У ході виконання дослідження розроблено прикладну програму (ПП), яка дає можливість за допомогою голосових команд англійською мовою генерувати відображення для даних, що зберігаються у базах даних різних типів. Створені відображення можуть використовуватись як джерело даних для побудови графічного інтерфейсу користувача. До прикладу, на базі отриманих наборів даних можна будувати вітрини товарів у інтернет магазині.

Метою роботи є покращення процесу взаємодії з даними у спосіб розроблення зручного інтерфейсу для взаємодії з базами та сховищами даних за допомогою команд природною мовою.

Об'єктом дослідження є інтерфейси до баз та сховищ даних з використанням природної мови.

Предметом дослідження є моделі, методи і технології обробки команд природною мовою з метою побудови інтерфейсів до баз даних при підготовці наборів даних.

**Аналіз публікацій.** Останнім часом з використанням передових технологій розроблено багато систем з інтерфейсом природною мовою, орієнтованих на візуалізацію даних. У статті [1] представлено комплексний огляд існуючих візуальних інтерфейсів природною мовою. Автори розробили методику аналізу існуючих публікацій на основі багатовимірної моделі класичного конвеєра візуалізації інформації з розширенням природною мовою. Використовуються такі сім етапів: інтерпретація запитів, перетворення даних, візуальне відображення, перетворення подання, людська взаємодія, керування діалогом та презентація. У роботі [2] представлено детальний огляд фундаментальних концептів та проблем предметної області створення інтерфейсів природною мовою. Багато публікацій присвячено дослідженню методів побудови інтерфейсів природною мовою для реляційних баз даних з використанням синтаксису SQL [3-6]. В основі запропонованих підходів і методів використані різні способи побудови програмних модулів для перетворення

текстових команд природною мовою у команди SQL. У роботі [7] представлений історичний огляд більшості наявних рішень для такого перетворення. Для кожного з рішень є дата створення, короткий опис та посилання на більш детальну інформацію. Дослідження методів побудови голосових інтерфейсів природною мовою для взаємодії зі сховищами та базами даних показують, що голосові інтерфейси є більш зручними для кінцевого користувача, але вони призводять до збільшення помилок при конвертації команд у формальні запити до баз даних. Також, в літературі представлені спроби побудувати інтерфейси природною мовою для сховищ та баз даних з використанням різних мов, наприклад інтерфейси з використанням іспанської, французької, китайської та перської мов.

Крім того, проаналізовано наявні рішення та програмні продукти у галузі розробки інтерфейсів природною мовою. Уніфікована, масштабована платформа компанії Microsoft Power BI [8] створена для взаємодії з даними для отримання та візуалізації інформації, що потрібна для прийняття ефективних бізнес-рішень.

Microsoft Power BI забезпечує оброблення даних з різних джерел та надає інтерфейс природною мовою (інтерфейс “Q&A”) для побудови візуалізованих відображень цих даних. Github Copilot [9] надає розробникам інструменти генерування запитів до різних сховищ даних з використанням команд природною мовою або контексту програмного модулю. Цей продукт може працювати з різними сховищами та базами даних, але він доступний лише в локальному середовищі розробника.

Пошукові та подібні за функціональністю системи, такі як Google та Wolfram Alpha [10], також мають інтерфейси природною мовою. Ці системи отримують команди у вигляді тексту та голосу. Також, ці системи можуть працювати з різними природними мовами. Недоліком таких систем у контексті інтерфейсів природною мовою для баз даних є необхідність заздалегідь готувати та індексувати дані.

**Основна частина.** Під час виконання дослідження створено ПП, що дає можливість взаємодіяти з базами даних за допомогою голосових команд англійською мовою. Для досягнення поставленої мети вирішуються такі завдання:

- аналіз предметної області, досліджень, публікацій та актуальних проблем розробки інтерфейсів на основі природної мови;
- аналіз існуючих програмних рішень, їх переваг та недоліків;
- формування вимог до ПП;
- проектування архітектури та вибір технологій для розробки ПП;
- тестування ПП та аналіз отриманих результатів;
- формування висновків щодо результату виконаної роботи.

Створена ПП задовольняє таким основним функціональним вимогам:

- можливість надавати голосові та текстові команди англійською мовою;

- можливість за допомогою команд природною мовою готувати набори даних;

- можливість об'єднувати у набори даних інформацію з різних джерел (до прикладу, з різних баз даних);

- можливість переглядати сформовані набори даних за допомогою веб-інтерфейсу;

У процесі розроблення ПП враховані також нефункціональні вимоги:

- якість перетворення команд природною мовою до баз даних, кількість помилок при таких перетвореннях;

- швидкодія системи при роботі з командами природною мовою;

- інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для генерації наборів даних;

- легке розширення та підтримування системи.

Враховуючи вимоги, для реалізації ПП запропоновано такі архітектурні рішення:

- створити веб-орієнтований інтерфейс для введення команд та перегляду сформованих джерел даних;

- для інтеграції даних з декількох джерел використати підхід data warehouse, згідно з яким всі дані копіюються у одну систему зі спільним інтерфейсом;

- у якості data warehouse використати систему BigQuery від Google Cloud. Ця система надає спільний SQL інтерфейс для даних з різних джерел;

- використати моделі машинного навчання від компанії OpenAI для роботи з командами природною мовою;

- використати модель Whisper від OpenAI для voice-to-text перетворення;

- використати асистент на базі моделі GPT4 від OpenAI для text-to-SQL перетворення. Для підвищення якості перетворення, в контекст асистента додати інформацію про схему даних в сервісі BigQuery;

- голосові команди спочатку перетворювати у текстові команди природною мовою, а тоді у формальні SQL команди. Таким чином, модуль для

перетворення текстових команд природною мовою у формальні можна буде використати як для голосового вводу команд, та і для текстового вводу.

- для контролю процесів всередині системи створити модуль-оркестратор. Цей модуль буде відповідати за інтеграцію з сервісами третіх сторін – від OpenAI та Google Cloud.

- для забезпечення доступності системи, при розгортанні додатку використовувати інфраструктуру хмарних сервісів.

Архітектуру спроектованого програмного рішення зображено на Рис. 1.

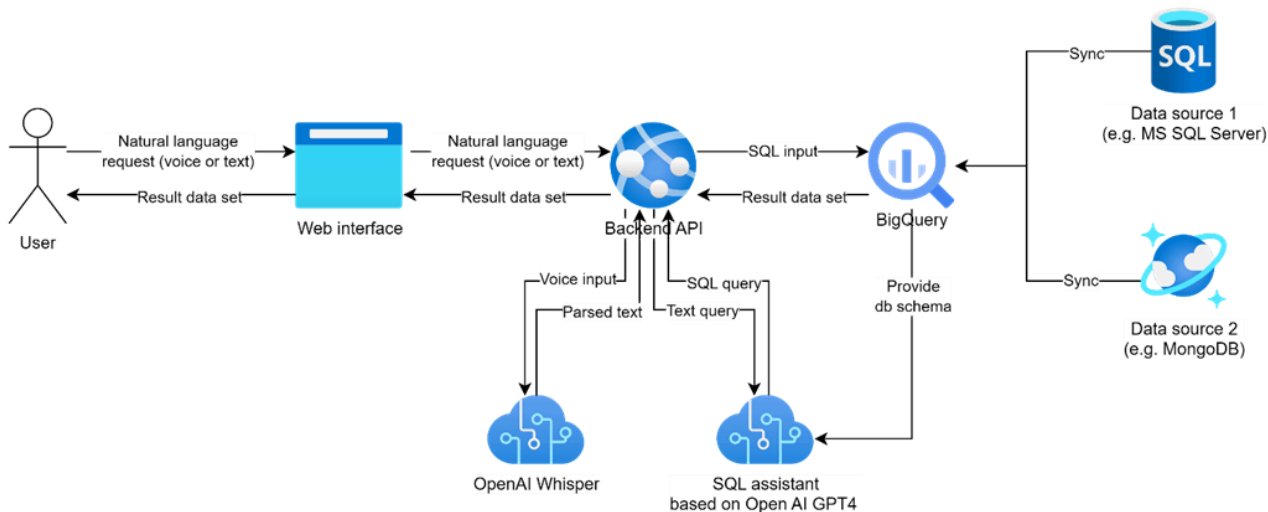


Рис. 1 – Архітектура запропонованого додатку

Для розроблення графічного інтерфейсу користувача вибрано такі технологічні рішення:

- бібліотека React для побудови швидкого та зручного інтерфейсу;
- компілятор TypeScript для забезпечення надійності системи;
- бібліотека компонентів Material UI для пришвидшення розробки за рахунок використання готових компонентів.

Для розроблення серверної частини додатку вибрано такі технології:

- фреймворк ASP.NET Core та мову програмування C# для реалізації програмного веб-інтерфейсу;
- бібліотеку Entity Framework Core для взаємодії зі сховищами та базами даних.
- бібліотеки NUnit та Moq для тестування системи.

Для перетворення голосових команд у текстові команди природною мовою використано сервіс Whisper від компанії

OpenAI. Для перетворення текстових команд природною мовою у формальні запити до бази даних використано модель машинного навчання GPT-4 компанії OpenAI. Для більш ефективного перетворення текстових команд було використано механізм асистентів від компанії OpenAI. Асистент на базі GPT4 має інформацію про схему даних, і тому може ефективно створювати SQL команди для відповідної бази даних в BigQuery.

У якості джерел даних для прототипу вибрано бази даних під керуванням Microsoft SQL Server та MongoDB. Ці бази даних були заповнені тестовими даними, що схожі за суттю але мають різний формат. Формат даних у кожній базі побудований згідно з найкращими практиками побудови схеми даних у відповідній базі. У реляційній базі дані представлені у вигляді таблиць, а у документо-орієнтованій NO-SQL базі – у вигляді агрегатів з вкладеними полями.

Під час тестування системи було встановлено, що створений програмний продукт здатний ефективно перетворювати голосові та текстові команди природною мовою у формальні запити до бази даних в BigQuery. Тестування показало, що 90% від наданих запитів англійською мовою було перетворено у коректну SQL команду, що була успішно виконана на стороні BigQuery. Окрім цього, під час тестування було

перевірено, що інфраструктура BigQuery має змогу успішно інтегруватись з різними базами даних та об'єднати їх усі у спільний SQL інтерфейс. Завдяки цьому, система може успішно формувати набори інформації з різних джерел даних (наприклад, з різних баз даних). Щодо нефункціональних вимог – під час тестування система показала достатній результат швидкодії та зручності використання.

**Висновки.** У роботі проаналізовано інтерфейси до сховищ та баз даних, варіанти їх застосування та здатність таких інтерфейсів оброблювати команди природною мовою у вигляді голосу та тексту. Під час виконання роботи проаналізовано існуючі дослідження та наявні рішення. Розроблено програмний застосунок, що дає можливість готувати набори даних з різних джерел за допомогою команд природною мовою. Також, сформовано вимоги до програмного продукту, розроблено його архітектуру, а також обрано технології, необхідні для його реалізації. З використанням вибраних технологій розроблено програмний застосунок у вигляді веб-додатку. Цей додаток дозволяє отримувати голосові або текстові команди природною мовою, перетворювати їх у запити до баз даних, за допомогою цих запитів отримувати необхідні дані та переглядати сформовані набори даних для подальшого аналізу. Під час тестування встановлено, що додаток задовольняє функціональним та нефункціональним вимогам.

### Список інформаційних джерел

1. Shen, L., Shen, E., Luo, Y., Yang, X., Hu, X., Zhang, X., ... & Wang, J. (2021). Towards natural language interfaces for data visualization: A survey. *arXiv preprint arXiv:2109.03506*.
2. Hendrix, G. G. Natural-language interface. *American Journal of Computational Linguistics*, 1982, 8(2), 56-61.
3. Affolter, K., Stockinger, K., & Bernstein, A. (2019). A comparative survey of recent natural language interfaces for databases. *The VLDB Journal*, 28(5), 793-819.
4. Bais, H., Machkour, M., & Koutti, L. (2019). An independent-domain natural language interface for multimodel databases. *International Journal of Computational Intelligence Studies*, 8(3), 206-222.
5. Uma, M., Sneha, V., Sneha, G., Bhuvana, J., & Bharathi, B. (2019, February). Formation of SQL from natural language query using NLP. In *2019 International Conference on Computational Intelligence in Data Science (ICCIDS)* (pp. 1-5). IEEE.
6. Revanth, T. J., Sai, K. V., Ramya, R., Chava, R., Sushma, V., & Ramya, B. S. (2022). NL2SQL: Natural Language to SQL Query Translator. In *Emerging Research in Computing, Information, Communication and Applications* (pp. 267-278). Springer, Singapore.
7. Abdul Quamar, Vasilis Efthymiou, Chuan Lei and Fatma Özcan (2022), "Natural Language Interfaces to Data", *Foundations and Trends® in Databases*: Vol. 11: No. 4, pp 319-414.
8. What is Power BI? <https://powerbi.microsoft.com/en-us/what-is-power-bi/>
9. About GitHub Copilot, <https://docs.github.com/en/copilot/overview-of-github-copilot/about-github-copilot>
10. About Wolfram|Alpha, <https://www.wolframalpha.com/about>

*Лавор Максим Андрійович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Гавриленко Олена Валеріївна, кандидат фізико-математичних наук,*

*доцент кафедри інформаційних систем та технологій*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## СИСТЕМА ДЛЯ ПОБУДОВИ МАРШРУТІВ ДОСТАВКИ ТОВАРІВ

**Анотація.** В доповіді розглядаються виклики, які виникають у кур'єрських служб через зростання електронної торгівлі, та необхідність оптимізації маршрутів доставки. Зазначається важливість ефективних алгоритмів для оптимізації маршрутів у великих містах. Проблему розглядається через призму задачі комівояжера на графі та обговорюється необхідність розвитку системи, яка вирішують дві основні підзадачі: формування графа та ефективне вирішення задачі комівояжера з урахуванням картографічних даних. Підкреслюється важливість подальших досліджень для знаходження найбільш ефективних рішень у цій області.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** алгоритми, задача комівояжера, маршрутизація, евристичні алгоритми.

**Abstract.** The report addresses the challenges faced by courier services due to the growth of e-commerce and emphasizes the need for optimizing delivery routes. It highlights the importance of efficient algorithms for route optimization, particularly in large cities. The problem is examined through the lens of the traveling salesman problem on a graph, discussing the necessity for developing systems that address two main subproblems: graph formation and effective resolution of the traveling salesman problem considering cartographic data. The author underscores the significance of further research to identify the most effective solutions in this domain.

**KEY WORDS:** algorithms, traveling salesman problem (tsp), routing, heuristic algorithms.

**Вступ.** В нашому сучасному інформаційному суспільстві, взаємодія між електронною торгівлею та кур'єрськими службами стала важливим елементом глобальної економіки. З поглибленням електронної торгівлі, спричиненого ростом віртуальних магазинів та онлайн-платформ, споживачі мають можливість здійснювати покупки зручно та ефективно. Це викликає серйозні завдання для кур'єрських служб, які відповідають за надання послуг доставки.

**Основна частина.** Зростання обсягів та темпів електронної торгівлі породжують потребу у вдосконаленні маршрутних стратегій доставки, щоб забезпечити не тільки швидкість, але й оптимальну ефективність розподілу товарів. Висока конкурентоспроможність серед кур'єрських служб створює нагальну потребу в розробці та впровадженні вискоелективних алгоритмів оптимізації маршрутів.

Таким чином, задача оптимізації маршрутів доставки стає критичною в умовах стрімкого розвитку електронної торгівлі та посилення вимог до ефективності та точності кур'єрських послуг, виносячи її на передній план наукових та практичних досліджень в області логістики та інформаційних технологій

Це особливо актуально в контексті міст з великою кількістю точок доставки, де

традиційні методи стають неефективними, адже необхідно не лише створювати маршрути з одного місця в інше, але і враховувати всі точки доставки і створювати ефективний маршрут як для всіх отримувачів загалом, так і для переходу між вузлами.

Цю проблему можна звести до вирішення задачі комівояжера [1] на повнозв'язному, орієнтованому графі. Задача комівояжера є математичною загадкою, яка демонструє принципи теорії графів. Основна ідея полягає в тому, щоб визначити найкоротший можливий маршрут для комівояжера, який повинен відвідати кожен вершину. Ця задача є NP-повною [2], що означає відсутність ефективного алгоритму для знаходження оптимального рішення у загальному випадку при збільшенні обсягу даних. Таким чином, вирішення задачі комівояжера вимагає використання різних

оптимізаційних стратегій та евристик для наближення оптимального рішення.

Але окрім побудови алгоритму для знаходження правильної послідовності точок доставки, для повноцінного вирішення проблеми потрібно також будувати і ефективні маршрути між цими точками. А враховуючи кількість можливих маршрутів між двома точками у місці, при збільшенні кількості точок для доставки складність задачі збільшується в рази.

Центральним етапом дослідження є порівняльний аналіз різних алгоритмів для формування маршрутів. Проведення такого аналізу дозволить вибрати найбільш підходящий алгоритм, враховуючи його ефективність у великих містах. Подібний підхід є ключовим для створення практично застосовного рішення, орієнтованого на покращення ефективності доставки товарів у сучасних умовах.

**Висновки.** Резюмуючи все вищесказане, можна сказати, що система, яка має вирішити проблему побудови маршрутів доставки повинна вирішити 2 окремих підзадачі: використовуючи картографічні дані сформувати граф для вирішення задачі комівояжера і ефективно вирішити цю задачу. Це може бути як реалізовано в два етапи окремими алгоритмами, так і універсальним алгоритмом, який буде одночасно будувати маршрути та вирішувати послідовність точок доставки використовуючи картографічні дані. Це буде досліджено та знайдено ефективніший спосіб.

#### Список інформаційних джерел

1. Nilsson, C., (2003). Heuristics for the Traveling Salesman Problem. *Linkoping University*. - Режим доступу: <http://160592857366.free.fr/joe/ebooks/ShareData/Heuristics%20for%20the%20Traveling%20Salesman%20Problem%20By%20Christian%20Nilsson.pdf>.
2. Про клас NP і NP-повних задач / С.В. Лістровой // Електронне моделювання. — 2011 — Т. 33, № 1. — С. 31-45.



## ПСИХОЛОГІЯ ТА ІТ

**Анотація.** Ця стаття розглядає взаємозв'язок між психологією та інформаційними технологіями (ІТ). Психологія вивчає людську поведінку, мислення та взаємодію, а ІТ включає в себе розробку, використання та управління інформаційними системами та технологіями. Зростання впливу технологій на сучасне життя викликає ряд психологічних аспектів, які потребують уваги.

Стаття розглядає, як ІТ впливає на психічне здоров'я людей, включаючи аспекти цифрового стресу, залежності від інтернету та соціальних мереж, а також способи підтримки психічного благополуччя в цифрову епоху. Також розглядаються психологічні аспекти розвитку ІТ-продуктів, такі як дизайн інтерфейсів, які враховують людську психологію та сприяють полегшенню взаємодії користувача з технологією.

Досліджуються способи використання психологічних підходів у розробці ІТ-рішень для покращення користувацького досвіду та ефективності продуктів. Аналізується вплив соціальної психології на формування та розвиток технологічних спільнот, команд розробників та інноваційних проектів у сфері ІТ.

Нарешті, стаття висвітлює важливість взаємодії між психологами та інженерами у сфері ІТ для створення продуктів, які не лише технічно справні, а й сприяють психологічному комфорту, здоров'ю та добробуту користувачів.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** психологія, інформаційні технології, психічне здоров'я, користувацький досвід, соціальна психологія, взаємодія, розвиток продуктів.

**Abstract.** This article examines the relationship between psychology and information technology (IT). Psychology studies human behavior, thinking, and interaction, while IT involves the design, use, and management of information systems and technologies. The growing influence of technology on modern life causes a number of psychological aspects that require attention.

The article examines how IT affects people's mental health, including aspects of digital stress, internet and social media addiction, and ways to support mental well-being in the digital age. Psychological aspects of the development of IT products are also considered, such as the design of interfaces that take into account human psychology and facilitate user interaction with technology.

Ways of using psychological approaches in the development of IT solutions to improve user experience and product efficiency are being investigated. The influence of social psychology on the formation and development of technological communities, development teams and innovative projects in the field of IT is analyzed.

Finally, the article highlights the importance of interaction between psychologists and IT engineers to create products that are not only technically sound, but also contribute to the psychological comfort, health and well-being of users.

**KEYWORDS:** psychology, information technologies, mental health, user experience, social psychology, interaction, product development.

**Вступ.** Штучний інтелект є одним з найбільш актуальних інноваційних напрямів у сучасному світі. За допомогою ШІ створюються різноманітні технології, які значно спрощують та покращують наше життя, забезпечуючи більш швидку та точну обробку

інформації. надзвичайно важливими в сучасному світі і мають значний вплив на різні сфери життя. Вони стали невід'ємною частиною нашого повсякденного і професійного існування. ІТ забезпечує швидку, зручну і ефективну комунікацію між людьми у всьому світі. Електронна пошта, соціальні медіа, миттєві повідомлення та відеозв'язок дозволяють нам легко спілкуватися, обмінюватися інформацією і знаходити спільну мову навіть на великій відстані. Завдяки ІТ, ми можемо зберігати, обробляти та доступатися до великих обсягів інформації. Це дозволяє нам швидко знаходити необхідну інформацію, вести електронні бази даних, аналізувати дані і робити обґрунтовані рішення. ІТ є джерелом інновацій і сприяє науковим дослідженням, розробці нових технологій та впровадженню новаторських ідей. Високошвидкісний Інтернет, штучний інтелект, розширена реальність, блокчейн - це всього кілька прикладів інновацій, які змінюють наш спосіб життя та працюють в різних галузях. Інформаційні технології грають важливу роль у глобальній економіці. Великі ІТ-компанії створюють робочі місця, забезпечують економічний зріст і стимул.

### *Вплив ІТ на психічне здоров'я.*

Інформаційні технології відіграють важливу роль в сучасному світі, впливають на психічне здоров'я людей у різних аспектах, які можна розглядати як позитивні, так і негативні:

**Цифровий стрес:** Постійний доступ до технологій, безперервна робота за комп'ютером або мобільними пристроями може спричиняти цифровий стрес. Постійний потік інформації, швидкість зміни контенту та необмежений доступ можуть призвести до перенавантаження мозку та стресу.

**Залежність від технологій:** Використання ІТ може стати причиною розвитку залежності від інтернету, соціальних мереж та ігор. Люди можуть витратити надмірний час у віртуальному світі, що негативно впливає на їхні соціальні відносини, фізичне здоров'я та емоційний стан.

**Вплив на сон та відпочинок:** Постійне використання гаджетів перед сном або уночі може порушувати сон і призводити до недостатнього відпочинку. Синій світло екранів також може впливати на якість сну та загальне самопочуття.

**Соціальна ізоляція та відчуття самотності:** Використання технологій може призвести до зменшення особистих зустрічей та спілкування в реальному житті,

що може викликати відчуття соціальної ізоляції та самотності.

**Негативний вплив на психічне здоров'я:** В деяких випадках постійна взаємодія з технологіями може викликати депресію, тривожність та інші психічні проблеми.

Однак ІТ також можуть мати позитивний вплив на психічне здоров'я:

**Зручність та доступ до інформації:** Швидкий доступ до інформації може полегшувати навчання, розвиток та розваги.

**Підтримка для здоров'я та добробуту:** Інтернет може слугувати платформою для психологічної підтримки, онлайн-консультування та ресурсів для покращення психічного здоров'я.

**Засоби для саморозвитку:** Мобільні додатки та онлайн-курси можуть допомагати в освоєнні нових навичок, медитації та релаксації, що сприяє психічному здоров'ю.

*Способи підтримки психічного благополуччя в цифрову епоху.*

У цифрову епоху існує безліч способів підтримки психічного благополуччя:

**Баланс використання технологій:** Встановлення часових обмежень на використання гаджетів та соціальних мереж. Планування періодів паузи від електронних пристроїв для відпочинку та зв'язку з реальним світом.

**Медіа-детоксикація:** Проведення періодичних перерв від використання медіа. Це може бути вихідні без смартфона або соціальних мереж, засоби для зниження впливу від інформаційного потоку.

**Цифровий детокс:** Активні відключення від Інтернету та електронних пристроїв для певного часу, наприклад, під час відпустки чи вечорами, щоб зменшити стрес та покращити сон.

**Регулярність фізичних вправ:** Активність та фізичні вправи важливі для психічного здоров'я. Включення регулярних тренувань, йоги, прогулянок або будь-якої фізичної активності.

**Медитація та управління стресом:** Використання медитації або релаксаційних технік для зниження стресу та покращення психічного самопочуття. Існують спеціальні додатки та онлайн-курси для навчання медитації та технік релаксації.

**Пошук підтримки:** Звернення до психологічної підтримки та консультування у випадку стресу, тривожності чи інших проблем психічного здоров'я.

**Соціальні зв'язки:** Підтримка та розвиток взаємодії з реальними людьми. Спілкування, відвідування друзів та родичів, участь у спільнотах та заходах.

**Самопізнання та самопідтримка:** Практика самопізнання, самоаналізу та самопідтримки. Це може бути через ведення щоденника, використання технік самоаналізу або психологічних вправ.

**Оптимізація робочих процесів:** Збалансоване планування та організація робочих часів, використання технік ефективного керування часом для зменшення стресу в професійному житті.

### **Як ІТ допомагає психології**

ІТ відіграють значну роль у психології, надаючи нові можливості для досліджень, покращення практик та підтримки психічного здоров'я. Ось деякі способи:

**Дослідження та аналітика:** ІТ дозволяють психологам збирати, обробляти та

аналізувати великі обсяги даних. Це дозволяє здійснювати більш точні дослідження, виявляти тенденції та взаємозв'язки в психологічних аспектах, що допомагає у пізнанні людського поведінки та мислення.

**Технології у психотерапії:** Розвиток мобільних додатків та онлайн-платформ дозволяє психологам надавати психотерапевтичну підтримку дистанційно. Це забезпечує доступ до психологічної допомоги в будь-якому місці та часі.

**Технології в навчанні та освіті:** Використання ІТ у навчальних програмах з психології дозволяє створювати інтерактивні курси, онлайн-лекції, віртуальні лабораторії та інші освітні ресурси для покращення навчання та розвитку психологічних навичок.

**Психологічні тести та оцінки:** Розробка спеціальних програмних засобів для проведення психологічних тестів та оцінок дозволяє автоматизувати процеси оцінювання психічного стану, особистісних рис та здібностей.

**Віртуальна реальність (VR) у психотерапії:** Використання VR може допомагати у відновленні після травм, лікуванні фобій та допомагати у тренуванні навичок управління стресом або соціальної адаптації.

**Аналіз емоцій через технології:** Розробка програмного забезпечення, яке виявляє та аналізує емоції на основі візуальних, голосових або інших даних, що допомагає у вивченні емоційної реакції людини.

**Психологічний дизайн інтерфейсів:** Урахування психологічних аспектів у розробці інтерфейсів програм та сайтів, з метою полегшення взаємодії користувача з технологією.

Ці інновації використання ІТ у психології сприяють розвитку сучасних підходів у сфері психологічних досліджень, допомагають покращити доступність

психологічної допомоги та роблять її більш ефективною.

**Висновки.** У світі, де інформаційні технології (ІТ) стають неодмінною частиною нашого повсякденного життя, вони мають значний вплив на сферу психології. ІТ проникають у всі аспекти психології, надаючи нові можливості для досліджень, практики та підтримки психічного здоров'я.

З одного боку, використання ІТ викликає певні виклики, такі як цифровий стрес, залежність від технологій та негативний вплив на соціальне життя та сон. Однак, з іншого боку, ці технології також створюють нові можливості для підтримки психічного благополуччя.

ІТ допомагають у веденні досліджень та аналізу великих обсягів даних, що сприяє кращому розумінню людської поведінки та розвитку нових методик у психології. Вони також дозволяють надавати психотерапевтичну допомогу дистанційно, полегшуючи доступність до психологічної підтримки. Крім того, розвиток віртуальної реальності, аналіз емоцій через технології та психологічний дизайн інтерфейсів відкривають нові можливості для розвитку методик лікування, тренування та здорового способу життя.

Таким чином, необхідно збалансувати використання інформаційних технологій для забезпечення психологічного благополуччя. Розуміння як позитивних, так і негативних аспектів використання ІТ у психології допоможе розробити стратегії для максимізації їхнього позитивного впливу на психічне здоров'я та якості життя людей.

#### **Список інформаційних джерел**

1. Krueger, M. W. (1991). Artificial Reality: Past and Future. In S. K. Helsel & J. P. Roth (Eds.), *Virtual Reality: Theory, Practice and Promise* (pp. 19–26). Meckler
2. Krueger, M. W. (1991). Artificial Reality: Past and Future. In S. K. Helsel & J. P. Roth (Eds.), *Virtual Reality: Theory, Practice and Promise* (pp. 19–26). Meckler [in English].
3. <https://habr.com/ru/articles/595145/>
4. <https://www.ucc.ie/en/ck121/>
5. <https://www.apa.org/monitor/2023/07/psychology-embracing-ai>

*Лічерен Артем Олексійович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

**Науковий керівник:** *Богданова Наталія Володимирівна,*

*доцент кафедри інформаційних систем та технологій*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПЕРЕДБАЧУВАНOSTІ ЙМОВІРНОСИХ РІШЕНЬ У СИСТЕМАХ БЕЗ ЗБЕРЕЖЕННЯ СТАНУ**

**Анотація.** Дана робота фокусується на розгляді основних принципів використання випадковості та закону великих чисел у контексті галузей ігор та фінансів. Особлива увага приділяється вивченню методів досягнення справжньої випадковості подій, яка, в той же час, підпорядкована певній закономірності в межах закону великих чисел. Важливим аспектом є розробка набору правил та формул, які гарантують передбачені результати в заданих рамках, забезпечуючи при цьому повністю випадковий характер кожної окремої події. Особливий акцент робиться до відсутності стану в системі, яка є складнішою даному контексті.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** випадковість, закон великих чисел, ймовірність, ентропія, система без стану, фінансові рішення, галузь ігор.

**Abstract.** This paper focuses on the basic principles of using randomness and the law of large numbers in the context of the fields of gaming and finance. Particular attention is paid to the study of methods for achieving true randomness of events, which, at the same time, is subject to a certain regularity within the law of large numbers. An important aspect is the development of a set of rules and formulas that guarantee the predicted results within a given framework, while ensuring that each individual event is completely random. Particular emphasis is placed on the absence of a state in a system that is more complex than this.

**KEY WORDS:** randomness, law of large numbers, probability, entropy, stateless system, financial decisions, gaming industry.

**Вступ.** Сучасна ігрова індустрія, переплетена з інформаційними технологіями, знаходиться в центрі уваги, вносячи вагомий вклад у глобальну економіку. Проте для введення та ефективної експлуатації систем прийняття рішень обов'язкові сертифікація та отримання необхідних дозволів, що ставить питання перед необхідністю розробки систем прийняття рішень. Ці системи повинні бути не лише незалежними та унікальними, але й збігатися з математичними законами, враховуючи вимоги сучасного законодавства. Розробка розподіленої системи без збереження стану стає нагальною задачею для досягнення цих цілей, роблячи актуальним дослідження основних принципів імовірності та закону великих чисел в контексті ігрової індустрії та забезпечення високого рівня її функціональності та безпеки.

**Основна частина.** В процесі виконання завдання був розроблений модуль для прийняття рішень, який використовує криптографічно стійку реалізацію

алгоритму генерації випадкових чисел (SHA1PRNG). Крім того, цей модуль забезпечує збіг до математичного ряду згідно з законом великих чисел [1] та має

можливість налаштування параметрів. З інтенсифікацією процесу прийняття рішень зростає статистична збігливість ряду, який має сигмоїдальну форму, в залежності від початкових параметрів ряду. Один з найбільш важливих параметрів у цьому контексті - це волатильність (volatility) [2].

Визначення волатильності в даному контексті вказує на діапазон коливань часового ряду і виступає як індикатор випадковості. Збільшення волатильності вказує на менш передбачувані результати при прийнятті рішень. У конкретній реалізації волатильність використовується як обернене абстрактне значення, представлене в інтервалі від 1 до 99. Це значення вказує на максимально можливе відхилення результату обчислення від очікуваного.

Для розуміння система врахування волатильності може бути описана так:

- Модуль прийняття рішень аналізує вхідні дані і визначає ймовірність позитивного результату.
- Коефіцієнт волатильності, який є оберненим до волатильності значенням, застосовується як множник до визначеної ймовірності, використовуючи правило Баєса для ймовірностей [3].
- Приймається кінцеве рішення з позитивною ймовірністю.

$$X_{mean} = \sum_{1}^{n} \frac{x_i}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{1}{(n-1)} * \sum_{1}^{n} (x_i - X_{mean})^2\right)}$$

Забезпечення збіжності ряду з сигмоїдою досягається завдяки використанню генератором рішень функції, яка є оберненою до волатильності. Іншими словами, у визначенні фінансової волатильності на основі вибірки X, цей процес може бути виражений таким чином:

$$X_{mean} = \sum_{1}^{n} \frac{x_i}{n}$$

де  $\sigma$  – волатильність,

$n$  – кількість елементів,

$x_i$  –  $i$ -й член вибірки,

$X_{mean}$  – середнє значення вибірки;

Для забезпечення збіжності ряду при збільшенні кількості окремих рішень і відсутності стану системи можна використовувати підход, при якому формується сукупність елементів (підвибірка), яка відповідає умовам включення до генеральної вибірки  $i$ , отже, може бути потенційним членом цієї вибірки. При прийнятті рішень на основі такої послідовності з кожним новим рішенням будуть формуватися чітко визначені регіони, і система буде зберігати чітку тенденцію навіть при максимальній різноманітності вхідних параметрів на всьому спектрі.

Формула для обчислення кожного  $i$ -го члена такої вибірки матиме вигляд:

$$x_i = X_{mean} \pm \sqrt{\eta_i}$$

Метод, який застосовується в інвестиційній сфері, не відповідає умовам поставленої задачі через операції лише з ентропійними даними. Подібний підхід також не гарантує достатньої впевненості щодо включення кожного елемента до генеральної вибірки. Існують інші підходи, наприклад, з утворення саморегулюючої послідовності [8], але ця реалізація не враховує обмежень області можливих значень параметра відхилення. Вона також не враховує обмежень, що стосуються вказаних параметрів, включаючи мінімальний порядковий номер і розмір

вибірки. Натомість, розглянутий метод враховує та пропонує ряд параметрів, які можна налаштувати при будівництві послідовності. Деякі з цих параметрів,

важливих для області застосування модуля прийняття рішень, було успішно впроваджено в розроблений алгоритм побудови послідовностей.

**Висновки.** Було проведено дослідження у визначеній області, включаючи проектування та розробку модуля прийняття рішень. Цей модуль базується на випадковості та може забезпечувати високу ентропію для індивідуальних результатів при обробці невеликих наборів даних. При цьому він забезпечує збіжність результатів до сигмоїдальної функції відповідно до закону великих чисел (при  $n \geq 1'000'000$ ). Основною особливістю цього модуля є можливість застосування у системах без збереження стану, зокрема, через вирішення архітектурних або регулятивних викликів на рівні законодавства.

На рисунку 1 подано приклад впливу волатильності на ймовірність прийняття позитивного рішення. Ілюстрація відображає тільки вплив коефіцієнта волатильності. Кожна лінія відображає зміну ймовірності прийняття для окремої вибірки, отриманої при роботі системи з різними параметрами генерації послідовності. Кожна вибірка містить 10.000.000 згенерованих даних.

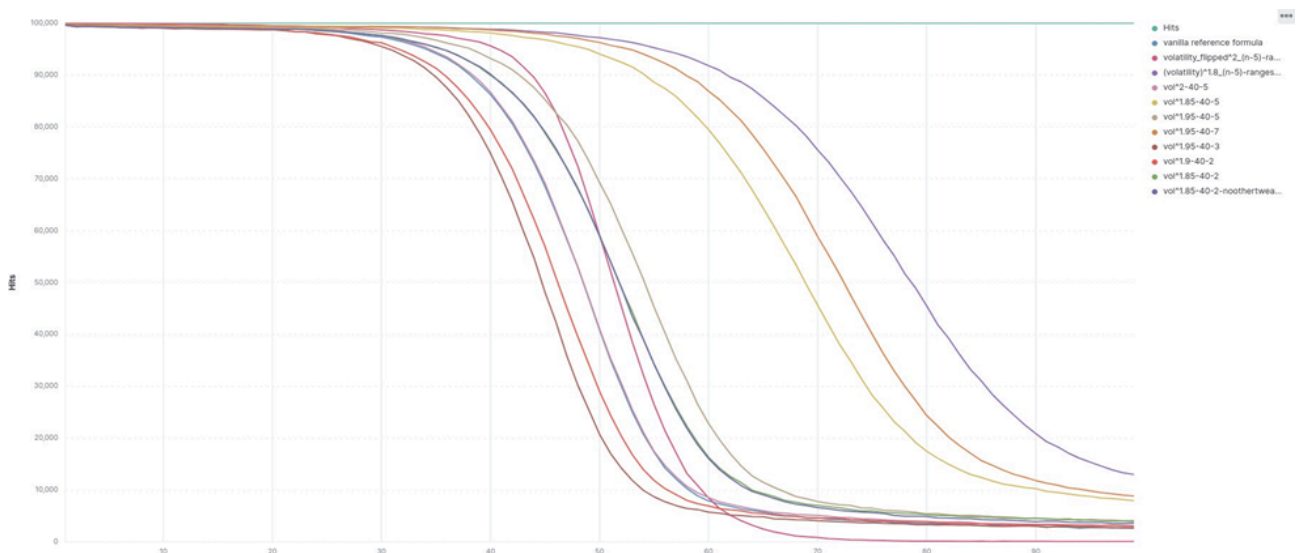


Рис.1. Приклад статистичного зменшення ймовірності (за участю 10.000.000 згенерованих даних для кожної вибірки, кількість вибірок = кількість ліній)

### Список інформаційних джерел

1. A Guide to Casino Mathematics [Електронний ресурс] / Robert C. Hannum // Gaming Studies Research Center, University of Nevada, Las Vegas. — 2005. — 12с. — Режим доступу: [https://www.trendfollowing.com/pdfs/casino\\_math.pdf](https://www.trendfollowing.com/pdfs/casino_math.pdf);
2. Cabot Antony. Practical Casino Math, 2 nd edition. / Cabot A., Hannum R. // Reno NV, Institute for the Study of Gambling & Commercial Gaming, University of Nevada. — 2005. — 247с. — ISBN 0-942828-53-4.
3. Simon DeDeo. Bayesian Reasoning for Intelligent People / Simon DeDeo // Social and Decision Sciences, Carnegie Mellon University & the Santa Fe Institute — 2018 — 26с. — Social and Decision Sciences, Carnegie Mellon University & the Santa Fe Institute Режим доступу: <https://wiki.santafe.edu/images/2/2e/Bayesian-Reasoning-for-Intelligent-People-DeDeo.pdf>

*Маргарян Таджат Ашотович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Орленко Сергій Петрович, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри інформаційних систем та технологій*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **ЗАСТОСУВАННЯ ГРАФОВИХ БАЗ ДАНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЛЮДСЬКИМИ РЕСУРСАМИ**

### **APPLICATION OF GRAPH DATABASES AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES FOR HUMAN RESOURCE MANAGEMENT SYSTEM**

**Анотація.** У даній роботі досліджується застосування графових баз даних та технологій штучного інтелекту в управлінні людськими ресурсами. Розглянуто використання технологій обробки природної мови для автоматизації процесу перевірки резюме та графових баз даних для збереження даних з урахуванням складних взаємозв'язків та можливостей для їх аналітики.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** графові бази даних, управління людськими ресурсами, штучний інтелект.

**Abstract.** This paper explores the application of graph databases and artificial intelligence technologies in human resource management. The main focus is on the use of natural language processing techniques to automate the CV review process and graph databases to store data with complex relationships and analytics capabilities.

**KEY WORDS:** graph databases, human resource management, artificial intelligence.

**Вступ.** У сучасному світі управління людськими ресурсами набуває все більшої складності та багатогранності. Професіонали в галузі HR прагнуть забезпечити свою організацію висококваліфікованими спеціалістами, що відповідають вимогам компанії. Однак, деякі процеси, такі як найм, навчання та розвиток персоналу, можуть бути досить складними та вимагати багато часу, що спонукає до дослідження та розробки нових технологічних рішень, здатних спростити та автоматизувати дані процеси.

**Основна частина.** У даній роботі розглядається застосування технологій штучного інтелекту та графових баз даних для управління людськими ресурсами, що в подальшому може сприяти розробці інформаційної системи. Одне з найбільш складних завдань для HR-фахівців – перевірка резюме для пошуку найкращих кандидатів, оскільки даний процес вимагає детального аналізу великої кількості інформації, включаючи оцінку професійних

навичок та досвіду, а також здатність виявляти ключові якості, які відповідають цінностям компанії. Техніки обробки природної мови (NLP) надають широкі можливості для пришвидшення даного процесу. Завдяки NLP, можна автоматично сканувати, аналізувати та вилучати ключові дані з документів. Це включає виявлення та класифікацію ключових термінів, які, наприклад, стосуються навичок, досвіду та кваліфікацій кандидатів, що дозволяє



автоматизувати процес організації інформації, значно спрощуючи подальший процес відбору [1].

Вилучені дані можуть бути збережені у графовій базі даних, що надає можливість моделювання інформації у формі «трійок», де існують дві сутності та зв'язок між ними [2]. Наприклад, навички кандидата можуть бути описані за допомогою сутностей «кандидат» та «навичка», зв'язаних відношенням «володіє». Це дозволяє детально відобразити профіль кандидата на графі, включаючи різні деталі. Аналогічно до профілю кандидата, на графі може бути представлена вакансія разом з вимогами до навичок, досвіду тощо. Даний підхід здатний підвищити швидкість та точність знаходження кандидатів, що відповідають заданим критеріям, шляхом пошуку подібності між вузлами кандидатів та вакансії. Для оцінки подібності може бути застосована подібність Джакарда або інші методи [3].

Для управління людськими ресурсами графові бази даних також надають можливість моделювати складні мережі взаємозв'язків між різними сутностями, такими як команди, працівники, проекти,

задачі, навчальні курси та інші. Окрім цього, графові бази пропонують широку підтримку алгоритмів, які можуть бути використані для аналітичних цілей. Наприклад, Neo4j має власну мову запитів Cypher, яка підтримує алгоритми кластеризації, пошуку найкоротшого шляху, аналізу центральності вузлів та розпізнавання шаблонів. Алгоритми кластеризації можуть допомогти виявити кластери співробітників з подібними навичками для формування команд, а пошук найкоротшого шляху на графі – знайти найбільш ефективний маршрут розвитку кар'єри співробітників [4].

Крім того, застосування графових баз даних відкриває можливості для впровадження чатових асистентів на базі Large Language Models (LLM), які ефективно працюють з графовою структурою даних та формуванням запитів [5]. Вони спроможні обробляти стандартні запити, тим самим звільняючи час HR-фахівців для більш складних завдань. Ці асистенти, використовуючи природну мову, можуть генерувати запити для отримання даних з бази, і, базуючись на отриманих даних, генерувати відповіді для користувача.

**Висновки.** Підсумовуючи, можна дійти висновку, що графові бази даних разом технологіями штучного інтелекту мають значний потенціал для покращення управління людськими ресурсами, відкриваючи нові можливості для автоматизації процесів та аналітики даних, зокрема в сферах відбору кандидатів та розвитку персоналу. Техніки обробки природної мови (NLP) надають можливість вилучення та детального аналізу інформації з резюме, тоді як графові бази даних можуть бути застосовані для збереження даних з урахуванням складних взаємозв'язків і сприяти вирішенню аналітичних завдань.

### Список інформаційних джерел

1. Sridevi G. M., S. Kamala Suganthi. AI based suitability measurement and prediction between job description and job seeker profiles. *International Journal of Information Management Data Insights* 2(2), November 2022. DOI: 10.1016/j.jjime.2022.100109.
2. Maciej Besta, Robert Gerstenberger, Emanuel Peter, Marc Fischer, Michał Podstawski. *Demystifying Graph Databases. Analysis and Taxonomy of Data Organization, System Designs, and Graph Queries*, 2019. DOI: 10.48550/arXiv.1910.09017.
3. Rudresh Mishra, Ricardo Rodriguez, Valentin Portillo. *An AI based talent acquisition and benchmarking for job*, 2020. DOI: 10.48550/arXiv.2009.09088.

4. Maurits de Groot, Jelle Schutte, David Graus. Job Posting-Enriched Knowledge Graph for Skills-based Matching. Leiden University, Randstad, 2021. DOI: 10.48550/arXiv.2109.02554.
5. Pan J. Z., Razniewski S., Kalo J.-C., Singhanian S., Chen J., Dietze S., Jabeen H., Omeliyanenko J., Zhang W., Lissandrini M., Biswas R., de Melo G., Bonifati A., Vakaj E., Dragoni M., Graux D. Large Language Models and Knowledge Graphs: Opportunities and Challenges, 2023. DOI: 10.48550/arXiv.2308.06374.

*Марценюк Кирило Анатолійович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Коган Алла Вікторівна, доцент, кандидат технічних наук КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **DATA PROCESSING SCHEME FOR DETECTING FAKE NEWS IN TELEGRAM**

**Анотація.** У світлі сучасних подій, протидія поширенню фейків та дезінформації стає важливою проблемою для інформаційної безпеки країни, особливо в контексті месенджерів, таких як Telegram, де інформація може швидко розповсюджуватися без належної перевірки. У зв'язку з цим виникає потреба у створенні інформаційної системи для виявлення недостовірних новин. У роботі запропоновано удосконалену схему обробки даних, спроектовану для ефективного розпізнавання фейкових новин у Telegram.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** фейкові новини, telegram, обробка даних, машинне навчання, теорія ймовірностей, обробка природної мови.

**Abstract.** In light of current events, countering the spread of fakes and misinformation becomes a crucial issue for the country's information security, especially in the context of messengers such as Telegram, where information can rapidly disseminate without proper verification. Consequently, there is a need to establish an information system for detecting unreliable news. The paper proposes an improved data processing scheme designed for the effective identification of fake news in Telegram.

**KEY WORDS:** fake news, telegram, data processing, machine learning, theory of probability, natural language processing.

**Introduction.** In the conditions of the modern information society, the issue of detection and resistance to fake news becomes particularly relevant [1]. Fake news, often aimed at manipulating public opinion, poses a threat to the objective perception of events. In the context of contemporary global conflicts, especially the war in Ukraine, fake information becomes an effective tool of hybrid warfare, emphasizing the necessity of systematic combat against this phenomenon. Unreliable news, as a means of disinformation, can have significant socio-cultural and political consequences, disrupting public stability. The development of an effective data processing scheme for detecting fake news in Telegram poses a problem of paramount importance. A scientific approach to this task involves a thorough study and analysis of the characteristics of the spread of unreliable information in this messenger, as well as the development of a complex of algorithms and data processing methods for the efficient detection and suppression of fake news emergence. One of the key aspects of this process is the utilization of advanced natural language processing technologies, machine learning, and big data analysis.

**Main part.** Analysis of various scientific articles has revealed a common algorithm for detecting fake information (Figure 1). This algorithm encompasses several key stages aimed at efficiently identifying fakes. The first stage involves data collection, where a large amount of information is accumulated for subsequent analysis. This is followed by preliminary data processing, including structuring and cleaning them of unnecessary details. Next in the algorithm is the stage of feature extraction and selection. At this point, key characteristics of the data are identified,

which are most informative for detecting fakes. The most crucial stage is the training of the model using machine learning (ML). During this stage, a model is created that can identify fake information based on the learned features. The model undergoes thorough verification and testing to ensure its effectiveness and reliability. Upon successful completion of all stages, the model is integrated into the information system. When a user submits news, the system processes it using the built model and returns the percentage of credibility and fakeness of that news. Thus, this algorithm provides an effective means of detecting fake news.

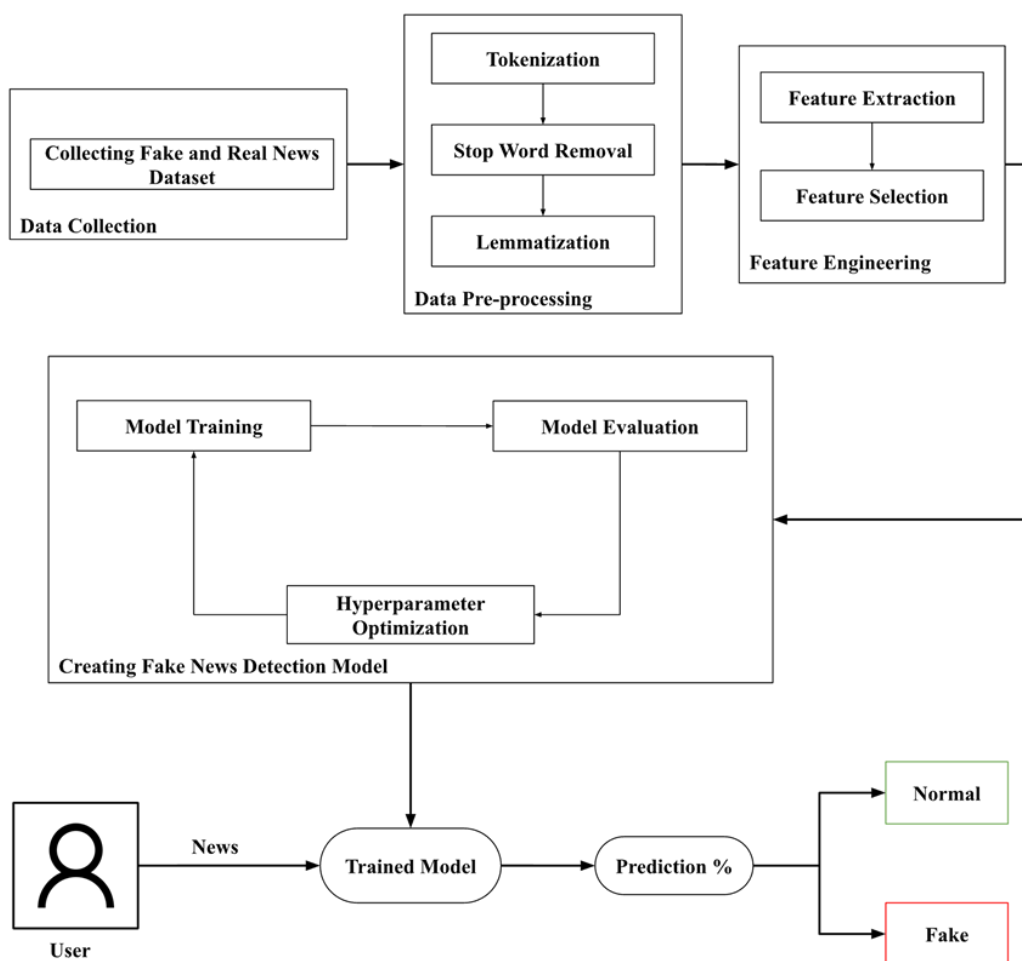


Fig 1. General data processing scheme for detecting fakes [4-9]

Telegram, as a platform, has its own features [2]. The speed of information transmission in Telegram poses a challenge for effective fake detection. Given the high volume of data, the algorithm should be capable of quickly and accurately identifying unreliable

information sources. The anonymity in Telegram adds complexity to the detection and tracking of the origins of information. This makes it essential to develop algorithms that can work effectively in conditions of anonymity and provide accurate results. That

only underscore the need for improvement and adaptation of the fake detection algorithm to the Telegram platform to enhance its efficiency and effectiveness. Therefore, to optimize the efficiency and effectiveness of the fake detection algorithm, it is necessary to consider the specific features of the Telegram platform and adapt the algorithm accordingly.

The first step in improving the algorithm is the addition of a new block - Natural Language Processing (NLP). While there are existing algorithms that already utilize NLP, it is crucial to apply it within the context of the Telegram platform, where analysis extends beyond just text to include comments and reactions. This block will be responsible for analyzing the emotional tone of the text to determine the emotions elicited by the news, as fake news often aims to evoke strong emotions in readers for the purpose of information dissemination [3]. By understanding the emotional nuances of the text, the algorithm can better detect potentially unreliable or sensational information. Additionally, NLP will analyze the frequency and usage of words in fake news, aiding in the creation of a profile of linguistic characteristics associated with deceptive content. Incorporating Natural Language Processing into the algorithm significantly enhances its capabilities, as this addition is aimed at improving accuracy and efficiency.

The next step is to incorporate a database of reliable and potentially hazardous news sources into the model. Despite the majority of channels and groups in Telegram being anonymous, analyzing publications from specific sources to assess their reliability in the

context of identifying potential fakes will contribute to a more accurate evaluation of the likelihood of a news item being unreliable or true. This approach aims to refine the model by enabling it to consider information about sources that have already established themselves as reliable or unreliable. Analyzing publications from these sources can serve as an additional criterion for determining the probability of the authenticity or fakeness of news information. This approach facilitates the creation of a more objective and well-founded model for assessing news credibility.

The final stage of refining the algorithm involves incorporating a probability function into the model. This function takes various parameters as input, such as the model's prediction results, the reliability of the source, and the analysis of reactions, comments, and the news itself in different contexts. The use of probability theory allows for effectively managing uncertainty in the classification process, enabling the model to consistently consider the probability of different event outcomes and their interconnections. For example, when the model is not confident in its prediction, probability theory can assist in resolving complex classification situations. This is particularly valuable in challenging analytical tasks, such as fake news detection. A probability tree can combine predictions from different models with varying parameters, taking into account their proposals and weighting coefficients, to create an overall assessment. Integrating this function into the overall model allows for a comprehensive approach to assessing the credibility of news, a crucial step in enhancing the fake news detection algorithm.

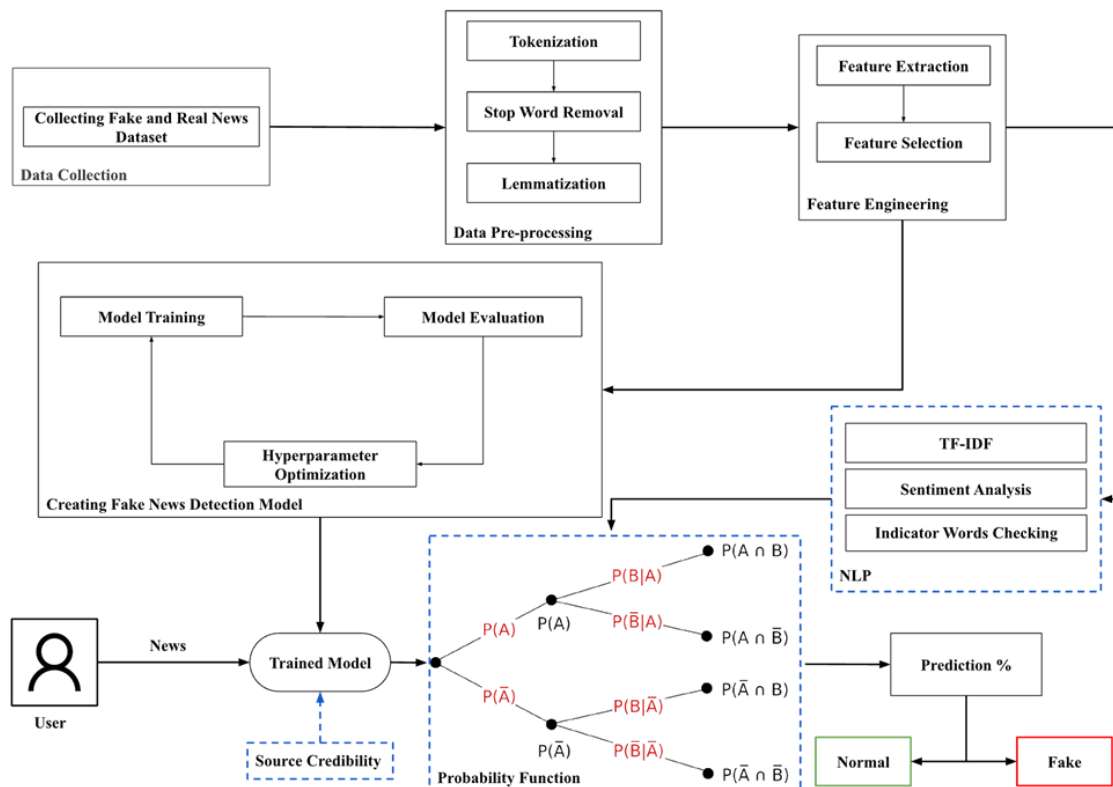


Fig 2. The proposed data processing scheme for detecting fakes on Telegram

**Conclusions.** As a result, an effective data processing scheme for detecting fake news in Telegram was proposed (Figure 2). Its structure can be expanded and refined to address most of the complexities inherent in identifying fake news. The scheme covers key aspects from data collection to final prediction, emphasizing the importance of careful data processing to develop a reliable and accurate information system for fake news detection. Overall, this scheme shows promise for further research in this field.

### References

1. Яценко Л. Р. Специфіка фейкових новин в українських медіа : thesis. 2020. URL: <http://er.nau.edu.ua/handle/NAU/41758>
2. Automated Multilingual Detection of Pro-Kremlin Propaganda in Newspapers and Telegram Posts / V. Solopova et al. *Datenbank-Spektrum*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1007/s13222-023-00437-2>
3. Butyrina M., Temchenko L. Телеграм як середовище просування російських дезінформаційних наративів: канали, методи, фрейми. *Communications and Communicative Technologies*. 2023. № 23. С. 69–77. URL: <https://doi.org/10.15421/292311>
4. Data pre-processing / M. X. Ribeiro et al. the 5th international conference, Cergy-Pontoise, France, 28–31 October 2008. New York, New York, USA, 2008. URL: <https://doi.org/10.1145/1456223.1456277>
5. Frigui H. Pre-processing for data clustering. IEEE Annual Meeting of the Fuzzy Information, 2004. Processing NAFIPS '04., Banff, Alta., Canada, 27–30 June 2004. 2004. URL: <https://doi.org/10.1109/nafips.2004.1337437>
6. A Deep Learning Framework for Detection of COVID-19 Fake News on Social Media Platforms / Y. Tashtoush et al. *Data*. 2022. Vol. 7, no. 5. P. 65. URL: <https://doi.org/10.3390/data7050065>

7. DeepFND: an ensemble-based deep learning approach for the optimization and improvement of fake news detection in digital platform / V. K et al. *PeerJ Computer Science*. 2023. Vol. 9. P. e1666. URL: <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.1666>
8. Chandra G. R. M. Fake News Detection Using Various Machine Learning Algorithms. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*. 2021. Vol. 9, no. 10. P. 1218–1226. URL: <https://doi.org/10.22214/ijraset.2021.38609>
9. Detection of fake news using Machine Learning Algorithms / T. Gaikwad et al. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*. 2022. Vol. 10, no. 12. P. 1506–1510. URL: <https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.48172>

*Мельник Максим Аркадійович, здобувач вищої освіти*

*ДУІКТ, Україна*

*Науковий керівник: Трінтіна Наталія Альбертівна,*

*кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інтернет-технологій*

*ДУІКТ, Україна*

## **ПАРАЛЕЛЬНЕ ОБРОБЛЕННЯ ЗАПИТІВ У ВЕБ-СЕРВЕРІ: ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ВЕБ-СЕРВІСІВ**

**Анотація.** В сучасному світі веб-сервіси займають велику роль в побудові зручного та швидкого доступу людей до певних сфер послуг або інформації. Вивчення та реалізація методів паралельної обробки запитів у веб-серверах дозволить підвищити продуктивність та ефективність їх роботи. Актуальність даної теми обумовлена тим, що з розвитком веб-технологій та збільшенням кількості користувачів, забезпечення високої швидкості та оперативності відповідей веб-серверів стало важливим питанням.

Огляд існуючих підходів до паралельної обробки веб-запитів для веб-сервера дозволить не тільки порівняти відмінності між ними, але й запровадити декілька підходів одночасно, що дозволить підвищити швидкість обробки великої кількості запитів, що є надважливим для веб-серверів.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** Веб-сервер, паралельна обробка, ефективність.

## **PARALLEL PROCESSING OF REQUESTS IN A WEB SERVER: ENHANCING PRODUCTIVITY AND EFFICIENCY OF WEB SERVICES**

**Abstract.** In the modern world, web services play a significant role in providing convenient and fast access for people to specific areas of services or information. Studying and implementing methods of parallel processing of requests in web servers will enhance their productivity and efficiency. The relevance of this topic is driven by the development of web technologies and the increasing number of users, making the provision of high speed and responsiveness of web servers a crucial issue.

Reviewing existing approaches to parallel processing of web requests for web servers will not only allow comparing the differences between them but also introducing several approaches simultaneously, which will increase the speed of processing a large number of requests, crucial for web servers.

**KEYWORDS.** Web server, parallel processing, efficiency.

**Вступ.** Серед багатьох методів паралельної обробки, існують різні стратегії їх застосування. Всі вони спрямовані на ефективне розподілення завдань та використання ресурсів для оптимізації продуктивності при виконанні запиту у веб-серверах. Нижче буде розглянуто декілька з найпопулярніших методів, які наразі застосовуються при розробці веб-серверу.

**Основна частина.** Одним із казати коротко, то потік - це точка виконання найпопулярніших методів обробки даних є всередині процесу. Отже, у множинні потоки ( Multithreading ). Якщо багатопотоковому процесі є кілька точок



одночасного виконання всередині процесу. Багатопотоковість корисна в будь-якій ситуації, коли один потік має чекати ресурс, і ми можемо запустити інший потік протягом цього часу [2, с. 165]. Кожен потік представляє собою окремий шлях виконання програмного коду. У веб-серверах множинні потоки використовуються для одночасної обробки декількох запитів. Основний процес створює кілька потоків, і кожен з них може обробляти свій власний запит, не блокуючи інші потоки. Завдяки цьому, з'являється можливість ефективно використовувати ресурси, оскільки кожен потік може виконувати свої завдання паралельно. Це корисно у тих випадках, коли частина коду чекає на операції вввод-вивід, таких, як мережеві операції, чи читання з диску. Також, за допомогою цього методу можна масштабувати веб-сервер, що допоможе збільшити кількість оброблювальних запитів, додаючи нові потоки. У випадку, якщо один із потоків вийде з ладу, це не загрожуватиме зупинці всього веб-серверу. Інші потоки зможуть спокійно працювати, що забезпечить стабільну роботу. Відповідно, через перевагу паралельності, ми можемо зменшити затримку відповіді з серверу, при цьому не чекаючи завершення інших операцій.

Метод множинних процесів (Multiprocessing ) - одночасне виконання декількох процесів. Кожен процес є окремим екземпляром програми, що виконується, з власним адресним простором і рядком виконання. Кілька процесів можуть виконуватися на різних процесорних ядрах або на різних фізичних процесорах. Але не потрібно плутати між собою множинні потоки та множинні процеси. Множинні

процеси мають власні ресурси і вони є ізольованими, в той же час потоки використовують ресурси, надані в процесі, що призводить до складнішого управління ресурсами. Мережеві потоки менш витратні в розробці, оскільки вони використовують спільні ресурси, коли для множинних процесів необхідне управління міжпроцесовою взаємодією, так як, кожен процес потребує власного ресурсу. Обидва методів можна використовувати при розробці одного проекту, але це підвищить вартість його розробки, при цьому підвищить ефективність та швидкість сервісу.

Черга повідомлень ( Message Queue ) - механізм зв'язку, що дозволяє програмам обмінюватися даними в термінах повідомлення в мережі [3, с. 242].

Message Queue дозволяє асинхронну обробку повідомлень, тобто виробник і споживач можуть функціонувати незалежно один від одного. Завдяки своєму принципу роботи, компоненти програми можуть взаємодіяти між собою через обмін повідомленнями, без прямого доступу один до одного. Це дозволяє створювати незалежні один від одного системи або мікросервіси. Механізм підтвердження та повторної відправки геqueue дозволяє доставляти повідомлення, навіть якщо в системі стався збій, через що є надійним способом доставки. У сучасних програмних архітектурах Message Queue використовуються, коли асинхронний зв'язок є ключовим, наприклад, при взаємодії мікросервісів, асинхронній обробці подій та розподілених обчисленнях. До поширених систем черг повідомлень належать Apache Kafk, RabbitMQ та Apache ActiveMQ.

**Висновки.** Усі представлені методи паралельної обробки даних широко застосовуються при розробці сучасних веб-серверів. Кожен із них можна застосувати в одному проекті, але через це буде підвищуватись вартість розробки та підтримки такого веб-серверу. Для компаній, яким необхідна висока швидкість обробки запитів та їх надійність, дані методи є необхідною

базою, адже без них буде виникати багато проблем із навантаженістю та швидкістю обробки запитів на сервер, що призведе до збою в його роботі, через що компанія зазнає більших збитків в порівнянні з тим, якби ці методи були запроваджені напочатку. Існують і інші методи паралельної обробки даних, які мають свою переваги. Всіх їх варто розглядати в силу своїх фінансових можливостей.

### **Список інформаційних джерел**

1. ЛІОНІН, А. В. Дослідження методів обробки даних у високонавантажених системах. 2019.
2. SHANTHI, M.; IRUDHAYARAJ, A. Anthony. Multithreading-an efficient technique for enhancing application performance. *International Journal of Recent Trends in Engineering*, 2009, 2.4: 165.
3. MAHESHWARI, Piyush; KIEN, Trung Nguyen; ERRADI, Abdelkarim. QoS-based message-oriented middleware for web services. In: *International Conference on Web Information Systems Engineering*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2004. p. 241-251.

*Мінін Павло Андрійович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Букасов Максим Михайлович, кандидат технічних наук,*

*доцент кафедри інформаційних систем та технологій*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **АВТОМАТИЗАЦІЯ АНАЛІЗУ ПОРТФЕЛЬНИХ КРЕДИТНИХ РИЗИКІВ БАНКУ**

**Анотація.** Наявність спеціалізованих аналітичних систем для оцінки ризиків банківської діяльності є основою для подальшого розвитку банківських технологій (FinTech). Одним з основних напрямків банківської діяльності є кредитування юридичних та фізичних осіб, який з початку 2023 року приніс банківській системі України 48% від загального доходу. На час написання роботи, незважаючи на розвиток аналітичних систем, деякі банки досі не впровадили у себе подібні системи і все ще користуються засобами звичайних офісних пакетів, що потребує використання громіздких та повільних робочих файлів. Це, в свою чергу, негативно впливає на ефективність такого аналізу. Для розв'язання даної проблеми запропоновано створення системи аналізу портфельних кредитних ризиків банку на основі трирівневої архітектури сховища даних. Для опрацювання та візуалізації обширних обсягів інформації пропонується ідея інтеграції BI-системи, яка буде підтримувати необхідні ОС та бази даних, забезпечувати створення дашбордів, мати достатню кількість аналітичних інструментів, вести KPI та мати сучасний візуальний інтерфейс. Впровадження такої системи в банку дозволить відмовитись від використання масивних робочих файлів ризик-аналітикам і значно прискорить внутрішні процедури.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** BI-система, аналітична система, автоматизація оцінки ризиків, дашборд, сховище даних.

### **Abstract.**

The presence of specialized analytical systems for assessing the risks of banking activities is the foundation for the further development of banking technologies (FinTech). One of the main directions in banking is the financing of legal entities and individuals, which, since the beginning of 2023, has contributed 48% to the total income of the banking system of Ukraine. At the time of writing this paper, despite the development of analytical systems, some banks have not yet implemented such systems and still use the tools of ordinary office packages, which require the use of bulky and slow working files. This, in turn, negatively affects the efficiency of such analysis. To address this issue, the creation of a system for analyzing the bank's portfolio credit risks is proposed, based on a data warehouse with a three-tier architecture. To process and visualize extensive volumes of information, the idea of integrating a BI system is expressed, which will support the necessary operating systems and databases, provide dashboard outputs, have an adequate number of analytical tools, track KPIs, and have a modern visual interface. The implementation of such a system in the bank will allow the abandonment of massive working files for risk analysts and significantly expedite internal procedures.

**KEYWORDS:** BI system, analytical system, risk assessment automation, dashboard, data warehouse.

**Вступ.** На сьогодні у сфері українського банкінгу є проблема в аналітичній обробці значної кількості фінансової інформації, як ринкової, так і внутрішньобанківської. Тоді як деякі питання, що відносяться до FinTech, такі як CRM, активно розвиваються протягом останніх десяти років, до розвитку аналітичних систем, пов'язаних з аналізом ризиків проведення банківських операцій, приділяється не значна увага. Нинішні труднощі виникають через постійне збільшення потоку інформації, повільну обробку даних та ручний ризик-менеджмент за допомогою засобів, таких як MS Excel. Періодичні зміни в шаблонах звітності від Національного банку України (НБУ) додають складнощів до процесу.

**Основна частина.** Основним банківським бізнесом в Україні є надання кредитів фізичним та юридичним особам. З огляду на це, Національним банком України приділяється особлива увага до регулювання кредитної діяльності банківської системи України шляхом встановлення відповідних вимог до адекватності регулятивного капіталу (Н2) банку [1].

Так станом на 01.11.2023 р. середньозважене значення адекватності регулятивного капіталу банківської системи України становило 25,31% при необхідних  $\geq 10\%$  [1] (як розраховано в таблиці 1). Частка навантаження на регулятивний капітал банків кредитним портфелем сягає 64% (див. рис. 1)

Група ризику	Коефіцієнт ризику	Сума	Сума активів зважених на коефіцієнт ризику
1	2	3	4=2*3
I група ризику	0%	1 844 801 829	0
II група ризику	10%	335 692	33 569
III група ризику	20%	383 099 988	76 619 998
IV група ризику	30%	0	0
V група ризику	35%	0	0
VI група ризику	50%	104 540 358	52 270 179
VII група ризику	75%	0	0
VIII група Кредитний Портфель	100%	669 873 273	669 873 273
VIII група інші активи	100%	23 211 716	23 211 716
Валютний ризик	x	x	105 604 675
Операційний ризик	x	x	120 791 020
Сумарні активи зважені на відповідний коефіцієнт ризику залежно від групи ризику (Ar)	x	x	822 008 735
Величина непокритого кредитного ризику (НКР)	x	x	-3 476 963
Загальна сума регулятивного капіталу (PK) (H1)	x	x	264 480 907
Середнє значення нормативу H2	x	x	25,31%

Таблиця 1. Структура навантаження на регулятивний капітал банків України станом на 01.11.2023 р., тис. грн [2]



Рис. 1. Структура навантаження на регулятивний капітал банків України

Також необхідно зазначити, що станом на 01.11.2023 р. питома вага процентних доходів від кредитування фізичних та юридичних осіб складає 48% від загальних доходів банківської системи (див. табл. 2).

Показник	Сума	Питома вага
Процентні доходи від КП юридичних осіб	75 024 498,13	30,87%
Процентні доходи від КП фізичних осіб	41 733 182,15	17,17%
<b>Процентні доходи від КП</b>	<b>116 757 680,28</b>	<b>48,03%</b>
Інші доходи	126 315 204,51	51,97%
<b>Всього доходів</b>	<b>243 072 884,79</b>	<b>100,00%</b>

Таблиця 2. Структура доходів банків України станом на 01.11.2023 р., тис. грн [2]

Вищезазначене підтверджує необхідність належного інструментарію для забезпечення аналізу портфельних кредитних ризиків.

На час написання цієї роботи деякі банки України продовжують використовувати для проведення аналізу портфельних кредитних ризиків в розрізі операцій програмний комплекс MS Office Professional (див. рис. 2).

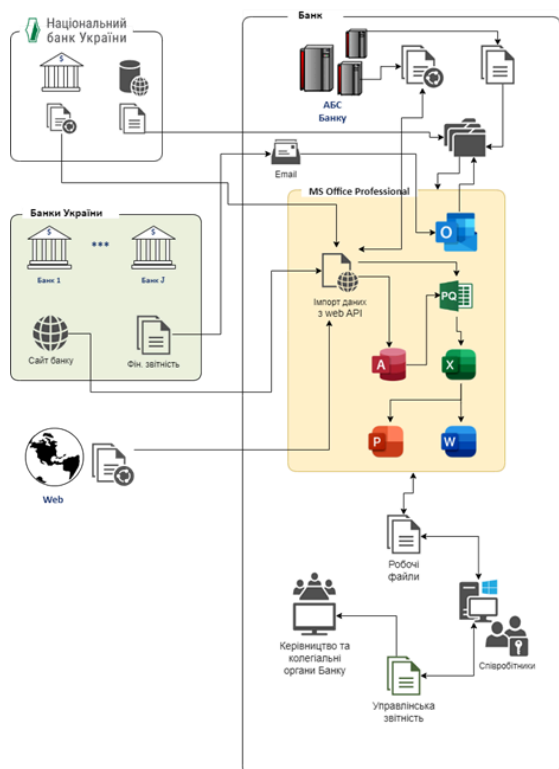


Рис. 2. Загальна структура автоматизації аналізу ризиків банку засобами MS Office

Також Office використовується для обробки та аналізу інформації з зовнішніх джерел (сайт НБУ, сайти інших банків, сайт Міністерства статистики та ін.). Такий підхід потребує використання великої кількості робочих файлів. Ці файли зазвичай сягають значних розмірів. Наприклад, MS Excel-файл для обробки 250–300 тис. рядків може важити аж до 250 МБ. Навіть просте відкриття такого файлу займатиме 2.5–3 хв, в залежності від характеристик робочого

комп'ютера. Це сповільнює роботу ризик-аналітиків банку.

Автором даної роботи для вирішення цього питання пропонується розробка спеціалізованої системи аналізу портфельних кредитних ризиків банку. Загальна структура запропонованої системи надана на рис. 3.

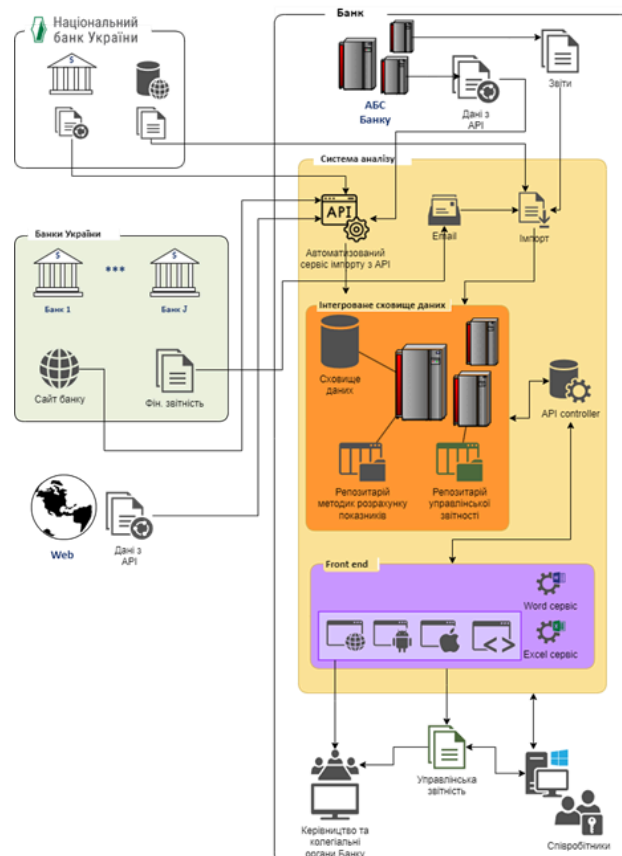


Рис. 3. Запропонована загальна структура автоматизації аналізу ризиків банку

Така система могла б надати можливість автоматизованого збереження та обробки даних, створення моделей прогнозування показників та виводу у форматах звітності і дашбордів. Це дозволить відмовитись від використання громіздких робочих файлів ризик-аналітикам та пришвидшить перебіг внутрішніх процедур банку.

Система буде побудована на основі сховища даних з трирівневою архітектурою [3].

Нижній рівень містить сервер бази даних, який використовується для імпорту даних із багатьох різних джерел. У запропонованій системі цими джерелами є транзакційні бази даних (автоматизована банківська система), окремі файли звітності, дані, отримані з використанням інтерфейсу API.

На середньому рівні буде розміщено сервер OLAP, який перетворюватиме дані на структуру, яка краще підходить для аналізу та виконання складних запитів.

Верхній рівень – це клієнтський рівень. У системі цей рівень містить інструменти, які використовуються для високорівневого аналізу даних, побудови запитів і data mining.

Пропонується реалізація сховища даних на основі взаємопов'язаних вітрин (див. рис. 4). Така структура сховища даних заснована на реальних взаємозв'язках сутностей у банківській сфері.

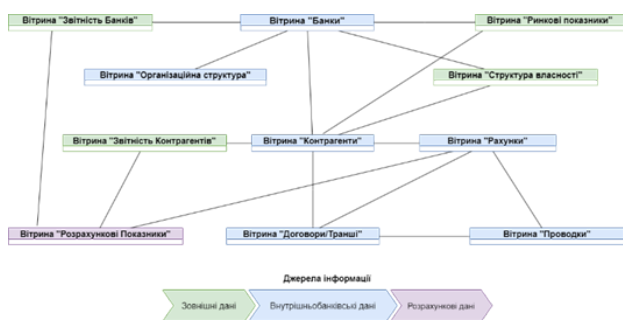


Рис. 4. Запропонована структура сховища даних

Business Intelligence системи (BI) відзначаються високою ефективністю у зборі, обробці та візуалізації великого обсягу даних, що ідеально підходить для використання на верхньому рівні нашої архітектури.

Було розглянуто три безкоштовні BI-системи з відкритим вихідним кодом. Результати порівняльного аналізу представлено у таблиці:

Критерій порівняння	Metabase	BIRT	KNOWAGE
---------------------	----------	------	---------

Операційна система (OC)	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS, Linux	Windows, Linux, macOS, Docker
Підтримка баз даних	MySQL, PostgreSQL, SQLite, декілька інших	Різноманітні, включаючи MySQL, PostgreSQL, Oracle, SQLite	MySQL, PostgreSQL, Oracle, MS SQL Server, та інші
Підтримка виводу дашбордів	+	+	+
Ведення та контроль KPI	-	-	+
Аналітичні інструменти	Обмежені	Розширені	Розширені
Спільнота та підтримка	Активна	Активна	Активна
Візуальний інтерфейс	Сучасний	Застарілий	Сучасний

Таблиця 3. Порівняльний аналіз BI-систем з відкритим кодом

Однією з таких систем є аналітична та візуалізаційна платформа з відкритим вихідним кодом Metabase. Вона була розроблена одноіменною компанією, штаб-квартира якої розташована в Сан-Франциско, Каліфорнія. Metabase була заснована в 2014 році Саміром Аль-Сакраном [4].

Іншою такою системою є BIRT, проєкт з відкритим вихідним кодом, який надає технологічну платформу для створення візуалізацій даних, який розроблений в рамках фонду Eclipse Foundation. Початково BIRT був ініційований та підтримувався компанією Actuate за участі IBM та Innovent Solutions [5].

Також на ринку представлена система KNOWAGE. Цей проєкт (у версіях до 6.x, відомий як SpagoBI) – це пакет Business Intelligence з повністю відкритим кодом, який підтримується європейською спільнотою відкритих кодів OW2 і керується італійською компанією Engineering, яка була заснована в 1980 році [6].

За результатами порівняльного аналізу можна зробити висновок, що найкращим інструментом слугуватиме BI-система KNOWAGE, так як вона поєднує велику

кількість аналітичних інструментів та сучасний дизайн.

**Висновки.** На час написання цієї роботи аналітиками деяких банків для аналізу портфельних кредитних ризиків використовуються громіздкі робочі файли MS Office, робота з якими сповільнена. Для вирішення цієї проблеми пропонується розробка системи аналізу портфельних кредитних ризиків банку на основі трирівневої архітектури сховища даних. Для обробки та візуалізації великого обсягу даних пропонується інтеграція ВІ-системи KNOWAGE, яка підтримується європейською спільнотою відкритих кодів OW2 і керується італійською компанією Engineering. Впровадження такої системи у банку дозволить відмовитись від використання громіздких робочих файлів ризик-аналітикам та пришвидшить перебіг внутрішніх процедур.

#### Список інформаційних джерел

1. ІНСТРУКЦІЯ про порядок регулювання діяльності банків в Україні затверджена Постановою правління НБУ № 638 від 28.08.2001 (зі змінами та доповненнями).  
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0841-01#Text> (дата звернення 10.12.2023)
2. Наглядова статистика Національного банку України.  
URL: <https://bank.gov.ua/ua/statistic/supervision-statist> (дата звернення 10.12.2023)
3. Data Warehouse Architecture: Traditional vs. Cloud Models  
URL: <https://panoply.io/data-warehouse-guide/data-warehouse-architecture-traditional-vs-cloud/> (дата звернення 10.12.2023)
4. Офіційний сайт Metabase. URL: <https://golden.com/wiki/MetaBase-3E94NV> (дата звернення 10.12.2023)
5. Офіційний сайт BIRT. URL: <https://eclipse-birt.github.io/birt-website> (дата звернення 10.12.2023)
6. Офіційний сайт KNOWAGE. URL: <https://www.knowage-suite.com/site> (дата звернення 10.12.2023)

*Мякий Михайло Юрійович, аспірант,  
асистент кафедри інформаційних систем та технологій  
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Гавриленко Олена Валеріївна, кандидат фізико-математичних наук,  
доцент, доцент кафедри інформаційних систем та технологій  
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **СПІЛЬНОТИ ТА ГРУПИ В СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ ЯК ФАКТОР ВПЛИВУ НА КУРСИ КРИПТОВАЛЮТ**

**Анотація.** Дана робота присвячена аналізу впливу спільнот і груп в соціальних мережах на курси криптовалют. Для проведення дослідження було обрано популярний месенджер Telegram, який показав себе, як важлива платформа для обговорення різних тематик, зокрема, частіше за все там попадаються рекламні банери і спільноти де ключовою тематикою є криптовалюта. Даними групами користуються трейдери і інвестори для обговорення і обміну інформацією відносно певних змін в криптовалютах. Дослідження включає в себе аналіз текстових повідомлень, сентиментальний-аналіз та використання машинного навчання для передбачення змін в цінах криптовалют на основі активності у цих спільнотах. Зокрема, нас цікавить порівняння впливу поширеної інформації в цих групах і впливу дописів відомих людей на курс криптовалюти. Також важливим аспектом є визначення чи є допис експертів фактором який буде стимулювати обговорення в даних групах. Результати даного дослідження не лише допоможуть зрозуміти роль соціальних мереж у фінансових рішеннях, але й нададуть практичні висновки для інвесторів і трейдерів, котрі шукають інсайди для прийняття фінансових рішень в криптовалютному ринку.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** Сентиментальний-аналіз, інвестори, машинне навчання, групи, криптовалюти, соціальні мережі.

**Abstract.** This article is dedicated to analyzing the impact of communities and groups on social media on cryptocurrency prices. For the research, the popular messenger Telegram was selected as a crucial platform for discussing various topics, notably cryptocurrency, often featuring advertisements and communities primarily focused on cryptocurrency-related discussions. These groups are utilized by traders and investors for discussing and exchanging information regarding specific cryptocurrency changes. The research involves the analysis of text messages, sentiment analysis, and the utilization of machine learning to predict changes in cryptocurrency prices based on activity within these communities. Particularly, we are interested in comparing the influence of widely spread information within these groups to the impact of posts by well-known individuals on cryptocurrency prices. Additionally, a significant aspect is determining whether expert posts are a factor that stimulates discussions within these groups. The results of this research will not only help in understanding the role of social media in financial decisions but will also provide practical insights for investors and traders seeking information for making financial decisions in the cryptocurrency market.

**KEYWORDS:** Sentimental analysis, investors, machine learning, groups, cryptocurrencies, social media.



**Вступ.** Сучасний фінансовий світ зазнає низку революційних змін, завдяки розширенню криптовалют та їхньому впливу на глобальні фінансові ринки. Криптовалюти, такі як Bitcoin, Ethereum та інші, стали об'єктом інтенсивного інтересу як інвесторів, так і трейдерів. Зараз вони визначають не лише перспективи збагачення, але й розбудову екосистеми фінансового сектора. Під час розгляду цього нового активу, велика увага приділяється не лише економічним фундаментальним фактором, але й впливу соціальних чинників, які можуть впливати на цінову динаміку.

Спільноти та групи у соціальних мережах відіграють значущу роль у формуванні перцепції та рішень, пов'язаних з криптовалютами. Однак, досі існує значна невизначеність стосовно того, як саме ці соціальні структури впливають на курси криптовалют та як можна використовувати цю інформацію для інвестиційних стратегій. Тому ця робота присвячена докладному аналізу впливу спільнот та груп у соціальних мережах на курси криптовалют.

Для цього дослідження було обрано популярний месенджер Telegram як об'єкт вивчення. Він визнаний важливою платформою для обговорення різних тематик, і, зокрема, часто використовується для обговорення криптовалютних питань. На Telegram зберігається велика кількість спільнот, призначених для трейдерів та інвесторів, де обмінюється інформацією та аналізуються зміни в курсах криптовалют.

Основними аспектами дослідження є аналіз текстових повідомлень, сентимент-аналіз [1], і застосування методів машинного навчання для передбачення змін в цінах криптовалют на основі активності в цих спільнотах. Особлива увага приділяється порівнянню впливу інформації, яка поширюється у цих групах, з впливом повідомлень відомих осіб на курси криптовалют. Також важливим завданням є визначення, чи є повідомлення експертів фактором, який спонукає до обговорень у цих групах.

Результати даного дослідження мають важливе теоретичне і практичне значення. Вони не лише сприятимуть розумінню ролі соціальних мереж у формуванні фінансових рішень, але й нададуть практичні висновки для інвесторів і трейдерів, які шукають надійні інсайди для прийняття фінансових рішень у динамічному світі криптовалютних ринків.

**Вплив криптовалют на глобальні фінансові ринки.** Завдяки виникненню криптовалют і технології блокчейн відбувається революція в глобальних фінансових ринках. Криптовалюти, такі як Bitcoin та Ethereum, представляють собою децентралізовані цифрові активи, які не контролюються центральними установами, такими як банки чи уряди. Ця недоступність контролю і забезпечення безпеки завдяки технології блокчейн привертає увагу як інвесторів, так і споживачів.

Під впливом росту популярності і зацікавленості учасників фінансового ринку криптовалютний ринок зростає з кожним роком. Вартість Bitcoin та інших криптовалют на даний момент знаходиться на історичних піках, і ця висока

волатильність привертає увагу як інституційних інвесторів, так і окремих осіб. Аналізуючи вплив криптовалют на глобальні фінансові ринки, слід звернути увагу на кілька аспектів:

- Диверсифікація інвестиційного портфеля - поява криптовалют надає інвесторам нову можливість диверсифікувати свій портфель, щоб зменшити ризик та збільшити можливий дохід. Криптовалюти не корелюють із традиційними фінансовими активами, такими як акції чи облігації, тому можуть бути корисними для розширення інвестиційних можливостей.

- Bitcoin як "цифрове золото" - його часто порівнюють з "цифровим золотом" через його обмежену випускную кількість і

потенціал збереження вартості в умовах інфляції. Великі інституційні гравці почали розглядати Bitcoin як альтернативу традиційним резервним валютам і цінним металам.

● Регулювання і нормативна база - це є актуальним питанням, і воно може значно впливати на прийнятність та використання криптовалют. Різні країни встановлюють різні правила та обмеження для криптовалют, що створює необхідність вивчення їх впливу на глобальні фінансові ринки.

Криптовалюти представляють новий тип активів, які привертають увагу як інвесторів, так і учасників фінансового ринку, і можуть відігравати значущу роль у диверсифікації інвестиційних портфелів, забезпеченні стійкості та створенні нових фінансових можливостей. Регулювання і нормативна база також є важливими аспектами, які впливають на розвиток криптовалютних ринків і вимагають подальшого дослідження та регулятивних рішень.

**Роль соціальних мереж у формуванні відкритої інформації.** Соціальні мережі, такі як Twitter, Reddit, Facebook, і Telegram, стали основними платформами для обговорення криптовалют та фінансових ринків. Ці мережі забезпечують легкий доступ до інформації, що стосується криптовалют, новин та аналітичних оглядів. Ця легкість доступу призвела до того, що соціальні мережі стали платформами для обміну думками та інсайдами, які можуть вплинути на курси криптовалют.

Вони сприяють відкритості інформації, оскільки дозволяють користувачам легко публікувати та обговорювати новини та аналітичні матеріали. Це робить інформацію доступною для широкого кола людей і сприяє створенню відкритого та демократичного середовища обговорення фінансових подій та криптовалют.

Соціальні мережі впливають на сентимент учасників ринку та їхню оцінку ситуації на фінансових ринках. Обговорення та думки, висловлюванні у соціальних мережах, можуть створити певний настрій серед інвесторів і вплинути на їхні рішення щодо криптовалютних активів.

Для розуміння впливу соціальних мереж на курси криптовалют, важливо аналізувати та відстежувати активність та думки учасників ринку в цих мережах. Аналіз сентименту, обговорення ключових подій та визначення важливих акторів може допомогти спрогнозувати можливі зміни в курсах криптовалют та реагувати на них.

**Вибір об'єкту дослідження: Telegram.** Вибір релевантної платформи для проведення дослідження є ключовим етапом у науковій роботі. У випадку дослідження впливу соціальних мереж на курси криптовалют, обрана платформа має бути популярною серед користувачів і мати активні фінансові та криптовалютні спільноти. В цьому контексті Telegram виявився найбільш підходящим вибором.

Telegram відомий своєю популярністю серед трейдерів, інвесторів і фахівців у сфері криптовалют. Багато обговорень, аналізів та прогнозів відбуваються саме в цьому месенджері. Крім того, Telegram має багато відкритих і закритих груп, спеціалізованих на криптовалютних питаннях, що робить його ідеальною платформою для аналізу впливу соціальних мереж на курси криптовалют.

Однією з переваг використання Telegram є доступність даних для аналізу. Він дозволяє користувачам легко створювати та архівувати повідомлення і обговорення, що робить його платформою з багатою структурованою інформацією для дослідження. Можливість архівування даних також дозволяє проводити діяльність по збору та аналізу історичних даних.

Telegram також надає можливості для реалізації аналітичних інструментів та

машинного навчання для аналізу даних і передбачення можливих змін у курсах криптовалют. Використання таких інструментів дозволяє більш точно аналізувати вплив інформації, що поширюється через Telegram на курси криптовалют.

**Методологія дослідження.** Загальна схема методології наведена на рис. 1.

Перший етап - це вибір джерел даних для аналізу. Основним джерелом даних є публічні та приватні групи та чати в Telegram, що спеціалізуються на обговоренні криптовалют. В рамках дослідження обрано групи, які мають велику активність та кількість учасників, а також публічні канали та боти, які надають доступ до структурованих даних.

Другий етап - збір даних включає в себе автоматизований процес вилучення текстових повідомлень з груп та чатів у Telegram, а також зберігання цих даних для подальшого аналізу. Додатково, дані архівуються для можливості вивчення історичних змін в думках та обговореннях.

Третій етап - обробка даних включає в себе очищення та попередню обробку текстових повідомлень, видалення непотрібної інформації, а також розпізнавання ключових слів та фраз, які стосуються криптовалют.

Для визначення настрою повідомлень використовується настрою-аналіз, який визначає, чи мають повідомлення позитивний, негативний або нейтральний характер. Це дозволяє відслідковувати загальний настрій учасників груп та чатів та визначити, чи можуть ці емоції вплинути на курси криптовалют.

Четвертий етап - для прогнозування можливих змін у курсах криптовалют використовується машинне навчання. Моделі машинного навчання навчаються на історичних даних та настрою-аналізі, щоб визначити, які фактори та обговорення

можуть впливати на курси криптовалют у майбутньому.

Окремо аналізуються дописи експертів та відомих осіб у групах та чатах, щоб визначити їхній вплив на обговорення і рішення учасників ринку. Важливим аспектом є визначення, чи є дописи цих осіб фактором, який стимулює обговорення та вплив на курс криптовалют.



Рис. 1. Схема методології дослідження.

**Вплив спільнот і груп на курси криптовалют.** Перший крок у дослідженні впливу спільнот і груп на курси криптовалют - це аналіз активності у цих групах. Досліджуються кількість повідомлень, їхня інтенсивність і обсяг обговорень, які стосуються криптовалют. Також вивчається, які саме криптовалюти найбільше обговорюються та які теми є актуальними.

Другий крок полягає в визначенні факторів, які можуть впливати на курси криптовалют у групах і спільнотах. Зокрема досліджуються такі фактори, як: публікації новин, аналітичні огляди, рекламні кампанії та повідомлення відомих осіб, тощо. Цей аналіз допомагає визначити, які конкретні події та обговорення можуть мати великий вплив на ринок.

Сентимент-аналіз проводиться в групах і спільнотах для визначення настроїв учасників стосовно криптовалют. Встановлюється, чи переважає позитивний чи негативний сентимент у обговореннях та як це може впливати на курси криптовалют.

Окремо вивчається вплив груп і спільнот на торгові рішення учасників ринку. Аналізуються торгові обсяги, закриті позиції, а також зв'язок між обговореннями у групах і рішеннями трейдерів та інвесторів.

Останній крок включає в себе порівняння впливу різних груп і спільнот на курси криптовалют. Аналізуються якість та кількість інформації, що поширюється, а також вплив дописів відомих осіб у цих спільнотах.

**Порівняння впливу відомих осіб та поширеної інформації.** Спочатку розглядається роль відомих осіб у спільнотах і групах, які активно обговорюють криптовалюту. Відомі особи, такі як впливові трейдери, експерти з криптовалюти або публічні особистості, можуть мати значний вплив на учасників груп та спільнот. Аналізується, які саме відомі особи найбільше впливають на обговорення та рішення учасників.

Порівняно з роллю відомих осіб, розглядається вплив поширеної інформації у

спільнотах. Поширена інформація може включати в себе новини, аналітичні огляди, офіційні заяви проєктів криптовалют або події на ринку. Аналізується, як ця інформація впливає на настрої учасників та на рішення щодо криптовалютних активів.

Після чого йде дослідження методології для вимірювання впливу відомих осіб і поширеної інформації на курси криптовалют. Використовуються показники, такі як зміни в цінах після публікацій, кількість коментарів та уподобань під публікаціями, а також аналіз сентименту та реакції учасників.

Потім виконується порівняння впливу відомих осіб і поширеної інформації в різних групах і спільнотах. Вивчається, як цей вплив може змінюватися в залежності від конкретної групи, її цільової аудиторії і активності.

Після ретельного аналізу впливу відомих осіб та поширеної інформації, робиться висновок щодо того, який з цих факторів має більший вплив на курси криптовалют та чому. Результати цього порівняння надають важливу інформацію як інвесторам, так і учасникам ринку для прийняття зважених рішень щодо їхніх інвестицій та торгових стратегій.

**Висновки.** У даному дослідженні було детально розглянуто вплив спільнот і груп в соціальних мережах на курси криптовалют, зокрема в контексті популярної платформи Telegram. Дослідження включало в себе аналіз активності у спільнотах, вивчення впливових факторів, сентимент-аналіз та порівняння впливу відомих осіб та поширеної інформації.

Дослідження також підкреслює важливість диверсифікації інвестиційного портфеля та врахування впливу соціальних мереж у процесі прийняття фінансових рішень. Регуляція та нормативна база також впливають на ринок криптовалют і вимагають уваги.

Авторами роботи статистичними методами було підтверджено істотність впливу дописів відомих людей в соціальних мережах на курси криптовалют [2]. А характеристика впливу дописів (активність учасників, обговорення, сентимент та особи, що впливають на рішення трейдерів і інвесторів) є об'єктом подальших досліджень авторів.

В цілому, розуміння ролі спільнот і груп в соціальних мережах є важливим для інвесторів та трейдерів, що шукають інсайди та аналізують фактори, які впливають на криптовалютний ринок. Соціальні мережі стають необхідним інструментом у формуванні

фінансових рішень, і їхню роль слід враховувати у фінансовому аналізі та стратегіях інвестування.

Наведені дослідження потребують створення СППР (системи підтримки прийняття рішень) на основі інформаційних технологій для формування рекомендацій щодо фінансових операцій відносно криптовалют [3].

### **Список інформаційних джерел**

1. Sentiment Analysis in Social Networks 1st Edition / Federico Alberto Pozzi, Elisabetta Fersini, Enza Messina, Bing Liu // Paperback ISBN: 9780128044124, eBook ISBN: 9780128044384. September 15, 2016, No. of pages: 284.
2. The task of analyzing publications to build a forecast for changes in cryptocurrency rates / O. Gavrylenko, M. Miahkyi, Y. Zhurakovskiy // Adaptive automatic control systems. Vol. 2 No. 41. - К.: NTUU "KPI", 2022. pp. 90-99. DOI: <https://doi.org/10.20535/1560-8956.41.2022.271349>.
3. Огляд задачі аналізу публікацій та розроблення методів їх розв'язання / Мягкий М.Ю., Гавриленко О.В. // Перша Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених та студентів «Інженерія програмного забезпечення і передові інформаційні технології» (SoftTech-2021) : Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та студентів, м. Київ, 22 листоп. 2021 р. – 26 трав. 2022 р. Київ, 2021. С. 195-198.

*Об'єдкова Діана Дмитрівна, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Ліхоузова Тетяна Анатоліївна, кандидат технічних наук,*

*доцент, доцент кафедри інформатики та програмної інженерії*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **АЛГОРИТМ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИЗНАЧЕННЯ РОЗТАШУВАННЯ ТА МАРШРУТУВАННЯ ДО МІСЦЬ НАДАННЯ ДОПОМОГИ**

**Анотація.** Це дослідження спрямоване на підвищення ефективності надання допомоги, пропонуючи новий підхід до точної маршрутизації та оптимізації розподілу ресурсів у критичних сценаріях. Предметом дослідження є програмне забезпечення для визначення місцезнаходження та маршрутизації до кінцевих точок з урахуванням географічних та демографічних факторів, наявності дорожньої інфраструктури та інших важливих параметрів. При розробці системи автоматизованого визначення місцезнаходження та маршрутизації для надання допомоги в кризових ситуаціях використано низку сучасних технологій та інструментів. Розроблене програмне забезпечення дозволяє ефективно оптимізувати розподіл ресурсів, забезпечуючи оперативну та координаційну підтримку під час надзвичайних подій.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** місцезнаходження та маршрутизація, географічні та демографічні фактори, надзвичайні події.

**Abstract.** This study aims to improve the efficiency of aid delivery by proposing a new approach to precise routing and optimization of resource allocation in critical scenarios. The subject of the study is software for locating and routing to endpoints, taking into account geographic and demographic factors, the availability of road infrastructure and other important parameters. A number of modern technologies and tools were used in the development of the system of automated determination of location and routing for providing assistance in crisis situations. The developed software can effectively optimize the allocation of resources, providing operational and coordination support during emergency events.

**KEYWORDS:** locating and routing, geographic and demographic factors, emergency events.

**Вступ.** З кожним днем важливість ефективного та оперативного надання допомоги у невідкладних ситуаціях стає актуальнішою. Зі зростанням кількості природних катастроф, техногенних аварій та інших невідкладних ситуацій, потреба у вдосконаленні систем визначення оптимальних маршрутів та розташування ресурсів набуває великого значення. В той час як швидка реакція може врятувати життя та майно, недостатня координація може призвести до втрат та затримок. Тому розробка програмного забезпечення, що автоматизує процес визначення розташування та маршрутування, стає невідкладним завданням для підвищення ефективності та швидкості реагування на надзвичайні ситуації. Це дослідження спрямоване на вирішення вищезазначених викликів шляхом розробки алгоритмів та програмного забезпечення, що забезпечують точне визначення розташування ресурсів та оптимальних маршрутів для надання допомоги у найефективніший спосіб.

Метою цього дослідження є підвищення ефективності надання допомоги, пропонуючи новий підхід до точного маршрутування та оптимізації розподілу ресурсів у критичних сценаріях. Ключові критерії включають вимірювання використання ресурсів та точності маршрутування.

**Основна частина.** Об'єктом дослідження є програмне забезпечення для визначення розташування та маршрутизації до кінцевих точок. Предметом дослідження є моделі, методи, алгоритми та програмне забезпечення для визначення розташування та маршрутизації до кінцевих точок [1].

Основні завдання дослідження включають:

- Розробка алгоритму для визначення оптимального розташування медичних ресурсів, з урахуванням географічних та демографічних факторів, наявності дорожньої інфраструктури та інших важливих параметрів.

- Розробка алгоритму маршрутизації для визначення найкоротшого та найшвидшого маршруту до місця надання допомоги, з урахуванням дорожніх умов, трафіку, можливих перешкод та інших обмежень.

- Розробка програмного забезпечення, яке реалізує розроблені алгоритми та забезпечує автоматичне визначення розташування та маршрутування до місць надання допомоги на основі доступних даних та параметрів.

- Проведення експериментального дослідження для оцінки ефективності та точності розробленого програмного забезпечення на реальних випадках надання допомоги.

Для розробки застосунку була сформована клієнт-серверна архітектура застосунку з використанням реляційної бази даних [2].

Клієнтська частина застосунку є Angular-based проектом.

Компонент і шаблон разом визначають Angular view. Декоратор до класу компонентів додає метадані, включаючи

вказівник на відповідний шаблон. Директиви та обов'язкова розмітка в шаблоні компонента змінюють представлення на основі програмних даних і логіки. Інжектор залежностей надає послуги компоненту, наприклад службу маршрутизатора, яка дозволяє визначати навігацію між представленнями [3].

Клієнтська частина застосунку складається з таких компонентів Angular:

- AppComponent – основний компонент, який об'єднує інші компоненти;

- MenuBarComponent – компонент меню;

- AppBarComponent – панель програм/панель інструментів у верхній частині сторінки;

- LocationsListComponent – показує список збережених критичних точок;

- HelpLocationsListComponent – показує список збережених точок надання допомоги;

- RegionsListComponent – показує список збережених регіонів;

- LocationDetailsComponent – накладена бічна панель, яка показує деталі критичної точки. Використовується під час додавання нового місця та оновлення наявного елемента;

- HelpLocationDetailsComponent – накладена бічна панель, яка показує деталі точки надання допомоги. Використовується під час додавання нового місця та оновлення наявного елемента;

- RegionDetailsComponent – накладена бічна панель, яка показує деталі регіону. Використовується під час додавання нового місця та оновлення наявного елемента, а також для генерації та збереження нових точок надання допомоги;

- MapComponent – використовується в LocationDetailsComponent для відображення положення в представленні Google Maps;

- DirectionsComponent – використовується для побудови та відображення деталей маршрутів;

- ToastComponent – накладений компонент PrimeNG для показу сповіщень користувачеві (повідомлення про помилку та успіх).

Цей розподілений підхід дозволяє ефективно взаємодіяти з серверною частиною та надає зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для користувачів.

Використані сервіси застосунку включають в себе низку ключових компонентів, які забезпечують відповідні функціональні можливості. Отже, у дослідженні застосовано такі сервіси:

- AppConfigService – зберігає конфігурацію програми (різні налаштування для програми);

- GoogleMapsService – завантажує об'єкт API карт Google під час запуску програми;

- HttpInterceptorService – служба проміжного програмного забезпечення, яка обробляє помилки http в одному місці;

- LocationsService – надає доступ до колекції елементів Location. Існує реальна реалізація, яка виконує фактичні http-запити до серверного API, і макетна версія, яка використовує підроблені дані в пам'яті. Яка версія використовується, визначається app-config.json;

- RegionsService – то й самий функціонал для колекції регіонів;

- LoggingService – проста служба журналювання, щоб усі оператори журналювання спрямовувалися до однієї реалізації;

- DirectionsService – сервіс, що відповідає за отримання шляхів до потрібних локацій;

- MessageBrokerService – надсилає асинхронні повідомлення підписникам. Це

робить можливим менший зв'язок коду між різними частинами програми.

Серверна частина застосунку реалізована за тришаровою структурою з допоміжними компонентами [4]:

- ALDRA.BLL (Business Logic Layer): Цей проект відповідає за бізнес-логіку застосунку, такі як валідація, обчислення та розрахунки. В ньому розміщуються класи, які опрацьовують дані та бізнес-правила. Взаємодіє з DAL (Data Access Layer) для отримання та збереження даних.

- ALDRA.Common: Цей проект містить загальні та використовувані в усій серверній частині компоненти та утиліти. Тут знаходяться загальні класи, функції та ресурси, які використовуються всією системою.

- ALDRA.DAL (Data Access Layer): Цей проект відповідає за взаємодію з базою даних. Містить класи та методи для взаємодії з базою даних, включаючи запити SQL або використання ORM (Object-Relational Mapping). Забезпечує доступ до даних та операції з ними, такі як збереження, оновлення та вилучення.

- ALDRA.WebAPI: Цей проект представляє собою веб-сервер, який надає API для взаємодії з клієнтською стороною та іншими системами. Включає контролери, які обробляють запити та надсилають відповіді в форматі, зручному для споживачів. Взаємодіє з BLL та DAL для виконання запитів та обробки даних.

Для реалізації застосунку було створено алгоритм розташування критичних точок, що починається з ініціалізації даних (ваги і координати точок) і кількості кластерів. Після цього відбувається нормалізація даних: проводиться розрахунок середніх значень та середньоквадратичних відхилень з урахуванням ваг для кожної ознаки, а також нормалізація кожної точки на основі аг та середніх значень. Далі вибираються початкові центри кластерів випадковим чином.



Наступним кроком виконується основний цикл алгоритму. Відбувається оцінка кластерів, що включає в себе розрахунок відстаней між кожною точкою і центрами кластерів з урахуванням ваг, а також визначення, до якого кластеру належить кожна точка на основі мінімальної вагової відстані. Далі перераховуються центри кластерів з урахуванням ваг і перевіряється збіжність: відбувається перевірка, чи змінилася кластеризація точок після оцінки та оновлення. Якщо немає змін або досягнуто максимальну кількість ітерацій, алгоритм завершується.

Говорячи про застосування алгоритму, пропонуємо уявити, що у нас є координати меж полігону і кількість кластерів для поділу. Після цього, створюється достатня кількість випадкових точок всередині багатокутника, наприклад, 10000. Запускається кластеризація цих точок, і знаходяться центроїди, що і будуть місцями надання допомоги.

Говорячи про алгоритм маршрутизації, першочерговим етапом відбувається ініціалізація алгоритму. Вона розпочинається з визначення початкового та цільового вузлів, а також ініціалізації відкритого та закритого списків. Після цього розпочинається процес оцінювання та вибору оптимального маршруту [5].

Спочатку алгоритм оцінює сусідів поточного вузла, обчислюючи для кожного з них функцію вартості за формулою  $f(n) = g(n) + h(n)$ , де  $g(n)$  відображає вартість шляху від початкового вузла до  $n$ , а  $h(n)$  – евристична оцінка до цільового вузла. Знайдені сусіди додаються до відкритого списку.

Далі алгоритм виконує обробку зони уникнення, перевіряючи, чи поточний або будь-який сусідній вузол потрапляє у визначені зони. Якщо це стосується якого-небудь вузла, його можна виключити з розгляду або покарати, відкоригувавши його вартість.

Альтернативні шляхи розглядаються, якщо обмеження на уникнення ускладнюють вибір оптимального шляху. Алгоритм розглядає варіанти об'їзду навколо цих областей, щоб знайти найбільш оптимальний шлях.

Зони винятків перевіряються для сусідів, і якщо який-небудь вузол потрапляє у визначені зони, його обробляють так, ніби обмеження на уникнення не існують.

Оптимальний вибір шляху здійснюється через вибір сусіда з найменшою вартістю  $f(n)$  з відкритого списку, його переміщення до закритого списку та перевірку досягнення цільового вузла.

Процес ітерації повторюється, відбуваючись відновлення шляху до досягнення цілі або до вичерпання відкритого списку вузлів.

Після досягнення цілі реконструюється оптимальний маршрут від початкового вузла до цільового вузла, використовуючи інформацію, що зберігається під час виконання алгоритму [6].

У розробці системи автоматизованого визначення розташування та маршрутів для надання допомоги в невідкладних ситуаціях, було використано ряд сучасних технологій та інструментів. Платформа для розробки обрана .NET, інтегрована з потужним середовищем розробки Visual Studio для бекенду.

Бекенд системи був написаний мовою C# і використовував Microsoft SQL Server як систему управління базами даних (СУБД), а для адміністрування бази використовувалася утиліта SQL Server Management Studio (SSMS).

Технологія доступу до даних в бекенді забезпечена Entity Framework Core (EF Core), що дозволило зручно взаємодіяти з базою даних і виконувати операції з нею.

Для отримання демографічних даних система використовує WorldPop API, яке забезпечує доступ до актуальних показників.

Отримання географічних даних реалізовано за допомогою Nominatim API, що надає можливість геокодування та отримання інформації про місця.

Для відображення картографічних даних використано Google Maps API, що дозволяє інтегрувати в систему динамічні та інтерактивні карти.

Фронтенд системи побудовано на Angular, одному з потужних фронтенд-фреймворків. Мовою

програмування для фронтенду стала TypeScript, яка спрощує розробку та підтримку коду. Для створення інтерфейсу користувача була використана бібліотека компонентів PrimeNG, що дозволила швидко та ефективно розробляти елементи взаємодії.

Надання географічного положення користувача забезпечено HTML5 Geolocation API, що дозволяє отримувати точні координати місцезнаходження.

**Висновки.** У даному дослідженні продемонстровано комплексний підхід до вирішення задач автоматизованого управління ресурсами та маршрутами у невідкладних ситуаціях, який використовує передові технології, спрямований на максимальну ефективність та точність реакції в кризових умовах. Важливим досягненням є розробка програмного забезпечення, яке автоматизує процес визначення оптимального розташування ресурсів та маршрутів до місць надання допомоги. Використання .NET платформи, мови програмування C#, інтегрованого середовища розробки Visual Studio, та інших передових технологій забезпечило високий рівень надійності та швидкість роботи системи.

Наукова новизна полягає в впровадженні алгоритмів для врахування географічних, демографічних та інших параметрів при визначенні оптимального розташування ресурсів. Використання WorldPop API та Nominatim API для отримання даних демографії та географії, а також Google Maps API для відображення картографічних даних, додає значну точність та повноту інформації.

Практична цінність даного дослідження полягає у створенні інструменту, придатного для використання в реальних кризових ситуаціях. Розроблене програмне забезпечення може ефективно оптимізувати розподіл ресурсів та маршрутів, забезпечуючи оперативну та координаційну підтримку під час невідкладних подій.

#### Список інформаційних джерел

1. Marinakis Y. Location Routing Problem / Yannis Marinakis // Encyclopedia of Optimization / Yannis Marinakis.. – С. 1919–1925.
2. КЛІЄНТ-СЕРВЕРНА АРХІТЕКТУРА [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://training.qatestlab.com/blog/technical-articles/client-server-architecture/>.
3. Basic Concepts of Angular [Електронний ресурс]. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.documentobject.com/blog/learn-angular-basics/>.
4. Wolfe D. 3-Tier Architecture in ASP.NET with C# tutorial / Donald Wolfe., 2013.
5. Routing strategies [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.erim.eur.nl/material-handling-forum/research-education/tools/calc-order-picking-time/what-to-do/routing-strategies/>.
6. Buch B. How routing works: 4 simple algorithms [Електронний ресурс] / Bastian Buch // Omio Engineering. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://medium.com/omio-engineering/how-routing-works-4-simple-algorithms-5919a88c3648>.

*Омельченко Євгеній Олександрович, здобувач вищої освіти*

*Сумський державний університет, Україна*

*Науковий керівник: Антипенко Вікторія Петрівна, кандидат технічних наук,*

*доцент, доцент кафедри інформаційних технологій*

*Сумський державний університет, Україна*

## **МОБІЛЬНИЙ ДОДАТОК АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВЛЕННЯ ДО ОТРИМАННЯ ВОДІЙСЬКОГО ПОСВІДЧЕННЯ**

### **MOBILE APPLICATION TO AUTOMATE THE PREPARATION PROCESS TO OBTAINING A DRIVER'S LICENSE**

**Анотація.** Дана робота присвячена розробці мобільного додатку автоматизації процесу підготовки до отримання водійського посвідчення. Проаналізовано останні публікації щодо зазначеної теми. Автори роботи надають власні результати дослідження щодо потреби у розробці запропонованого мобільного додатку та використання його для вивчення правил дорожнього руху (ПДР), самоперевірки рівня знань ПДР та здійснення запису для складання теоретичного та практичного іспитів у сервісному центрі. Даний програмний продукт дозволить автоматизувати вищезазначені процеси.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** мобільний додаток, водійське посвідчення, тестування, правила дорожнього руху, kotlin, android studio.

**Abstract.** The work is dedicated to the development of a mobile application to automate the preparation process to obtaining a driver's license. The authors have analyzed recent publications on the specified topic and present their own research results regarding the need for developing the proposed mobile application and its use for learning the traffic rules, self-assessment of this knowledge, and scheduling appointments for theoretical and practical exams at the service center. This software product will allow to automate the aforementioned processes.

**KEYWORDS:** mobile application, driver's license, testing, traffic rules, kotlin, android studio.

**Вступ.** Сучасні вимоги до водіїв та безпеки на дорогах вимагають вдосконалення системи їх підготовки. Дане питання є досить актуальним у наш час. Сьогодні кожна автошкола має власні правила організації процесу вивчення теорії та отримання практичних навичок із керування автомобілем. Однак, в основному, вони є дещо застарілими й без належного використання актуальних інформаційних технологій. Аналогічна проблема є і в сервісних центрах. Особливо це відчувається під час складання практичного іспиту. Запис відбувається усно, по домовленості, що часто не відповідає дійсності. Це призводить до створення величезних черг на складання іспиту для отримання посвідчення водія. Як наслідок, учні піддаються безкінечному очікуванню, виснаженню та додатковому стресу. Звісно це все впливає на якість складання іспиту, і зачасту є основною причиною його нездачі [1-2].

**Основна частина.** Отже, дане питання автоматизації процесу підготовки до дійсно є нагальним для вирішення. отримання водійського посвідчення стає Запровадження мобільного додатка для відповіддю на потреби сучасного

суспільства в час інноваційних технологій. Зараз в поточних умовах далеко не кожна людина має можливість та час на нескінченні походи до сервісного центру та автошколи, підлаштування під постійні зміни у розкладі інструктора тощо. Тому запропонований мобільний додаток є актуальним сьогодні, оскільки його широке використання забезпечить належну організацію вищезазначеного процесу та запровадить ефективну систему підготовки та обліку майбутніх водіїв.

Розвиток технологій та різке збільшення бажаних отримати водійське посвідчення призводить до потреби у новій системі підготовки. Спираючись на дані з [3], де представлені сильні та слабкі сторони вже діючих рішень, можна дійти висновку, що окрім зменшення навантаження та пришвидшення процесу отримання посвідчення, існуючі автоматизовані системи мають недоліки, які можуть спричинити ряд неприємних ситуацій. Також необхідно сказати, що імплементація недосконалого програмного інструменту для запису на складання іспиту може призвести до створення штучного попиту на даний вид діяльності, як це описано у [4]. Таким чином, нагальним є питання поступової модернізації існуючого процесу підготовки до отримання водійського посвідчення, удосконалення якої слід почати з простого поліпшення системи навчання та запису на складання практичного іспиту, наприклад, беручи до уваги досвід інших країн. Проаналізувавши різноманітні статті на тему «Отримання водійського посвідчення», було знайдено певні недоліки в діючій системі. Основним недоліком є поганопрацююча система запису в електронну чергу, наступним недоліком є відсутність можливості самостійного вивчення теоретичного матеріалу без участі автошколи, останнім але менш важливим недоліком є, система здачі практичного екзамену, через збільшення необхідного часу

для здачі практичної частини, був збільшений і час очікування для спроби.

Тому метою даної роботи є автоматизація процесу підготовки до отримання водійського посвідчення за рахунок розробленого мобільного додатку. Його використання забезпечить належну організацію відповідних процедур таких, як самоперевірка вивченого теоретичного матеріалу, відстеження прогресу підготовки, реєстрацію на складання практичного іспиту тощо.

Даний мобільний додаток повинен мати сучасний, зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, а також наступні функціональні можливості:

- проходження інтерактивних уроків по вивченню правил дорожнього руху;
- складання електронних тестів для закріплення теоретичних знань;
- перегляд оновлень, які стосуються правил дорожнього руху;
- запис на складання іспиту по теоретичній частині у сервісному центрі з подальшою можливістю запису на складання практичного іспиту;
- використання механізму звітності та відстежування прогресу учня по підготовленню до отримання водійського посвідчення.

Для розробки представленого мобільного додатку обрано мову програмування Kotlin [5] та середовищем розробки AndroidStudio [6], а для збереження даних буде створено структуру та розгорнуто базу даних за допомогою SQLite запитів [7].

Результатом даного проєкту є мобільний додаток, використання якого зробить процес отримання водійського посвідчення більш зручним. В одному місці буде реалізовано можливість вивчення правил дорожнього руху, самостійної перевірки засвоєних знань, записів на складання як теоретичного, так і практичного іспитів, відстеження власного

прогресу по підготовці тощо. Усе це також сприятиме підвищенню рівня якості водійської освіти, оскільки даний мобільним додатком можна користуватися постійно, на відміну від матеріалів наданих автошколою. Наприклад, періодично перепроходити тести щодо перевірки знань по правилам дорожнього руху. Або слідкувати за

нововведеннями в даній сфері. У свою чергу, це сприятиме безпеці на дорозі завдяки кращому усвідомленню правил дорожнього руху. Автоматизація процесу обліку учнів для складання практичного іспиту наряду з усім вищезазначеним зменшить витрати часу людини на підготовлення до отримання водійського посвідчення.

**Висновок.** Можна зробити висновок, що розробка мобільного додатка для автоматизації процесу підготовки до отримання водійського посвідчення є актуальним сьогодні. Його використання дозволить зробити процес навчання більш доступним та ефективним. Зважаючи на традиційні методи отримання водійського посвідчення, можна зауважити, що дана розробка забезпечить вищий рівень якості вивчення правил дорожнього руху, а також належну організацію обліку учнів при складанні практичного іспиту. За допомогою даного мобільного додатка рівень безпеки на дорогах буде значно збільшено, а загальні витрати часу на отримання водійського посвідченням – зменшено.

#### Список інформаційних джерел

1. НОВІ ПРАВИЛА ОТРИМАННЯ ВОДІЙСЬКИХ ПОСВІДЧЕНЬ <https://vodij.com.ua/novipravila/>).
2. Інструкція про порядок приймання іспитів для отримання права керування транспортними засобами та видачі посвідчень водія <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0074-10#Text>.
3. Advantages & disadvantages of automated driving license tests in India <https://www.team-bhp.com/news/advantages-disadvantages-automated-driving-license-tests-india>
4. How we're dealing with bots and the reselling of driving tests <https://despatch.blog.gov.uk/2023/06/29/how-were-dealing-with-bots-and-the-reselling-of-driving-tests/>
5. Kotlin [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://kotlinlang.org/>
6. Android Developer Documentation. (<https://developer.android.com/docs>)
7. What Is SQLite? <https://www.sqlite.org/index.html>.

*Онофрійчук Анна Вікторівна, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Ліщук Катерина Ігорівна, кандидат технічних наук,*

*доцент, доцент кафедри інформатики та програмної інженерії,*

*Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені*

*Ігоря Сікорського"*

## **МАТЕМАТИЧНЕ ТА АЛГОРИТМІЧНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЧАСТОТИ СЕРЦЕВИХ СКОРОЧЕНЬ НА ОСНОВІ ВІДЕОЗАПИСУ ОБЛИЧЧЯ**

**Анотація.** Дана стаття присвячена розробці математичного та алгоритмічного програмного забезпечення для аналізу частоти серцевих скорочень на основі відеозапису обличчя. У цьому дослідженні використовується комплексний підхід до обробки відеоданих з метою визначення та аналізу пульсаційних ритмів через обробку змін текстури та кольору шкіри на обличчі. Розроблене програмне забезпечення забезпечує точний аналіз серцевої активності без використання пристроїв прямого контакту, відкриваючи нові можливості для неконтактного моніторингу здоров'я та діагностики захворювань на підставі відеоданих обличчя.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** програмне забезпечення, пульс, відеообробка, текстура, іса, перетворення Фур'є, частота.

**Abstract.** This paper is devoted to the development of mathematical and algorithmic software for heart rate analysis based on face video. This study uses an integrated approach to video data processing to identify and analyze pulsatile rhythms by processing changes in facial skin texture and color. The developed software provides accurate analysis of cardiac activity without the use of direct contact devices, opening up new opportunities for non-contact health monitoring and disease diagnosis based on facial video data.

**KEY WORDS:** software, pulse, video processing, texture, ica, fourier transform, frequency.

**Вступ.** Сучасний світ відзначається стрімким розвитком технологій, які дозволяють автоматизувати та поліпшити різноманітні аспекти нашого повсякденного життя, а також у галузі медицини та здоров'я. Однією з ключових складових здоров'я є стан серцево-судинної системи, яка здійснює контроль над функціонуванням організму. Визначення частоти серцевих скорочень та аналіз їх динаміки є критично важливим завданням для виявлення різноманітних медичних станів, від патологій до звичайного фізіологічного стану. Використання обробки відеоданих та алгоритмів комп'ютерного зору для неінвазивного вимірювання пульсу та аналізу серцевої активності відкриває безліч можливостей в медичній практиці, наукових дослідженнях та сферах, де важливий моніторинг стану пацієнтів або користувачів. Автоматизований аналіз серцевої активності на основі обробки відеозапису обличчя відкриває можливість для подальшого розвитку неінвазивних методів діагностики та моніторингу стану пацієнтів, що має важливе значення для сучасної медицини та здоров'я людини. Дослідження, представлені в цій статті, сприятимуть подальшому розширенню

можливостей в області аналізу серцевої активності та впровадженню автоматизованих систем для контролю та діагностики.

**Основна частина.** Коли серце людини перекачує кров, її об'єм проштовхується через різні вени та м'язи. Коли кров прокачується через м'язи, особливо обличчя, тим більше світла поглинається, і тим меншу яскравість сприймає датчик веб-камери. Ця зміна значення яскравості дуже невелика, і її можна отримати за допомогою математичних хитрощів. Зміна яскравості періодична, іншими словами, сигнал або хвиля[1]. Якщо ми зможемо порівняти сигнал/хвилю з пульсом крові, ми зможемо обчислити частоту серцевих скорочень.

Щоб зіставити зміну яскравості з пульсом крові, ми використовуємо концепцію незалежного компонентного аналізу (ICA). Ця концепція є концепцією коктейльної вечірки(рис. 1) та є основою для пошуку прихованих сигналів у наборі змішаних сигналів. Якщо у вас є двоє людей, які розмовляють у переповненій кімнаті, і у вас є мікрофони, розміщені в різних місцях по всій кімнаті, алгоритми ICA дозволяють взяти змішану вибірку сигналів, наприклад звукових хвиль, і обчислити приблизну суміш розділення компонентів.



Рисунок 1 – Принцип коктейльної вечірки.

Якщо ви зіставите окремі компоненти з оригінальним сигналом людини, яка говорить, ви знайдете цю людину в переповненій кімнаті. Загальну структуру для цього можна представити у векторній нотації тут, у сірому полі. Вимірювання у векторі  $X$  насправді є сигналами з вектора  $S$ , помноженими на деякі коефіцієнти змішування, представлені в матриці  $A$ .

Оскільки ми хочемо витягти повні розмови (оригінальні сигнали), нам потрібно вирішити це для вектора  $S$  (рис. 2).



Рисунок 2 – Формула обчислення вектора сигналу [1].

Ця концепція ICA також відома як сліпий поділ джерела, і використовується алгоритм JADE для  $R$ , щоб забезпечити матрицю поділу компонентів для суміші даних  $R$ ,  $G$ ,  $B$ ,  $IR$ . Потім сигнали окремих компонентів виділяються за допомогою швидкого перетворення Фур'є, щоб знайти відповідний частотний діапазон частоти серцевих скорочень.

Перетворення Фур'є та незалежного компонентного аналізу (ICA) – це два потужні інструменти обробки сигналів та аналізу даних, кожен з яких має свої унікальні можливості. Застосування їх разом, поєднуючи їхні сильні сторони, може призвести до дивовижних результатів у аналізі даних [2].

Fast Fourier Transform - це метод аналізу сигналів, який дозволяє розкласти сигнал із часової області в частотну. Це дозволяє побачити, які частоти є в сигналі та з якою амплітудою. Однак FFT сам по собі може мати обмеження під час аналізу складних сигналів, таких як змішування кількох джерел [2].

Коли застосовуються разом, перетворення Фур'є та ІСА можуть бути використані для поділу сигналів, що складаються із суміші декількох джерел, та аналізу їх частотних характеристик. Наприклад, можна використовувати ІСА для вилучення джерел зі змішаних сигналів, а

потім застосувати перетворення Фур'є для аналізу частот кожного з цих вилучених сигналів.

Використання перетворення Фур'є з ІСА може бути особливо корисним при роботі з даними, де присутня суміш різних джерел сигналів, і де важливим є вилучення та аналіз кожного з цих джерел незалежно.

**Висновки.** У даній роботі запропоновані алгоритми та моделі для реалізації ПЗ для визначення частоти серцевих скорочень на основі відеозапису обличчя. Дані рішення за своїми визначеннями та властивостями ідеально підходять для розв'язання поставленої задачі, при правильній реалізації, покажуть найкращу точність та швидкість обчислення значень пульсу користувача. Розроблене програмне забезпечення може стати важливим інструментом для медичної діагностики та моніторингу стану пацієнтів, а також знайти застосування в наукових дослідженнях та сферах, де необхідний надійний аналіз серцевої активності. Результати цієї роботи відкривають нові перспективи для розвитку неінвазивних методів діагностики та медичного моніторингу та можуть призвести до подальших досліджень у цій області.

#### Список інформаційних джерел

1. Introduction to ICA: Independent Component Analysis: Jonas Dieckmann [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://towardsdatascience.com/introduction-to-ica-independent-component-analysis-b2c3c4720cd9>
2. Independent component analysis of short-time Fourier transforms for spontaneous EEG/MEG analysis [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1053811909009409>



*Охочий Ростислав Олександрович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Богданова Наталія Володимирівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних систем та технологій*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ДОПОМОГИ У ВОЛОНТЕРСТВІ

**Анотація.** У даному науковому дослідженні проведено аналіз сучасних інформаційних систем, що використовуються в сфері волонтерства, з метою визначення їхнього впливу на ефективність та організацію волонтерських ініціатив. Сформовано основні вимоги до подібного програмного забезпечення, проаналізовано існуючі у вільному доступі рішення, виокремлені їх переваги та недоліки. Також розроблено власне рішення метою якого є створення програмного продукту, що допоможе людям, які потребують допомоги, в тому числі військовим і людям, що постраждали через війну, отримати допомогу від волонтерів.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** інформаційна система, волонтерство, дослідження, програмування.

**Abstract.** In this scientific study, an analysis of modern information systems used in the field of volunteering was carried out in order to determine their impact on the effectiveness and organization of volunteer initiatives. Formed the main requirements for such software are analyzed existing in free available solutions, their advantages and disadvantages are highlighted. An own solution has also been developed whose goal is to create a software product that will help people in need, including military personnel and people affected by war, to receive help from volunteers.

**KEYWORDS:** information system, volunteering, research, programming.

**Вступ.** Початок активної фази війни призвів до активізації волонтерської діяльності та збільшення кількості людей, що потребують їхньої допомоги, водночас не кожна пересічна людина має можливість саме на пряму допомогти постраждалим, або військовим, оскільки не у всіх є такі знайомі. У таких умовах створення інформаційної системи, що буде координувати волонтерів та людей, що потребують їхньої допомоги може бути корисною.

**Основна частина.** Дана інформаційна система передбачає використання різноманітних технологій, які дозволяють організувати та управляти добровольчими ініціативами. Ці системи включають у себе веб-платформи, мобільні додатки, бази даних, системи керування проектами та спеціалізовані програмні рішення (нейронні мережі, штучний інтелект). Основна мета такої системи полягає у забезпеченні зручного та швидкого доступу до інформації

про поточні волонтерські можливості, взаємодії між волонтерами та організаторами, а також відстеження та оцінки результатів волонтерської діяльності.

Вимоги до даної системи, націлені на створення високоякісного та функціонального застосунку, що відповідає потребам користувачів і забезпечує надійність та зручність його використання.

Ось основні вимоги до продукту:

Простий та інтуїтивно-зрозумілий інтерфейс: Програмний продукт повинен мати інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, який дозволяє користувачам легко орієнтуватися та ефективно використовувати всі функції без складнощів.

Висока швидкість роботи: Інформаційна система повинна оптимізувати ресурси та забезпечувати швидку відповідь на запити користувачів, знижуючи час очікування та максимізуючи продуктивність.

Надійність збереження особистих даних користувачів: Необхідно забезпечити високий рівень захисту особистих даних та безпеку вхідних даних, використовуючи надійні методи шифрування та заходи захисту інформації.

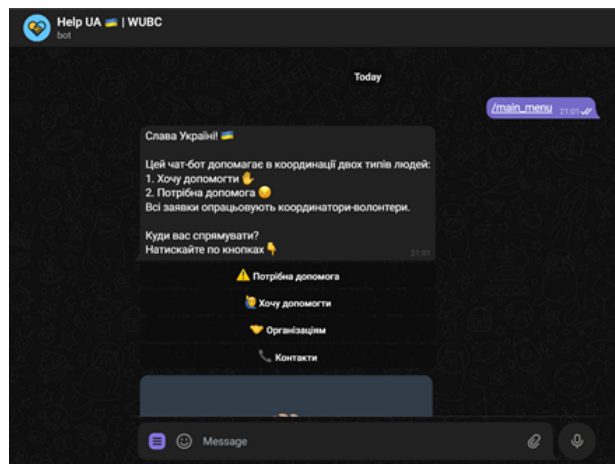
Проста та зрозуміла документація по використанню застосунку: Документація повинна бути доступною та зрозумілою для кінцевих користувачів. Це включає інструкції з встановлення, налаштування та використання програмного продукту.

Нижче наведено огляд інформаційних систем, що є подібними до того, як має виглядати кінцева реалізація.

Створений українською IT-спільнотою, телеграм-бот Help UA, є чудовою ініціативою для координації волонтерської допомоги в Україні. Цей Telegram-бот дозволяє швидко знаходити як волонтерів для різних потреб, так і пропонувати допомогу у різних категоріях, таких як продукти харчування, одяг, медикаменти, транспорт, паливо, житло та інші потреби.

Для користування ботом достатньо обрати місто, категорію допомоги, ввести номер телефону та надати деталі запиту [1].

Вигляд застосунку:

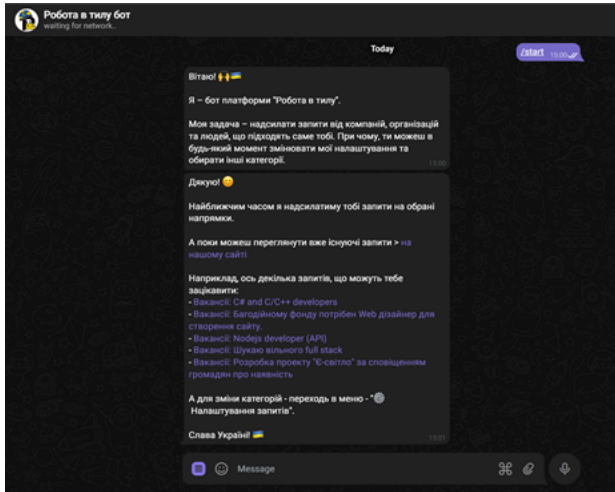


Проект "Робота в тилу" і їхній Telegram-бот для пошуку волонтерських робіт і вакансій. "Робота в тилу" є українською біржею волонтерства та допомоги, основна мета платформи полягає у спрощенні процесу знаходження волонтерів, допомоги та робочої сили, забезпечуючи зручну і персоналізовану взаємодію між сторонами.

Переваги використання бота "Робота в тилу" включають можливість самостійно обирати категорії волонтерства або роботи та фільтрувати запити відповідно до своїх інтересів. Крім того, бот враховує географічну локацію, що робить його корисним для користувачів, які шукають роботу в конкретному місті, області чи навіть за межами України.

Користувачі, мають можливість отримувати оновлення про нові оголошення без необхідності постійно перевіряти веб-сайт. Вони можуть підписатися на конкретні напрямки та отримувати повідомлення прямо у месенджері [2].

Вигляд застосунку:



Розглянуті рішення певною мірою відповідають задумці роботи, проте не є повними, оскільки мають обмежений функціонал, для прикладу, “Робота в тилу

бот” є орієнтованим чисто на пошук волонтерської роботи. Найбільш близьким до задуму роботи є телеграм-бот “Help UA”, проте він не може працювати самостійно, без втручання людини (усі заявки опрацьовуються

працівниками-координаторами), також його функціонал є неповним.

Метою ж розроблюваної системи буде максимальне розширення функціоналу, у порівнянні з існуючими рішеннями, а також впровадження різних інноваційних можливостей на базі штучного інтелекту та нейронних мереж, для прикладу, рекомендації згенеровані ШІ, вибір найбільш релевантних пропозицій для конкретного користувача на базі алгоритмів машинного навчання і т.д.

**Висновки.** У даній роботі розглянуто важливі аспекти розробки інноваційної інформаційної системи, спрямованої на покращення участі волонтерів у різноманітних проектах та ініціативах. Аналізувалися ключові аспекти створення цієї системи з метою сприяння розвитку волонтерського руху та забезпечення більш ефективної координації, співпраці та взаємодії волонтерів.

Ця інформаційна система передбачає використання різноманітних передових технологій, зокрема і таких інноваційних рішень, як штучний інтелект та нейронні мережі.

Вимоги до цієї системи націлені на створення високоякісної системи, яка відповідає потребам користувачів та забезпечує надійність, зручність використання та безпеку даних.

Система повинна мати простий інтерфейс, високу швидкість роботи, надійний захист особистих даних користувачів та зрозумілу документацію для користувачів.

Також розглядалися певною мірою подібні інформаційні системи, зокрема телеграм-бот Help UA та проект "Робота в тилу", які вже існують і успішно використовуються у волонтерських ініціативах, проте не відповідають повною мірою меті і завданню роботи.

### Список інформаційних джерел

1. Створено Telegram-бот HelpUA для координації волонтерської допомоги [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:

<https://itc.ua/ua/novini/stvoreno-telegram-bot-saveua-dlya-koordinacziyi-volonterskoyi-dopomogi/>

2. З’явився телеграм-бот для тих, хто хоче стати волонтером і допомагати українцям [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:

<https://www.rbc.ua/ukr/styler/poyavilsya-telegram-bot-teh-hochet-stat-volonterom-1650716594.htm>

1

*Палеха Богдан Петрович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Олександр Анатолійович Павлов, доктор технічних наук,*

*професор, професор кафедри інформатики та програмної інженерії*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **АЛГОРИТМИ БАГАТОЦІЛЬОВОГО ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ**

**Анотація.** В доповіді розглядається задача багатоцільового лінійного програмування в детермінованій постановці і в умовах невизначеності. Використовується компромісні критерії запропоновані професором Павловим О. А. для випадку постановки задачі в умовах невизначеності для 10 компромісних критеріїв приводиться методологія побудови для кожної з них відповідної задачі лінійного програмування. Запропонована методологія реалізується на прикладі одного з таких критеріїв. Формальні математичні моделі формуються в термінах теорії ймовірностей та нечітких множин. Треба відмітити, що частина компромісних критеріїв формуються одночасно як і в детермінованій постановці так і в умовах невизначеності. Моделі компромісних критеріїв містять також невід'ємні експертні ваги, що дозволяють конструювати людино-комп'ютерні ітераційні алгоритмічні процедури, реалізація яких приводить до отримання такого компромісного рішення що однозначно задовольняє користувача.

У статті обговорюється практичне значення отриманих результатів для вирішення реальних завдань, зокрема логістичних та транспортних задач. Зазначається актуальність створення програмного забезпечення для зручної конструкції та аналізу послідовності задач лінійного програмування в умовах невизначеності

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** багатоцільове лінійне програмування, невизначеність, ймовірнісні та нечіткі моделі, компромісні критерії, оптимізація, програмне забезпечення.

**Abstract.** The report considers the problem of multi-objective linear programming in a deterministic formulation and under uncertainty. The compromise criteria proposed by Professor Pavlov O. A. are used for the case of setting the problem under uncertainty for 10 compromise criteria, and the methodology for constructing a corresponding linear programming problem for each of them is given. The proposed methodology is realized on the example of one of these criteria. Formal mathematical models are formulated in terms of probability theory and fuzzy sets. It should be noted that some of the compromise criteria are formulated simultaneously in both the deterministic formulation and under conditions of uncertainty. The models of trade-off criteria also contain inherent expert weights, which allow the construction of model-computer iterative algorithmic procedures, the implementation of which leads to a compromise solution that unambiguously satisfies the user.

The practical significance of the obtained results for solving real-world problems, including logistic and transportation issues, is discussed in the article. The relevance of creating software for the convenient construction and analysis of a sequence of linear programming tasks under uncertainty is emphasized.

**KEYWORDS:** a multi-objective linear programming, uncertainty, probabilistic and fuzzy models, compromise criteria, optimization, software development, expert coefficients, logistic problem, transportation problem, Leontief's generalized production model.

**Вступ.** Розглядається задача багатоцільового лінійного програмування в умовах невизначеності в термінах як ймовірнісних так і нечітких багатокритеріальних моделей. В [1] приведено такі постановки задачі, зокрема для запропонованих [1] 10 компромісних критеріїв, та приведені строго доведені твердження, що дозволяють створювати конструктивні алгоритми і відповідно їм програмне забезпечення. В цій роботі для одного з таких компромісних критеріїв ілюструється можливість реалізації методології побудови для кожного з них компромісного рішення, що є розв'язком відповідної задачі лінійного програмування.

**Основна частина.** Формально постановкою задачі маємо лінійні обмеження, задані в стандартній формі задачі лінійного програмування (ЛП)

$$Ax=b, x_j \geq 0, j=\overline{1, n} \text{ і } L \text{ лінійних функціоналів } \min_x C_l^T x, l=\overline{1, L}.$$

Постановка цієї задачі в умовах невизначеності в термінах теорії ймовірності полягає в наступному. Значення коефіцієнтів векторів  $C_l$  (числа  $c_{lj}, j=\overline{1, n}, l=\overline{1, L}$ ) не визначені.

Задаються випадкові величини  $F^l(x) = \sum_{j=1}^n c_{lj} x_j - f_{opt}^l, Ax=b, x_j \geq 0, j = \overline{1, n}, l=\overline{1, L}.$

Де  $n+1$  вимірні випадкові величини  $c_{11}, \dots, c_{ln}, f_{opt}^{lm}, l=\overline{1, L}$  задаються таблицями

$$\left\{ \begin{matrix} c_{11}^m, \dots, c_{ln}^m, f_{opt}^{lm} \\ P_l^m > 0, \sum_{m=1}^{T_l} P_l^m = 1 \end{matrix} \right\}, m=\overline{1, T_l}, l=\overline{1, L}$$

де  $f_{opt}^{lm} = \min_x \sum_{j=1}^n c_{ej}^m x_j, Ax = b, x_j \geq 0, j = \overline{1, n}.$

Введемо наступний компромісний критерій: знайти детермінований вектор  $x^{opt}$ , що задовольнює наступним умовам

$$x^{opt} = arg \left\{ \min_x \sum_{l=1}^L \omega_l MF^l(x), Ax = b, x_j \geq 0, j = \overline{1, n} \right\}$$

$\omega_l > 0, l = \overline{1, L}$  – експертні коефіцієнти  $MF^l(x) = \sum_{m=1}^{T_l} P_l^m [(C_l^m)^T x - f_{opt}^{lm}], Ax = b, x_j \geq 0, j = \overline{1, n}.$

В силу твердження [1] має місце загальна рівність

$$argmin_{x \in \Omega} \sum_{l=1}^L a_l \left[ \sum_{j=1}^n C_{lj} x_j - f_{opt}^l \right] = argmin_{x \in \Omega} \sum_{j=1}^n \left( \sum_{l=1}^L a_l C_{lj} \right) x_j,$$

де  $\Omega$  – довільна опукла множина відносно змінних  $x_j, j=\overline{1, n}$  – компонент вектора  $x$   $f_{opt}^l = \min_{x \in \Omega} C_l^T x, a_l > 0, l = \overline{1, L}$  – довільні числа.

Тому компромісне рішення  $x^{opt}$  є розв'язком наступної задачі ЛП  $x^{opt} = argmin_x \sum_{l=1}^L \omega_l [\sum_{m=1}^{T_l} P_l^m (C_l^m)^T x], Ax=b, x_j \geq 0, j=\overline{1, n}.$

Аналогічно, з використанням твердженням 1,2 [1] формулюють відповідні

задачі ЛП для знаходження компромісних рішень для всіх інших компромісних критеріїв для розв'язання задач багатоцільового ЛП в умовах невизначеності [1].

В загальному виді формування задач ЛП з функціоналом

$$\min_{x \in \Omega} C_l^T x, \quad l = \overline{1, L} \in \text{обгрунтованим так як } \min_{x \in \Omega} C_l^T x = \max_{x \in \Omega} (-C_l^T x).$$

Примітка. В нечітких моделях використовується таблиця

$$\left\{ \begin{array}{l} C_{l1}^m, \dots, C_{ln}^m, f_{opt}^{lm} \\ 0 \leq \mu_l^m(C_{l1}^m, \dots, C_{ln}^m, f_{opt}^{lm}) \leq 1 \end{array} \right\} l = \overline{1, L}, \\ m = \overline{1, T_l}.$$

Тому аналог компромісного рішення в термінах нечітких дискретних множин має вигляд

$$x^{opt} = \underset{x}{\operatorname{argmin}} \sum_{l=1}^L \omega_l \left[ \sum_{m=1}^{T_l} \mu_l^m(C_{l1}^m, \dots, C_{ln}^m, f_{opt}^{lm})(C_l^m)^T, x \right], Ax=b, x_j \geq 0, j = \overline{1, n}.$$

Таким чином з урахуванням всіх результатів приведених в[1], для задачі багатоцільового ЛП в детермінованій постановці і в умовах невизначеності маємо 16 компромісних критеріїв, для кожного з яких теоретично обгрунтовано знаходиться

оптимального компромісне рішення. Кожне компромісне рішення є розв'язком однієї задачі ЛП, чи послідовності задач ЛП, яку формує користувач аналізуючи проміжні результати і змінюючи на кожному проміжному етапі значення додатних вагових коефіцієнтів, що входять в компромісні критерії.

Практичне значення теоретичних результатів для розв'язання задачі багатоцільового ЛП в детермінованій постановці та в умовах невизначеності підтверджують науковими публікаціями [2], [3] в яких наводяться розв'язок логістичної(транспортної) задачі та задачі компромісного планування виробництв з використання узагальненої статистичної моделі виробництв В. Леонт'єва.

Таким чином створення програмного забезпечення, що дозволяє професіональному користувачу максимально просто і зручно конструювати потрібні йому послідовність задач ЛП, автоматизувати процес створення індивідуального коду їх розв'язку, аналізувати проміжні результати, змінювати наступну послідовність задач ЛП, тобто реалізувати максимально зручну інтерактивну комп'ютерну систему є актуальною і не тривіальною задачею інженерії програмного забезпечення.

**Висновки.** Розглянута загальна задача багатоцільового лінійного програмування, розв'язок якої ґрунтується на теоретичних результатах отриманих в [1], наведена методологія та відповідний приклад побудови компромісних критеріїв в умовах невизначеності (в термінах теорії ймовірності та нечітких множин) як розв'язок відповідних задач лінійного програмування. Показано наукове [2,3] та практичне значення розробки програмного забезпечення з інтелектуальним інтерфейсом користувача що дозволяє в інтерактивному режимі знаходити необхідне користувачу компромісне рішення на основі запропонованих 16 компромісних критеріїв.

### Список інформаційних джерел

1. Моделі та алгоритми багатоцільового лінійного програмування / О.А. Павлов // Проблеми управління та інформатики 6 (2020): 5-15.
2. Транспортна задача в умовах невизначеності / Павлов, О. А., О. Г. Жданова. // Проблеми управління та інформатики 2 (2020): 34-45.

3. Лінійні моделі планування з використанням узагальненої виробничої моделі Леонт'єва / Павлов О.А., Муха І.П., Гавриленко Е.В., Рибачук Л.В., Ліщук // Є.І. The Fourth International Conference on Computer Science, Engineering and Education Applications ICCSEEA 2021, 23–24 January 2021, Kiev, Ukraine. – 2021, LNDECT vol 83, pp. 232-243.

*Панченко Сергій Віталійович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

**Науковий керівник: Поперешняк Світлана Володимирівна, кандидат**

*фізико-математичних наук, доцент кафедри Інформатики та програмної інженерії*

*Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Україна*

## СТАТИЧНИЙ ПОЛІМОРФІЗМ У МОВІ ПРОГРАМУВАННЯ C++

**Анотація.** Дана робота розглядає концепцію та застосування статичного поліморфізму [1] в мові програмування C++. Акцент робиться на складніших підходах, таких як Curiously Recurring Template Pattern [2-3] (CRTP) та використання std::variant [4]. Робота вивчає приклади використання цих механізмів для досягнення ефективного статичного поліморфізму, зокрема в контексті функцій та об'єктів різних типів.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** C++, СТАТИЧНИЙ ПОЛІМОРФІЗМ, CRTP, STD::VARIANT, STD::VISIT.

## STATIC POLYMORPHISM IN THE C++ PROGRAMMING LANGUAGE

**Abstract.** This paper considers the concept and application of static polymorphism [1] in the C++ programming language. Emphasis is placed on more sophisticated approaches such as the Curiously Recurring Template Pattern [2-3] (CRTP) and the use of std::variant [4]. The work studies examples of using these mechanisms to achieve effective static polymorphism, particularly in the context of functions and objects of various types.

**KEY WORDS:** C++, STATIC POLYMORPHISM, CRTP, STD::VARIANT, STD::VISIT.

**Вступ.** Статичний поліморфізм є важливою складовою об'єктно-орієнтованого програмування, яка дозволяє використовувати властивості різних типів на етапі компіляції. У мові програмування C++, існують різні способи досягнення статичного поліморфізму, включаючи CRTP та використання std::variant. Ця робота розглядає принципи та приклади використання цих механізмів для оптимізації та підвищення гнучкості коду.

**Основна частина.** Концепція статичного поліморфізму має свої корені в розвитку об'єктно-орієнтованого програмування (ООП). Перші підходи до статичного поліморфізму були впроваджені у мову програмування C++ у рамках переважання функцій та операторів. Однак ідеї, що лежать в основі статичного поліморфізму, еволюціонували з часом, дозволяючи розробникам використовувати більш потужні та гнучкі підходи.

Статичний поліморфізм у мові програмування C++ визначається рядом вагомих переваг, які важливі для розробників [5]. По-перше, він сприяє ефективності програми, оскільки багато рішень вирішуються на етапі компіляції. Це дозволяє уникнути витрат, пов'язаних із викликами функцій та переважанням операторів під час виконання програми, що важливо для отримання оптимальної швидкодії.



Додатково, статичний поліморфізм забезпечує статичну перевірку типів на етапі компіляції. Це перешкоджає потенційним помилкам типізації та дозволяє розробникам впевнено використовувати функціональність програми, знаючи, що деякі типові помилки вже визначені на етапі розробки.

Крім того, статичний поліморфізм визначає інтерфейси та взаємодію об'єктів на етапі компіляції, що може покращити читабельність та розуміння коду. Управління типами на етапі компіляції також дозволяє визначати та використовувати оптимальні структури даних та алгоритми, що сприяє загальній оптимізації програми.

Таким чином, статичний поліморфізм вигідно поєднує в собі аспекти ефективності, безпеки та оптимізації коду, роблячи його привабливим вибором для великої кількості програм, де важлива швидкодія та надійність.

Хоча статичний поліморфізм у мові програмування C++ має свої переваги, його обмежена гнучкість порівняно із динамічним поліморфізмом є основним недоліком. Визначення взаємодії на етапі компіляції обмежує можливість динамічних змін у поведінці програми. Також використання шаблонів може збільшити обсяг коду, ускладнити його зрозумілість та розслідування. Додатково, статичний поліморфізм може вимагати від розробників глибокого розуміння мови та системи, ускладнюючи роботу менш досвідченим програмістам та може призводити до виникнення помилок на етапі розробки.

Curiously Recurring Template Pattern (CRTP) представляє собою шаблонний підхід в мові програмування C++, який дозволяє класам отримувати доступ до функціональності базового класу на етапі компіляції. Ідея полягає в тому, що похідний клас успадковує шаблон базового класу, передаючи самого себе як параметр шаблону. Цей підхід дозволяє створювати код, який використовує поліморфізм на етапі

компіляції, що призводить до ефективної реалізації.

Розглянемо простий приклад CRTP для зрозуміння його використання:

```
template <typename Derived>
class Base {
public:
    void commonOperation() {

static_cast<Derived*>(this)->specificOperation
    };
};
class DerivedClass : public
Base<DerivedClass> {
public:
    void specificOperation() {
        // Concrete realisation
    }
};
int main() {
    DerivedClass obj;
    obj.commonOperation();
    return 0;
}
```

У цьому прикладі, Base є шаблонним класом, який приймає похідний клас як параметр шаблону. Метод commonOperation базового класу викликає метод specificOperation похідного класу через static\_cast. Такий підхід дозволяє використовувати функціональність похідного класу, при цьому деталі реалізації визначаються саме в похідному класі.

std::variant є частиною стандарту C++17 і надає зручний спосіб зберігання об'єктів різних типів у єдиному контейнері. Це дозволяє створювати змінні, які можуть містити об'єкти різних типів, а використання std::visit дозволяє ефективно маніпулювати цими об'єктами.

std::variant є прикладом дискримінаційного об'єднання, або англійською “discriminated union” [6]. Тобто це таке об'єднання типів, яке знає тип об'єкта, який воно зберігає.

Давайте розглянемо простий приклад використання `std::variant` та `std::visit` для роботи з геометричними фігурами:

```
#include <variant>
#include <iostream>
struct Circle {double radius;};
struct Square { double side; };
void area(const Circle& circle) {
std::cout << "Circle: " << 3.14 * circle.radius *
circle.radius << std::endl;
}
void area(const Square& square) { std::cout <<
"Square: " << square.side * square.side <<
std::endl;}
int main() {
std::variant<Circle, Square> shape;
shape = Circle{5.0};
std::visit([](auto& s) { area(s); }, shape);
```

```
shape = Square{4.0};
std::visit([](auto& s) { area(s); }, shape);
return 0;
}
```

У цьому прикладі ми використовуємо `std::variant` для створення змінної `shape`, яка може містити або об'єкт типу `Circle`, або об'єкт типу `Square`. Функція `area` розраховує площу фігури, а `std::visit` використовується для виклику функції `area` залежно від типу об'єкта в `shape`.

Однією з ключових переваг `std::variant` є те, що він дозволяє працювати з різноманітними типами даних у безпечний спосіб, забезпечуючи статичну типізацію та контроль за типами на етапі компіляції. Це особливо корисно в тих випадках, коли кілька типів може взаємодіяти в одному контейнері.

**Висновки.** У відсутності універсального рішення для всіх завдань статичний поліморфізм у мові програмування C++ залишається потужним інструментом, який варто використовувати з обов'язковим урахуванням його недоліків. Обмежена гнучкість та збільшення обсягу коду можуть стати викликами, але, правильно використовуючи шаблони та CRTP, розробники можуть досягти великої ефективності та безпеки коду.

При розробці програм слід обдумано вибирати між статичним та динамічним поліморфізмом, залежно від конкретних вимог проекту. Статичний поліморфізм особливо корисний у випадках, коли важлива ефективність та контроль типів на етапі компіляції. Все ж, розробники повинні бути уважними, враховуючи його обмежену гнучкість та можливі проблеми, такі як збільшення часу компіляції та ускладнення коду.

Таким чином, збалансований підхід до використання статичного поліморфізму може допомогти досягти відмінних результатів у розробці програм, забезпечуючи оптимальність та безпеку коду.

### Список інформаційних джерел

1. David Vandervoede, Nicolai M. Josuttis, Douglas Gregor. C++ Templates: The Complete Guide 2nd Edition. Boston: Addison Wesley, 2018. С. 372-375.
2. David Vandervoede, Nicolai M. Josuttis, Douglas Gregor. C++ Templates: The Complete Guide 2nd Edition. Boston: Addison Wesley, 2018. С. 495-497.
3. Jason Turner. C++ Weekly. 2021. Ep. 259 - CRTP: What It Is. Some History and Some Uses. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=ZQ-8laAr9Dg> (дата звернення : 12.12.2023)
4. Klaus Igleberger. Breaking Dependencies: The Visitor Design Pattern in CPP. CppCon, 2022. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=PEcy1vYHb8A&t=1663s> (дата звернення : 12.12.2023 )

5. David Vandervoode, Nicolai M. Josuttis, Douglas Gregor. C++ Templates: The Complete Guide 2nd Edition. Boston: Addison Wesley, 2018. C. 375-377.
6. David Vandervoode, Nicolai M. Josuttis, Douglas Gregor. C++ Templates: The Complete Guide 2nd Edition. Boston: Addison Wesley, 2018. C. 603-628.

*Пархоменко Валентин Романович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Баклан Ігор Всеволодович, кандидат технічних наук,*

*Доцент, доцент кафедри інформатики та програмної інженерії*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського*

## **МУЛЬТИАГЕНТНА СИСТЕМА БЕЗПЕРЕБІЙНОГО МОНІТОРИНГУ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ**

**Анотація.** Сьогодні корпоративні комп'ютерні мереж розповсюджені по усьому світу і ця розповсюдженість тільки зростає, а їх рівень безпеки частіше за все лишається на надзвичайно низькому рівні, а іноді й взагалі фактично відсутній. Через це існують високі ризики несанкціонованих втручань, в тому числі атак, що використовують вразливості мережевого обладнання та шкідливе програмне забезпечення.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** мультиагентне програмне забезпечення, моніторинг, комп'ютерна мережа, мережеві вузли, рівні моделі осі, протокол комунікації, обмін даними, мережевий пакет.

**Abstract.** Today, corporate computer networks are widespread worldwide, and this prevalence is only growing. However, their security level often remains extremely low, and sometimes practically non-existent. As a result, there are high risks of unauthorized interventions, including attacks exploiting vulnerabilities in network equipment and malicious software.

**KEYWORDS:** multi-agent software, monitoring, computer network, network nodes, OSI model levels, communication protocol, data exchange, network packet.

**Вступ.** Сучасні системи захисту мають високий поріг вимог до користувача а також мають безліч можливостей для уникнення виявлення такими системами. Важливість застосування мультиагентної системи моніторингу з метою забезпечення надійності та ефективності функціонування системи моніторингу є недооціненою, як і потреба в створенні менш вибагливих систем до навичок користувачів, умов у мережах та обладнання аби зробити застосування таких систем безпеки простіше, ефективніше та більш розповсюдженим

**Основна частина.** Головна мета цієї роботи спрямована на розробку надійного рішення програмного забезпечення моніторингу локальних комп'ютерних мереж з метою підвищення надійності виявлення пристроїв у мережі, покращення можливостей інтеграції створеного програмного забезпечення до вже існуючих різноманітних комплексних систем.

Під час дослідження предметної області було визначено декілька основних задач:

- Оглянути методи, що використовуються у вже існуючому програмному забезпеченні моніторингу мереж.
- Створити програмне забезпечення, що забезпечить постійний, неперервний та надійний моніторинг учасників мережі.
- Забезпечення створеного програмного забезпечення, покращеною

швидкодією, невибагливістю до доступних ресурсів, підвищеною надійністю роботи та простотою у використанні, інтеграції та адаптації.

- Надання створеному програмному забезпеченню такого методу комунікації агентів, що дозволить здійснювати таку комунікацію без розкриття даних про потенційне мережеве розташування агентів.

Об'єктом цього дослідження є програмне забезпечення мультиагентних систем для локальних комп'ютерних мереж, що використовуються для роботи та передачі даних усюди.

Предметом дослідження є технології та методи ефективного виявлення активних мережевих вузлів локальних комп'ютерних мереж з використанням мультиагентної системи моніторингу.

Майже кожен дім, офіс, університет, кафедра, кафе чи підприємство на сьогоднішній день мають власну локальну мережу. Десь ці мережі більш закриті та їх захист є критичним, десь вони більш відкриті чи взагалі майже ніким не обслуговуються. Це частіше за все викликано складністю, з якою зустрічаються люди під час спроб почати дбати про моніторинг у своїх мережах. Створений метод низькорівневого аналізу перехоплених пакетів, що проходять через мережеву карту вже активних пристроїв у мережі, використаний під час розробки, враховує розширені можливості щодо його впровадження, окрім того він є досить простим у використанні. Нарешті, окремо зацентовано увагу на забезпеченні безперебійності та ефективності роботи системи навіть в ускладнених умовах, де до цього потрібно було прикласти зусилля й мати високий рівень відповідної підготовки.

Головна задача у моніторингу комп'ютерних мереж має бути вирішена в рамках цієї роботи – це знайти рішення, що вирішить проблему складності встановлення та налаштувань, повільних та не ефективних методів виявлення мережевих вузлів, і взагалі суцільний хаос серед результатів пошуку з цього приводу. Тож створення простого рішення цієї складної проблеми, що дозволить швидко та надійно виявляти активні мережеві вузли - це головна задача.

Розглянемо детальніше метод виявлення активних вузлів у мережі. Основна ідея полягає в тому, що будь-який пристрій у мережі надсилає та отримує різноманітні мережеві пакети.

Кожен пристрій має свої власні алгоритми та налаштування, що визначають тип, кількість та одержувачі цих пакетів. Вони можуть бути широкомовними чи адресно розсилатися. Зазвичай, вони містять інформацію про відправника та отримувача, що може бути прочитана, навіть якщо дані зашифровані.

Створений метод використовує будь-який вже підключений до мережі пристрій, прослуховуючи під адміністраторськими правами мережеву карту пристрою, він аналізує кожен пакет, що проходить через мережеву карту, витягаючи інформацію про відправника та отримувача.

Цей метод надає можливість проводити сканування мережі швидко і непомітно. І важливо відзначити, що він повністю виключає використання традиційних методів сканування, таких як пінгування чи опитування портів інших пристроїв, роблячи процес виявлення активних вузлів невидимим для інших учасників мережі.

Розглянемо метод комунікації агентів у створеній мультиагентній системі

моніторингу комп'ютерних мереж. У звичайних сценаріях використання мультиагентних систем встановлюють статичні конфігурації агентів для визначення їх мережевого місцезнаходження та інших агентів, або використовують ширококомовні пакети із зазначенням інформації про їх місцезнаходження, аби інші агенти могли цю інформацію таким чином отримати для подальшого зв'язку.

Обидва ці варіанти комунікації легко компрометуються дозволяючи визначення розташування агентів усім учасникам мережі, що може стати об'єктом зловмисницьких дій, таких як ізоляція пристроїв чи виведення агентів з ладу. Розроблений же метод обміну даними - це власний протокол із власним форматом пакетів.

При використанні розробленого методу пакети не розголошують інформацію про розташування відправника та отримувача, що ускладнює визначення кількості та розташування агентів. Важливо підкреслити, що цей метод може бути легко адаптований, надаючи гнучкість у роботі з різними системами моніторингу.

Створено удосконалений метод визначення активних мережевих вузлів для систем моніторингу локальних комп'ютерних мереж, що відрізняється від існуючих своїм принципом дії та своєю ефективністю. Також створено метод комунікації агентів мультиагентної системи моніторингу мереж, що унеможливорює як ідентифікацію агентів сторонніми учасниками мережі, так і запобігає видачу розташування таких агентів у мережі.

Аби не поглиблюватись глибоко в деталі, можемо сказати, що інші системи моніторингу, які зараз можна знайти у

використанні використовують частіше за все по суті четвертий та третій рівні OSI моделі для пошуку та виявлення пристроїв. Сюди входить перевірка хостів за допомогою "пінгу", тобто надсилання найпростіших тестових пакетів, очікуючи на відповідь від цільового пристрою або сканування використовуваних портів, наявність яких також свідчитиме про активний пристрій. Також багато є інструментів та підходів для аналізу поведінки пристрою, що є цілком сканування на предмет того, як він на таке сканування реагує, наприклад активно відхиляє запити - що також може бути ознакою наявності пристрою. Також іншим методом пошуку пристроїв, що адміністратори мереж зазвичай комбінують з іншими раніше згаданими методами - це перегляд таблиці аренди DHCP на маршрутизаторі мережі або використання ARP таблиць. Проте жоден зі згаданих методів не є достатньо ефективним у виявленні всіх пристроїв, до того ж, більшість з них - є непростими у застосуванні, особливо людьми, що не мають спеціальної підготовки.

У випадку ж наявності професійної підготовки у команди професіоналів, що активно працюють над моніторингом мережі та виявлення сторонніх підключень та неавторизованих пристроїв навіть за умови, що перераховані раніше використовувані підходи дають ефективний результат, при будь-якій, навіть базовій підготовці, від них можна досить ефективно закритись. На сьогоднішній день в інтернеті можна дуже просто знайти примітивні рішення для повного блокування подібних запитів, таких як пінг чи використання портів або запитів на них, що не дасть рішенням з активним скануванням знайти такий пристрій у мережі. А при використанні статичної адреси на стороні пристрою - він

не з'явиться і у таблиці аренди айпі адрес від DHCP серверу, через що може залишатись непомітним у мережі. З іншої ж сторони такі скануючі системи у локальній мережі надзвичайно просто виявити через безпосередньо отримання таких запитів, що ще більше спрощує можливість приховування активності пристрою у мережі простим блокуванням тих локальних адрес, де встановлено агенти, а частіше за все це навіть якась одна адреса. Це зробить усі перелічені раніше підходи абсолютно нездатними до виявлення таких пристроїв, проте у деяких випадках через особливості пристроїв умови можуть так співпасти, що навіть примітивний пристрій може залишитись непомітним у мережі.

Завдяки використанню створеного методу вдалось досягнути більш ефективного виявлення пристроїв у мережі. При розробці нового методу після уважного аналізу літератури, стандартів та дослідницької практичної роботи було прийнято рішення повністю відмовитись від UCSX активних методів сканування мережі. Кожен пристрій що працює у мережі завжди використовує величезну кількість різноманітних активностей, надсилаючи цю інформацію до локальної мережі для того, щоб працювали ті чи інші сервіси або взагалі працювала мережа та інтернет. Створений метод базується на другому (канальному) рівні OSI моделі, найнижчому можливому рівні роботи з мережевими даними, нижче, як відомо - вже йде фізичний рівень. Саме прямий аналіз пакетів, що потрапляють до мережевої карти будь-якого пристрою, підключеного до мережі дозволяють виявити усі інші пристрої у мережі, а розгортання мультиагентної системи на більшій кількості вузлів у мережі зовсім не залишають ніяких шансів сховатись жодному пристрою та це надає можливість

знаходити нові пристрої у мережі практично миттєво! Сховатись від такої мультиагентної системи вже практично неможливо а її точність - висока.



Рис. 1 – Схематичне зображення мережі

На цьому схематичному зображенні мережі зображено достатньо типову структуру локальної мережі, де DHCP сервер працює на головному маршрутизаторі (роутері), до нього підключені пристрої та некерований комутатор. До комутатора ж під'єднано також пристрої та бездротову точку доступу (до якої звісно також підключені пристрої). В такому випадку стандартні методи виявлення активних вузлів стовідсотково зможуть визначити лише вузли, виділені зеленим кольором, в той час як ті, що виділені помаранчевим можуть бути визначені лише частково або обмеженим переліком стандартних методів.

Пристрої, що помічені червоним можуть мати вже таку конфігурацію, що не дозволить їх визначити звичайними методами моніторингу мережі, проте, всі пристрої на схемі будуть визначені розробленим програмним забезпеченням.

Переваги розробленого програмного забезпечення:

- Агенти розробленого програмного забезпечення мультиагентної системи мережевого моніторингу не мають жодного активного слухаючого порта на пристроях, де вони встановлюється.
  - Під час роботи програмного забезпечення повністю відсутні абсолютно будь-які активні запити до пристроїв у мережі з метою спроби їх виявлення.
  - Розроблений метод виявлення активних мережевих вузлів базується на каналному рівні передачі мережевих даних, що практично робить усі спроби уникнути виявлення пристрою в мережі – неможливими.
  - Прихований режим роботи агентів у мережі робить не те, щоб неможливим виявлення такого програмного забезпечення у мережі а й повністю позбавляє зловмисників інформації про розташування агентів.
  - Новий метод знаходження пристроїв робить це набагато надійніше, швидше та ефективніше активних систем моніторингу.
  - Відсутнє абсолютно будь-яке додаткове навантаження на мережу в порівнянні з відсутністю встановленого програмного забезпечення мультиагентної системи мережевого моніторингу, що було розроблено в рамках цієї роботи.
  - Простота у встановленні, інтеграції і використанні розробленого ПЗ.
  - Максимальна “легкість” системи, що робить її невибагливою до системних характеристик пристроїв, на яких вона встановлюється, на будь-якій платформі.
- У зв’язку с тим, що система - мультиагентна, виникає потреба в

знаходженні методу обміну даними між агентами або збору таких даних. Цю проблему можна було б вирішити залишивши вибір шляху обміну даними на користувача такої системи але це позбавило систему би багатьох переваг та зручності, які можна було б отримати лише докладаючи зусилля при її встановленні та обслуговуванні, хоча й мінімальних. Так як система має залишатись повністю анонімною, не створювати надмірний мережевий трафік, не видавати розташування агентів, де вони встановлені та бути надзвичайно простою у використанні - вона була розроблена таким чином, що в решті решт кожен агент при встановленні у систему за бажанням може жодним чином не конфігуруватись, зовсім!

В систему вбудовано власноруч створений новий протокол обміну даними. Цей протокол було створено на каналному (другому) рівні OSI моделі та він не використовує IP чи MAC адреси мережевих пристроїв. При активній роботі мультиагентної системи з конфігурацією за замовчуванням агенти не здійснюють жодного обміну даними автоматично з метою максимізації прихованості системи у мережі, а здійснюють таку лише за спеціальним запитом. За необхідністю усі особливості поведінки як окремих агентів так і усієї мультиагентної системи можуть бути змінені відповідно до вимог кінцевого користувача за лічені хвилини. У розроблений протокол вбудовано власний формату пакету, що використовується агентами для комунікації у створеній мультиагентній системі.

**Висновки.** У результати проведеної роботи було детально розглянуто тему мультиагентного моніторингу комп’ютерних мереж та створено новий метод визначення активних мережевих вузлів, що відрізняється від існуючих значним підвищенням ефективності роботи, створено спеціальний анонімний протокол комунікації агентів мультиагентної системи та створено комплексне програмне забезпечення для мультиагентного безперебійного моніторингу комп’ютерних мереж. В рамках розв’язання поставлених задач було використано мову програмування Python, як базовий засіб реалізації програмного забезпечення. Основним



форматом даних став JSON. В якості бібліотеки для прямої взаємодії з фізичним мережевим обладнанням пристроїв, на яких встановлюються агенти створеного програмного забезпечення було використано бібліотеку Scapy, яка надає можливості безпосереднього перехоплення мережевих пакетів, що проходять через мережеву карту в необробленому вигляді та надає можливість надсилати будь-які дані у довільному форматі в мережу, що в свою чергу було використано під час створення власного протоколу обміну даними. Виконано аналіз принципів існуючих методів виявлення активних мережевих пристроїв. Результатами аналізу стали висновки про ненадійність таких методів, визначено їх недоліки та завдяки отриманим результатам було розроблено новий, ефективніший метод. Поєднання розробленого нового методу виявлення активних мережевих вузлів, розробленого протоколу анонімного обміну даними між агентами та виконання поставлених для цієї магістерської дисертації завдань призвело до створення унікального на момент написання роботи програмного забезпечення, що здатне здійснювати ефективніший за аналоги моніторинг мережі, виконувати його пасивно та здійснювати обмін даними між агентами, приховуючи інформацію про агентів та систему від інших учасників мережі, унеможливаючи виявлення агентів, їх місцезнаходження та можливість сховати активний мережвий вузол у локальній мережі від розробленого програмного забезпечення.

### Список інформаційних джерел

1. J. Postel. Internet Control Message Protocol. STD 5, RFC 792, 1981.
2. Kenneth J. Thurber and Harvey A. Freeman Sperry Univac. A Bibliography of local computer network architectures. St. Paul, Minnesota 55165.
3. Комп'ютерні мережі: [навчальний посібник] / А. Г. Микитишин, М. М. Митник, П. Д. Стухляк, В. В. Пасічник. — Львів: «Магнолія 2006», 2013. ISBN 978-617-574-087-3
4. The TCP/IP Guide v3 — TCP Maximum Segment Size (MSS) and Relationship to IP Datagram Size – Charles M. Kozierok, 2005
5. P. Reviriego, A. Sánchez-Macián, J. A. Maestro and C. J. Bleakley, "Increasing the MTU size for Energy Efficiency in Ethernet," IET Irish Signals and Systems Conference (ISSC 2010), Cork, 2010, pp. 124-128, doi: 10.1049/cp.2010.0499.
6. J. Postel. Transmission Control Protocol. // RFC 793 (STD7). 1981
7. Introduction to Networks Companion Guide (CCNAv7) – Cisco Networking Academy – 2020, pp. 233-262 chapter 7. ISBN-10: 0-13-663366-8, ISBN-13: 978-0-13-663366-2
8. Internet protocol. Darpa internet program protocol specification. – Information Sciences Institute University of Southern California 4676 Admiralty Way Marina del Rey, California 90291 – September 1981. // RFC 791. 1981
9. Pittet J.-M. "ARP and IP broadcast over HIPPI-800" – Silicon Graphics Inc. – 2000 // RFC 2834
10. David C. Plummer – "An Ethernet Address resolution Protocol" / "Converting Network Protocol Addresses to 48 bit Ethernet Address for Transmission on Ethernet Hardware" – Internet Engineering Task Force, Network Working Group – 1982 // RFC 826

*Пермяков Євгеній Костянтинович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Фіногенов Олексій Дмитрович, кандидат технічних наук,*

*Доцент кафедри інформатики та програмної інженерії*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського*

## **МЕТОДИ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОЇ МОДЕРАЦІЇ КОМЕНТАРІВ НА ПЛАТФОРМАХ ПРОВЕДЕННЯ ОНЛАЙН-ТРАНСЛЯЦІЙ**

**Анотація.** При веденні відео-блогів, онлайн трансляцій, де є взаємодія з аудиторією через коментарі, виникає досить багато викликів з модерацією: спам, негативні коментарі, несумісні коментарі (не відповідність темі відео), поширення конфіденційних даних. З деякими з них платформи ведуть боротьбу, але повністю всіх категорій проблемних коментарів не покривають. Платформи для проведення онлайн-трансляцій модерують лише певну частку коментарів з точки зору категорій модерацій. Але покриття наступних категорій як негативні коментарі, несумісні коментарі, автоматичну модерацію зазвичай не проходять. Тому при створенні будь-якого контенту, власник може зіткнутися з неприємностями в коментарях.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** платформи проведення онлайн-трансляцій, модерація, архітектура.

**Abstract.** There are video blogs, online broadcasts, where there is interaction with a large audience through comments, cause quite a few challenges with moderation: spam, negative comments, incompatible comments (inconsistency with the topic of the video), distribution of confidential data. Platforms fight some of them, but not all categories of problematic comments are covered. Online streaming platforms only moderate a certain number of comments in terms of moderation category. But coverage of the following categories, such as negative comments, incompatible comments, do not actually pass automatic moderation. Therefore, when creating any content, the owner may face problems in the comments.

**KEYWORDS:** online broadcasting platforms, moderation, architecture.

**Вступ.** Наразі користувачам мережі Інтернет все привабливіше до вподоби відеоконтент. Спочатку були широко розповсюджені завчасно записані відеоролики, та технології рушаються з місця і з'являються такі можливості як введення онлайн трансляцій. При досягненні певної кількості глядачів, модерація чату в ручному форматі вже не можлива через надмірний потік тексту. Тому для первинної обробки коментарів, платформи для проведення онлайн трансляцій надають базовий функціонал модерації. Проте реалізовані внутрішні сервіси модерації обробляють лише певну частку коментарів з точки зору категорій та функціоналу модерації, і для модерування інших категорій необхідно залучати людські ресурси.

**Основна частина.** Головна мета цієї роботи спрямована на розширення функціоналу автоматичної модерації

коментарів на платформах проведення онлайн-трансляцій, завдяки впровадженню

додаткових методів (покриттю нових категорій).

Під час дослідження предметної області було визначено декілька основних задач:

- Розробка архітектури;
- Методи взаємодії компонентів;
- Розробка правил обробки
- Оцінка запропонованого рішення

Об'єктом дослідження є програмне забезпечення для автоматичної модерації коментарів на платформах проведення онлайн-трансляцій.

Предметом дослідження є засоби побудови архітектура програмного забезпечення для модерації коментарів.

При використанні архітектур, де наявні компоненти, виникає питання взаємодії компонентів між собою. Оскільки компоненти зазвичай функціонують як незалежні, взаємодія повинна відбуватися через узгоджені протоколи передачі даних. Існують наступні протоколи передачі даних:

- HTTP/HTTPS – протокол передачі гіпертексту та є одним з найпоширеніших у мікросервісних архітектурах та надають можливість комунікації через інтернет;
- RPC – протокол, що надає можливість викликати функції або процедури в іншому віддаленому процесі або на іншому комп'ютері через мережу;
- AMQP – протокол повідомлень, має реалізацію черг повідомлень, що дозволяють виконувати асинхронну обробку повідомлень;
- WebSocket – протокол, що надає можливість з'єднання використовуючи TCP в двухсторонньому режимі між запитувачем та отримувачем, створюючи постійне з'єднання та обмінючись пакетами в режимі реального часу. Тобто дані

можливо відсилати не чекаючи на будь-які запити від клієнта [1].

Балансирувальник мість в собі пул задач, які необхідно обробити. Пул задач складається з блоків, які надходять для обробки. Кожен блок мість певну кількість коментарів. Кількість коментарів в блоці залежить від того, скільки було зібрано та відправлено. При розгортанні двох сервісів модерації, перший блок буде відправлено в перший інстанс, другий - в другий інстанс. Відслідкувати переміщення блоків по всій системі можливо за допомогою хешу.

Модель обробки блоків, що використовується - LIFO.

Переваги використання методу LIFO перед FIFO:

Свіжі коментарі, обробляються в першу чергу, оскільки в чаті коментарі відображаються в порядку спадання по часу, і користувачеві бачать спочатку нові повідомлення [2].

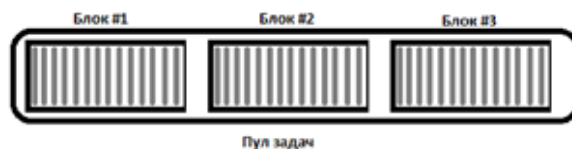


Рис. 1 – Пул задач в балансувальнику

Для попередньої обробки тексту використовується бібліотека `spacy`, та працює у вигляді конвеєру, який мість такі компоненти як токенізатор, тегер, лемматизатор, синтаксичний аналізатор і розпізнавач сутності. Завдяки використанню конвеєрів даних, оптимізуються процеси щодо розрахунків. Для реалізації функції аналізу тональності тексту, до конвеєру додається компонент `spacytextblob`. Для аналізу контексту використано модель з архітектурою BERT, що підключена за допомогою бібліотеки `ktrain`. Для перевірки повідомлень на

ступінь дубльованості, та надається бібліотекою difflib. Для зменшення часу обробки коментарів запропоновано спеціальний порядок виконання функції щодо модерації [3].

Оскільки розширення функціоналу модерації можливе без перестану, та сервіс повинен надавати можливість використовувати різні наявні технології не впливаючи на досвід користувача, проведено експеримент архітектури щодо можливості паралельних обчислень з метою перевірки поставлених та реалізованих вимог. Успішність експерименту довела можливість масштабування архітектури.

Кількість фільтрів можливо додавати безліч, чим більше – тим більше час обробки. Також рішення має надавати змогу додавати та змішувати різні технології, бібліотеки, методи при цьому не впливаючи на користувацький опит використання рішення.

Основний акцент робиться на архітектурі, задля можливості масштабування для можливості обробки коментарів в режимі близькому до реального часу та уникнення можливих затримок при використанні.

Запропонована мікросервісна архітектура з компонентом балансирувальника навантаження надає змогу підключати безліч дублюючих сервісів модерації на ходу (гаряче вмикання), тим самим розвантажуючи систему.

Мікросервісна архітектура — архітектура, в якій додаток розділяється на незалежні компоненти (мікросервіси) з визначеними інтерфейсами [4].

Мають наступні характеристики:

- Кожен мікросервіс має свою модель даних і керує власними даними;
- Дані переміщуються між мікросервісами за допомогою API;
- Принцип – один функціонал – один сервіс.

Однією з цілей будь-якої архітектури є управління складністю. Однією з переваг цієї архітектури це простота. Оскільки компоненти розбиті на багато різних частинок, складових, це надає змогу полегшити побудову та підтримку системи. Також сервіси можуть бути написані на різних мовах, використовувати різні бази даних, та різне налаштоване середовище. Що дозволяє кожному сервісу бути розгорнутим, відновленим незалежно від інших. При випадках якщо один з сервісів несподівано запросить у системи багато операційного часу, це буде стосуватися лише серверу де цей мікросервіс розташований [5].

Також невід’ємною перевагою є швидкість розробки. Завдяки тому що кожен процес розкладений на декілька компонентів, розробники мають змогу одночасно працювати над системою, не створюючи будь-які затримки.

Якість розроблених сервісів на вищому рівні, оскільки є можливість протестувати та перевірити кожен мікросервіс по одинці.

Паттерн GateWay відіграє важливу роль в управлінні та організації взаємодії між сервісами, та слугує централізованою точкою входу, яка обробляє різні запити, та направляє запит далі згідно маршрутизації задля досягнення кінцевого запитаного ендпоінту [6]

*Петренко Владислав Вікторович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Галушко Дмитро Олександрович, кандидат технічних наук,  
доцент кафедри інформаційних систем та технологій, КПІ ім. Ігоря Сікорського*

## НЕЙРОННА РЕКОМЕНДАЦІЙНА СИСТЕМА ГІБРИДНОГО ТИПУ

### NEURAL RECOMMENDER SYSTEM OF HYBRID TYPE

**Анотація.** Метою дослідження є покращення побудови моделі на базі нейромережевого апарату та алгоритмів рекомендаційних систем для застосування у медіасервісах. Завдання, які було виконано, включають використання алгоритмів каскаду та перемикача для генерації навчальних даних, а також навчання нейронної моделі на цих даних з використанням динамічних ваг параметрів. Результати роботи алгоритму наведено за допомогою метрик, таких як середньоквадратична та середньоабсолютна похибка. Досягнуті результати дають змогу покращити точність рекомендацій та забезпечити користувачів ефективнішим досвідом використання системи.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** Нейронна мережа, Гібридна рекомендаційна система, Середньоквадратична похибка, Середньоабсолютна похибка, Змінювані ваги параметрів моделі штучного інтелекту

**Abstract.** The aim of the study is to improve the construction of a model based on a neural network apparatus and algorithms of recommender systems for use in media services. The tasks accomplished include utilizing cascade and switch algorithms to generate training data, as well as training the neural model on this data with the use of dynamic parameter weights. The algorithm's results are presented using metrics such as mean squared error and mean absolute error. The achieved outcomes allow for the enhancement of recommendation accuracy and provide users with a more effective system experience.

**KEY WORDS:** Neural network, Hybrid recommender system, Mean squared error, Mean absolute error, Variable weights of artificial intelligence model parameters.

**Вступ.** Сьогодні існує безліч рекомендаційних алгоритмів та моделей штучного інтелекту, які працюють на основі них, але досі ці рішення потребують покращення для підвищення точності моделей та користувацького досвіду. Для вирішення цієї проблеми було досліджено поєднання базових гібридних систем, для створення нейронної системи з динамічно змінюваними вагами параметрів.

**Основна частина.** Основна ідея полягає у тому, щоб поєднати гібридний тип рекомендаційної системи перемикач та гібрид каскад для створення вибірки даних для навчання на ній моделі штучного інтелекту. Для створення даних потрібен датасет, що міститиме неявні дані, це дозволить отримати більш точну модель для прогнозу оцінок. Гібрид каскадного типу нівелюватиме недолік низької масштабованості, за рахунок послідовного використання алгоритмів суспільної та контентної фільтрації. А гібрид типу перемикач, на основі попередньо відомих

даних про користувача нівелюватиме проблему холодного старту, за рахунок проміжного шару, що на попередньо встановлених умовах вирішуватиме яку фільтрацію застосувати [1]. Візуалізацію роботи такого способу зображено на рисунку 1 нижче.

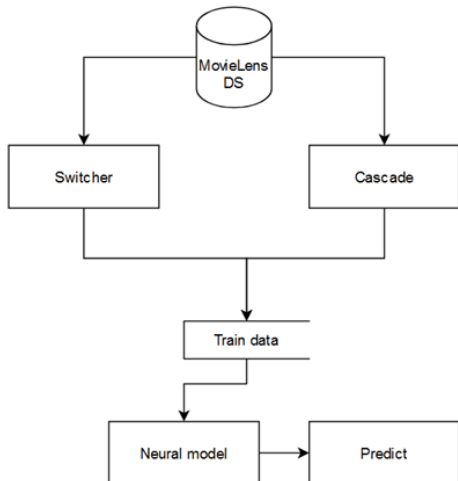


Рисунок 1 – Візуалізація поєднання гібридів

Після навчання моделі, її буде донаведено для врахування динамічно змінюваних вагів параметрів. Цей спосіб є інноваційним і забезпечить вищий рівень точності, порівняно зі вже існуючими базовими алгоритмами та моделями.

Для реалізації використано набір даних MovieLens [2], що має різні метрики, найголовнішими з яких для дослідження є неявні дані – час перегляду одиниці контенту, явні дані – оцінка користувача, та контекстуальні дані - жанр. Після стандартизації та обробки, датасет отримав вигляд, що зображено на рисунку 2 нижче.

idmovie	userid	timeOfView	Rating	genre
1	101	120	4.5	Action
2	102	90	3.0	Comedy

Рисунок 2 - Початок обробленого датасету

Після проходження даних через базові гібриди каскаду та перемикача, було отримано дві вибірки даних, які були

змішані в одну шляхом об'єднання і слугуватимуть тренувальними даними. На основі цих даних та з використанням лінійної регресії була навчена модель штучного інтелекту. Слід зазначити, що рейтинги при цьому змінились, оскільки було конвертовано оцінки користувачів у десятибальну систему з урахуванням часу, що користувач провів за переглядом фільму, та жанром. Отримавши готову модель для прогнозування, яка була навчена на даних сформованих за допомогою поєднання двох гібридів, слід її покращити, за рахунок введення поняття динамічно змінюваних вагів коефіцієнтів [3]. Для реалізації було використано часову мітку, яка впливає на ваги параметрів (жанр та час перегляду) [4]. Якщо наразі ніч, то жанр матиме більшу вагу, ніж час, який користувач провів за переглядом контенту, і навпаки якщо день. Це надасть необхідну користувачам гнучкість рекомендацій, а приклад такої реалізації зображено на рисунку 3 нижче.

```

current_time = datetime.datetime.now().time()
is_night = current_time >= datetime.time(22, 0) or current_time < datetime.time(6, 0)

# Визначення ваг для кожного параметру на основі часу дня
if is_night:
    genre_weight = 2.0 # Більш вага на більший жанр
    timeOfView_weight = 1.0
else:
    genre_weight = 1.0
    timeOfView_weight = 2.0 # Більш вага на переказу на більший жанр

# Визначення ваг для кожного параметру
sample_weights = train_data['genre'] * genre_weight + train_data['timeOfView'] * timeOfView_weight

# Будуємо регресор на основі вагів
X_train = train_data[['userid', 'idmovie', 'feature1', 'feature2', ...]]
y_train = train_data['Rating']

# Ініціалізація моделі лінійної регресії з регуляризациєю (Ridge)
model = Ridge(alpha=0.01)

# Тренування моделі на тренувальному наборі з використанням ваг
model.fit(X_train, y_train, sample_weight=sample_weights)

# Прогнозування результату на тестових даних
X_test = test_data[['userid', 'idmovie', 'feature1', 'feature2', ...]]
y_pred = model.predict(X_test)
  
```

Рисунок 3 – Введення динамічно змінюваних ваг параметрів

Було проведено оцінку створеної моделі, отримані результати занесено до таблиці 1 нижче.

Таблиця 1 – Оцінка точності та ефективності моделі

MSE	MAE	R-sqr
0.6	0.4	0.73

Для дослідження успішності створеної моделі було проведено експеримент, який полягає у зрівнянні показників каскадного гібриду, перемикача, та створеної моделі, що використовує інноваційний спосіб в навчанні та зміни вагів. Результати занесені до таблиці 2 нижче.

Таблиця 2 – Порівняння показників створеної моделі та вже існуючих

	MSE	MAE	R-sqr
Нова	0.6	0.4	0.73
Каскад	1	0.7	0.55
Перемикач	1.2	0.5	0.71

Проаналізувавши отримані показники, можна стверджувати, що розроблена модель

має перевагу у точності над вже існуючими і є доцільною для використання у сервісах. Також вона є гнучкою, за рахунок динамічної зміни коефіцієнтів, що позитивно вплине на користувацький досвід. Це підтверджується тим, що середньоквадратична похибка інноваційної моделі на 40% менша ніж у звичайного каскаду, і на 50% менша ніж у перемикача. Середньоабсолютна похибка на 43% менша, ніж у каскаду, і на 20% ніж у перемикача. Частка дисперсії цільової змінної ближче до одиниці ніж інші, що вказує на те, що модель має кращу взаємодію з даними ніж каскад чи перемикач.

**Висновки.** Було реалізовано та оцінено запропоновану модель штучного інтелекту, навчену на основі даних, створених за рахунок проходження через два базових гібриди – каскад та перемикач. Оцінка точності показала, що система має переваги над існуючими гібридами і є доцільною для застосування у медіасервісах. А функція динамічної зміни вагів параметрів додала гнучкості для користувачів, що є підходом, який дозволить максимально персоналізувати контент.

#### Список інформаційних джерел

1. "Learning preferences of new users in recommender systems: an information theoretic approach" / A. M. Rashid, G. Karypis, G. Shani, & ін. // ACM Transactions on Information Systems (TOIS), 2008, Т. 26, № 3, Р. 12.
2. Kaggle MovieLens Dataset Discover [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.kaggle.com/datasets/prajitdatta/movielens-100k-dataset/code>
3. "Recommender systems survey" / J. Bobadilla, F. Ortega, A. Hernando, A. Gutiérrez // Knowledge-Based Systems, 2013, Т. 46, PP. 109–132.
4. "Toward the next generation of recommender systems: A survey of the state-of-the-art and possible extensions" / G. Adomavicius, A. Tuzhilin // IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2005, Т. 17, № 6, PP. 734-749.

*Поночовний Павло Сергійович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Олійник Володимир Валентинович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних систем та технологій, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **АНАЛІТИЧНИХ ОГЛЯД СПОСОБІВ ЗАСТОСУВАННЯ ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ (LLM) ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ**

### **ANALYTICAL REVIEW OF LARGE LANGUAGE MODELS APPLICATION TECHNIQUES FOR REAL-WORLD PROBLEMS**

**Анотація.** У роботі проаналізовано особливості реалізації великих мовних моделей різними типами архітектури трансформера та сфери застосування кожної з них. Розглянуто основні підходи до покращення роботи мовних моделей в прикладних задачах: інженерія запитів, доповнена генерація пошуку та тонке налаштування моделі. Виділено особливості кожного методу та ефективні сфери їх використання для певних задач. Показана важливість правильного підбору архітектури та способу адаптації великої мовної моделі в залежності від поставленого завдання.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** великі мовні моделі, архітектура трансформера, інженерія запитів, доповнена генерація пошуку, тонке налаштування.

**Abstract.** The paper analyzes operation principles of large language models with different types of transformer architectures and the scope of application for each of them. The main approaches to improving the performance of language models are discussed, focusing on prompt engineering, retrieval-augmented generation, and fine-tuning of the model. The distinctive features of each approach are highlighted, and their effective application areas for specific tasks are identified. The importance of the correct selection of the architecture and model adaptation method for a large language model depending on the task is shown.

**KEY WORDS:** large language models, transformer architecture, prompt engineering, retrieval augmented generation, fine-tuning.

**Вступ.** В сучасному світі великі мовні моделі стають ключовим компонентом розвитку штучного інтелекту, розкриваючи безмежні можливості у розумінні та обробці природної мови, включаючи низько-ресурсні як українська, для використання яких раніше доводилося докладати додаткових зусиль [1]. Однак, незважаючи на надзвичайний потенціал, на практиці виникають важливі питання щодо вибору архітектури та конкретних реалізацій таких моделей. Це дуже важливий етап створення моделі, що визначає ефективність виконання завдань та здатність моделі до адаптації та узагальнення. Неправильний вибір може призвести до втрати точності та продуктивності, що, в свою чергу, має вплив на результати вирішення конкретних задач.

Крім того, важливим є правильний підбір технік та методів для врахування наявних недоліків та обмежень, що можуть впливати на ефективність виконання поставлених завдань великих мовних моделей загалом.



**Основна частина.** Великі мовні моделі (*Large Language Model, LLM*) – це тип нейронних мереж, які навчаються розуміти та відтворювати людську (природню) мову на високому рівні. Цей результат досягається за рахунок використання глибоких нейронних мереж -трансформерів і навчання на великих обсягах текстових даних [2]. Основною перевагою великих мовних моделей є їхня універсальність і здатність розуміти та генерувати текст для різноманітних завдань.

Архітектура трансформера є революційним рішенням в області обробки природньої мови, що забезпечує ефективне масштабування на багатоядерних графічних процесорах, використання у навчанні більших наборів даних та їх паралельну обробку. Ключовим елементом архітектури став механізм уваги, який надав змогу призначати ваги різним елементам у вхідних даних, вказуючи на їх відносну важливість або релевантність. Завдяки цьому, модель навчилася вибудовувати залежності та зв'язки всередині даних, що є аналогією розуміння мови [3].

Є три основні типи архітектури трансформерів, і всі вони мають свої особливості, які є важливими для ефективного вирішення задач різного характеру. Перша архітектура є оригінальною, яка лежала у основі даного інноваційного рішення. Вона включає в себе кодер та декодер. Кожен з цих компонентів виконує свою функцію: кодер – обробляє вхідні послідовності, вибудовує їх і пропускає через велику кількість шарів, це надає представлення структури та значення вхідних даних, побудові токенів послідовності; декодер – використовує контекстне розуміння кодера, використовуючи його токени послідовності, і завдяки ним передбачає наступні маркери до визначення вихідної послідовності. Даний тип архітектури зазвичай використовується для задач перекладу,

узагальнення та відповідями на запитання. Такі моделі називають також «*sequence-to-sequence*». Представниками таких моделей є T5 та BART.

Існують моделі, які містять лише кодер, вони мають назву *моделі автокодування*, навчаються за допомогою моделювання мови у масках. Цей підхід у випадковому порядку маскує лексеми вхідної послідовності, що дозволяє моделі навчитися передбачати замасковані елементи для побудови оригінального речення. Даний підхід дозволяє аналізувати вхідну послідовність в цілому, що дає перевагу у вирішенні задач класифікації тексту навіть над спеціалізованими моделями [4], аналізу настроїв та розпізнавання іменованих об'єктів. Приклади моделей: BERT, ROBERTA.

Останній тип, відомий як *авторегресійні моделі*, містить лише декодер і є найсучаснішим та прогресивним архітектурним рішенням. Такі моделі навчаються передбачати наступний маркер на основі попередньої послідовності маркерів. Вони не мають доступу до вхідної послідовності, і бачать лише вхідні маркери та їх зв'язки. Найпоширенішим застосуванням таких моделей є генерація тексту або чат-боти, а яскравими прикладами виступають GPT і BLOOM.

Безумовно, вибір архітектури трансформера відносно поставленого завдання надає змогу підвищити продуктивність роботи LLM. І така попередньо навчена модель з використанням великих текстових наборів даних може успішно виконувати поставлені для неї задачі. Проте існує ряд недоліків та обмежень, які присутні у таких моделях. Серед основних можна виділити застарілість даних, «галюцинації», питання безпеки, масштабування, витрати на навчання та час генерації відповіді. Існує ряд способів та методів, які здатні вирішити ці проблеми та покращити попередньо

навчену модель. Проаналізуємо найпопулярніші з них – рисунок 1.

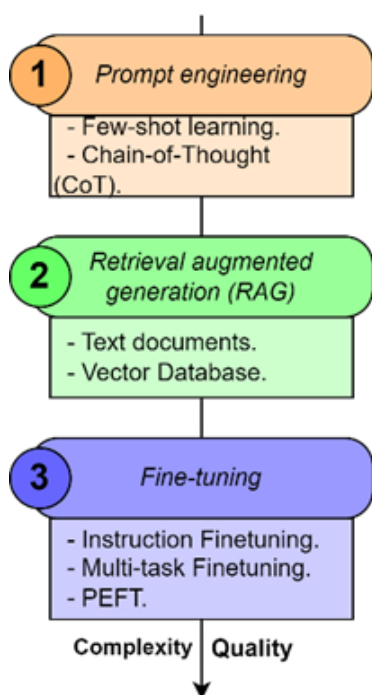


Рисунок 1 – Методи покращення моделі в залежності від складності та якості

1) *Prompt engineering*. Найпростішим та першочерговим методом, який можна використати для підвищення точності та якості відповідей є інженерія запитів (підказок). Дана техніка передбачає створення точних структурованих підказок для управління результатами моделі, покращуючи доречність та конструктивність бажаних відповідей.

- *Few-shot learning* – підхід передбачає додавання в запит демонстрації прикладів правильної відповіді. Завдяки ним модель починає генерувати бажані результати відповідей шляхом «навчання» з переданого контексту. Ефективність підходу може змінюватися в залежності від кількості прикладів у підказці. Ця техніка має обмеження в застосуванні для різних задач та вимагає застосування інженерії запитів для отримання оптимальних результатів. Її переважно застосовують для нескладних задач класифікації, розуміння природної

мови, відповідей на питання або написання резюме.

- *Chain-of-Thought (CoT)* – це вдосконалений підхід запитів, який передбачає отримання бажаного результату за рахунок розбиття складного завдання на менші, логічно пов'язані під-завдання. Основною ідеєю є послідовне вирішення завдання з описом кожного кроку, опираючись на попередній [5]. Це надає змогу моделі навчитися схожому міркуванню вирішення проблеми за поданим прикладом. Даний тип підказок є найефективнішим у LLM, особливо для завдань, де присутні важкі міркування: вирішування математичних задач, написання творів, відповіді на питання, де потрібне логічне виведення.

Дані підходи є швидкими у виконанні, не потребують додаткового навчання та не вносять програмних змін до самої моделі.

2) *Retrieval augmented generation (RAG)*. Цей метод дає можливість поєднати LLM з зовнішніми джерелами даних, що дозволяє використати додаткові знання без необхідності перенавчання всієї моделі[6]. Зовнішні дані для додатків RAG, таких як системи рекомендацій та чат-боти, представляються за допомогою векторного подання (ембедингів) і зазвичай використовують підготовлені текстові документи з релевантним контентом або векторне сховище – базу даних, яка дозволяє ефективно індексувати, зберігати та знаходити векторизовану текстову інформацію.

Модифікація навченої моделі можлива за рахунок того, що RAG має дві фази: пошук і створення вмісту. Фаза пошуку за допомогою алгоритмів виконує знаходження та витягування фрагментів інформації, що стосуються запиту користувача. Ці зовнішні знання додаються до запиту користувача та передаються в мовну модель. Як результат, на другому генеративному етапі RAG мовна модель використовує переданий із запитом контекст та власні знання для створення

більш релевантної відповіді адаптованої під запит користувача.

Використання якісних і важливих фактів у запиті, які можна перевірити і використати в поясненні рішення, дозволяє замістити застарілу інформації в LLM актуальними зовнішніми даними і зменшує ризик «галюцинацій». Однак інтеграція зовнішніх знань створює підвищену обчислювальну складність та затримку, що потенційно може призвести до довшого часу виведення, більшого використання ресурсів і довших циклів розробки.

3) *Fine-tuning*. Це процес вдосконалення попередньо підготовлених моделей шляхом їх навчання на менших, специфічних наборах даних з метою підвищення їхніх можливостей та результативності у конкретному завданні чи області [7]. Тонка настройка полягає в адаптації загальних моделей під конкретну задачу, гарантуючи відповідність мовної моделі індивідуальним очікуванням користувача. Однією з базових технік для адаптації LLM є тонке налаштування інструкціями (*instruction fine-tuning*), що передбачає додаткове навчання моделі на даних у вигляді специфічних для задачі інструкцій. Такий підхід надає змогу задавати чіткі шаблони для керування поведінкою моделі, забезпечуючи контрольовану і адаптивну поведінку. Втім, тонке налаштування інструкціями може стикатися з проблемами катастрофічного забування, коли якісне налаштування моделі на нове завдання призводить до «забування» загальних знань, отриманих під час попереднього навчання. При такому явищі модель втрачає розуміння загальної мовної структури, оскільки зосереджується виключно на новому завданні.

Одним із варіантів, що дозволяють запобігти катастрофічному забуванню, є багатозадачне тонке налаштування інструкціями. Цей підхід передбачає навчання моделі на даних, які включають

прикладі не з одної, а кількох різних задач, таких як підсумовування, відповіді на питання, машинний переклад або класифікація тексту [4]. Хоча метод і вимагає значного обсягу даних, його переваги у вигляді високої ефективності мовних моделей в різних завданнях з одночасним уникненням катастрофічного забування виправдовують зусилля і витрати ресурсів.

Іншим підходом є *Parameter Efficient Fine-tuning (PEFT)*, що передбачає заморожку певних шарів моделі під час тонкого налаштування. Заморожуючи перші шари, відповідальні за фундаментальне розуміння мови, відбувається зберігання основних знань, і налаштування наступних рівнів для конкретного завдання. Ефективні стратегії точного налаштування параметрів в основному обмежуються оновленням лише обмеженої групи параметрів, замість проведення повного донавчання, що передбачає оновлення кожної ваги моделі під час контрольованого навчання. Деякі методи акцентуються на вивченні конкретних параметрів моделі, таких як окремі шари чи компоненти, одночасно заморожуючи більшість ваг моделі. Інші стратегії додають кілька нових параметрів або шарів та навчають їх, не впливаючи на ваги оригінальної моделі. У результаті маємо значно менше параметрів для навчання порівняно з оригінальною мовною моделлю, що допомагає зменшити вимоги до пам'яті та обчислювальну складність процесу донавчання. Також PEFT вирішує проблему катастрофічного забування та гарантує, що модель збереже свої багатозадачні можливості до узагальнення.

У реальному світі тонке налаштування великих мовних моделей знайшло застосування в різних сферах і задачах таких як: аналіз настроїв [4], розпізнавання іменованих об'єктів, переклад мови, чат-боти та віртуальні помічники, аналіз

медичного тексту, фінансовий аналіз та аналіз юридичних документів.

Підводячи підсумки аналізу методів адаптації роботи великих мовних моделей можна виділити наступні особливості застосування кожного з них:

1. **Prompt engineering:** просте конкретне завдання; шаблонне завдання; завдання, яке можна розбити на прості підзавдання.

2. **RAG:** розширення бази знань моделі (контексту); зменшення кількості «галюцинацій».

3. **Fine-tuning:** виконання дуже конкретного завдання; велика затримка у попередніх методах; надто велика кількість інструкцій.

Всі розглянуті вище методики та техніки є різними за рівнем реалізації, складності та швидкості роботи. Кожна з них має свої переваги, вимоги та сфери застосування, але при правильно підбраному підході, з урахуванням особливостей задачі, вони здатні значно покращити отримані результати застосування великої мовної моделі.

**Висновки.** У даній роботі було здійснено аналітичний огляд основних архітектур великих мовних моделей та специфіку сфер їхнього застосування, а також огляд методів та технік для покращення ефективності їх роботи в реальних завданнях. Врахування особливостей конкретної задачі, сильних сторін кожної архітектури та моделі LLM дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо їх вибору з урахуванням наявних ресурсів і вимог проекту. Розуміння особливостей і переваг різних технік донавчання та врахування контексту для таких моделей дозволяє здійснювати раціональний підбір методики для реальних прикладних задач. Це дає змогу суттєво покращити результати застосування LLM, використовуючи наявні ресурси, і значно спрощує процес розробки та впровадження таких моделей.

### Список інформаційних джерел

1. Oliinyk V. Data augmentation with foreign language content in text classification using machine learning / Oliinyk V., Osadcha K. // Adaptive systems of automatic control, 2020. Vol. 1, №36. – P. 51-59.
2. Language models are few-shot learners / Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., ... & Amodei, D. – 2020. – P. 2-3.
3. Attention is all you need / Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, L. – 2017. – P. 2-5.
4. Oliinyk V. Low-resource text classification using cross-lingual models for bullying detection in the Ukrainian language / Oliinyk V., Matviichuk I. // Adaptive systems of automatic control, 2023. Vol. 1, №42. – P. 87-100.
5. Unleashing the potential of prompt engineering in Large Language Models: a comprehensive review / Banghao Chen, Zhaofeng Zhang, Nicolas Langrené, Shengxin Zhu. – 2023. – P. 5-6.
6. Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks / Patrick Lewis, Ethan Perez, Aleksandra Piktus, Fabio Petroni, Vladimir Karpukhin, Naman Goyal, Heinrich Küttler, Mike Lewis, Wen-tau Yih, Tim Rocktäschel, Sebastian Riedel, Douwe Kiela. – 2021. – P. 2-5.
7. Fine-tuning large language models for natural language understanding: A survey / Eshghi, M., et al. – 2021. – P.2-6.

*Поспєлова Каролїна Ігорївна, магістр кафедри інформатики та програмної інженерії  
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Халус Олена Андрївна, старший викладач кафедри інформатики та програмної інженерії  
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **ПОЄДНАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧЧЯ ТА БЛОКЧЕЙНУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ В СИСТЕМАХ КОНТРОЛЮ ДОСТУПУ**

**Анотація.** Дана робота присвячена розробці та оптимізації процесів ідентифікації та авторизації у системах контролю доступу за допомогою інтеграції технологій розпізнавання облич та блокчейну. Робота розглядає сучасні методи забезпечення безпеки, приватності та надійності в цифровому світі. Особлива увага приділяється аналізу технологій, проектуванню системи, розробці надійних механізмів зберігання та оцінці ефективності розробленої системи.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** контроль доступу, розпізнавання облич, блокчейн, cnn, convolutional neural networks, технології ідентифікації, оптимізація системи, надійність, цифрова безпека

## **COMBINING FACIAL RECOGNITION TECHNOLOGY AND BLOCKCHAIN FOR SECURITY IN ACCESS CONTROL SYSTEMS**

**Abstract.** This work is dedicated to the development and optimization of identification and authorization processes in access control systems through the integration of facial recognition and blockchain technologies. It examines modern methods of ensuring safety, privacy, and reliability in the digital world, with a special focus on technology analysis, system design, the development of reliable storage mechanisms, and evaluating the efficiency of the developed system.

**KEYWORDS:** access control, facial recognition, blockchain, cnn (convolutional neural networks), identification technologies, system optimization, reliability, digital security.

**Вступ.** У сучасному цифровому світі, де безпека та точна ідентифікація особи набувають вирішального значення, технологія розпізнавання облич відіграє ключову роль і стала невід'ємною частиною сучасних технологічних рішень. Ця технологія, яка дозволяє автоматично ідентифікувати особу за унікальними фізичними характеристиками, стає все більш популярною у різних сферах, включаючи системи безпеки, мобільні додатки, банківські послуги та ритейл. Крім значних переваг, вони також стикаються з низкою важливих проблем. Ці проблеми охоплюють не тільки технічні аспекти, як-от точність ідентифікації, але й ряд етичних та юридичних питань, зокрема, пов'язаних із зберіганням та обробкою біометричних даних [1]. Питання приватності стають особливо актуальними в контексті потенційного неправомірного використання або крадіжки цих даних. Системи розпізнавання облич можуть створювати ризики порушення приватності та свобод, якщо біометричні дані не захищені належним чином.

З метою захисту особистих даних та забезпечення безпеки, провідні компанії впроваджують новітні технології шифрування та розробляють протоколи, які обмежують зберігання особистих даних без шкоди для системи. Це доповнюється глобальними дискусіями та законодавчими ініціативами для регулювання приватності. Блокчейн, з його

незмінністю та децентралізацією, пропонує перспективний підхід до контролю доступу, забезпечуючи інтегритет та конфіденційність даних через криптографічні методи [2]. Використання блокчейну для зберігання біометричних даних полягає у перетворенні цих даних на хеші, які не можуть бути перетворені назад у свій оригінальний вигляд. Це значно знижує ризики зловживань із даними, навіть у випадку їх витоку або крадіжки, забезпечуючи таким чином додатковий захист приватності користувачів.

У цьому контексті, розпізнавання облич та блокчейн виступають як передові технології, що пропонують інноваційні рішення для захисту даних та ідентифікації осіб. Розпізнавання облич як біометричний метод забезпечує точність та швидкість при ідентифікації, а блокчейн - гарантує безпеку та незмінність записів, що є критично важливим у контексті зберігання та обробки персональних даних.

**Основна частина.** Розпізнавання облич є однією з основних задач комп'ютерного зору. Використання методів глибокого навчання та аналіз великих даних дозволяє створювати нейронні мережі, які з часом вдосконалюють свої здібності до розпізнавання облич, досягаючи точності, що перевищує людську.

Процес розпізнавання обличчя включає кілька кроків [3]:

- виявлення: визначення наявності обличчя на фото, часто помітне як рамка, що з'являється навколо обличчя при включенні камери телефону;

- аналіз рис: встановлення характерних особливостей обличчя і перетворення їх у набір числових даних, наприклад, відстань між очима, форма підборіддя, розміри носа і т.д. Зазвичай достатньо 128 характеристик для опису одного зображення;

- ідентифікація: підтвердження особи на фото шляхом порівняння отриманих числових значень із збереженими даними.

Техніки поверхневого та глибокого навчання використовуються для вирішення ключових завдань у галузі розпізнавання облич. Проте, глибокі навчальні методи виявляються більш ефективними, витягуючи численні додаткові атрибути облич і здатні розпізнавати особи навіть при наявності перешкод, таких як маскування чи зміни виразу обличчя.

Різні підходи до глибокого навчання включають використання автоенкодерів і глибинних переконувальних мереж, але згорткові нейронні мережі (CNN) вважаються найбільш продуктивними для задач класифікації облич. Ці мережі ефективно обробляють зображення, зменшуючи їх розмірність і виділяючи ключові елементи для аналізу текстур, що дозволяє класифікувати образи [4].

Згорткові нейронні мережі, які належать до категорії глибоких штучних нейронних мереж з прямим розповсюдженням, часто використовуються для аналізу візуальних даних. Ці мережі, натхнені біологічними процесами, є варіантом багатошарових перцептронів і працюють без додаткової обробки перед процесуванням. CNN структурно складається з вхідних та вихідних шарів, і містить кілька прихованих шарів. Вхідний шар перетворює 2D-зображення в 3D-матрицю, параметри якої можуть змінюватися на виході з кожного шару.

Приховані шари у згорткових нейронних мережах (CNN) охоплюють різні типи, включаючи згорткові, полінові, повноз'єднані, субдискретизуючі, та нормалізаційні шари. Згорткові шари виконують ключові обчислення в CNN, використовуючи згорткові операції для обробки вхідних даних та передачі результатів до наступного шару, імітуючи

реакцію окремих нейронів на візуальні стимули.

Основні характеристики кожного згорткового шару можуть бути визначені:

- $F$  (діаметр рецептивного поля): вказує на кількість нейронів у попередньому шарі, які пов'язані з одним нейроном у поточному шарі;

- $K$  (глибина): показує кількість нейронів у даному шарі;

- $S$  (крок згортки): регулює рівень перекриття між рецептивними полями;

- $P$  (нульове доповнення): використовується для регулювання розміру вихідної матриці.

Кожен нейрон у згортковому шарі характеризується фільтром, матрицею розміром  $F \times F \times F$ , параметри якої налаштовуються під час навчання. Цей фільтр використовується для створення активаційної карти, яка стає частиною вихідної матриці шару.

CNN використовують принцип однакових ваг у своїх згорткових шарах, що означає використання одного фільтра (або набору ваг) для кожного рецептивного поля в цих шарах. Така стратегія дозволяє оптимізувати використання пам'яті та підвищити ефективність обчислень.

На подальших етапах обробки в CNN, повнозв'язний шар аналізує характеристики, отримані на попередніх етапах, та визначає клас об'єкта. Цей шар працює аналогічно до багатошарового перцептронну в традиційних нейронних мережах, забезпечуючи тісний зв'язок між нейронами різних шарів.

Шар субдискретизації, також відомий як шар підвибірки, змінює просторові характеристики вхідних даних, спрощуючи обчислення та допомагаючи запобігати перенавчанню. В цьому процесі більша увага приділяється присутності конкретної ознаки, аніж точному місцерозташуванню цієї ознаки.

Процес субдискретизації полягає у компресії груп пікселів через нелінійні

перетворення, зменшуючи чотири значення до одного максимального. Це досягається шляхом застосування  $2 \times 2$  фільтру до кожного сегмента вхідної матриці, що призводить до зменшення розміру матриці удвічі.

Незважаючи на переваги біометричного розпізнавання, виникають питання щодо безпеки та конфіденційності зберігання та обробки біометричних даних. Ці дані є дуже чутливими, і їх можлива компрометація або неправомірне використання може мати серйозні наслідки.

Збір біометричних даних, як правило, включає сканування облич осіб для визначення унікальних біометричних характеристик. Після сканування ці дані перетворюються у цифровий формат, і інформація про обличчя користувача перетворюється в унікальний цифровий відбиток або хеш. Хеш - це короткий рядок, який не можна зворотно перетворити в оригінальну інформацію, забезпечуючи таким чином конфіденційність особистих даних [5].

Такий підхід гарантує, що в мережі зберігаються лише хешовані версії даних, а не реальні біометричні дані, що підвищує рівень приватності та безпеки.

Цифровий відбиток інтегрується у транзакцію всередині блокчейну, яка містить хеш біометричних даних та іншу релевантну інформацію, наприклад, часові мітки та метадані доступу. Ця транзакція потім розсилається в мережі блокчейну і записується в блок разом з іншими подібними транзакціями. Блок перевіряється мережею через процес майнінгу (у протоколах, що використовують доказ роботи) або інший механізм консенсусу. Перевірка гарантує, що дані не змінені і є легітимними.

Після успішної перевірки блок додається до існуючого ланцюга блоків. Кожен блок містить унікальний ідентифікатор (хеш блоку) і хеш попереднього блоку,

забезпечуючи послідовність всього блокчейну. Оновлення є відкритим і синхронізується між учасниками мережі, що забезпечує прозорість та незмінність записів.

Коли особа намагається отримати доступ до системи, її біометричні дані знову скануються, і новий цифровий відбиток перевіряється з даними в блокчейні.

Якщо хеш нових даних співпадає зі збереженим хешем, доступ надається.

Цей процес забезпечує високий рівень безпеки, оскільки для зміни даних потрібно змінити весь блок і всі наступні блоки в ланцюгу, що є практично неможливим. Використання блокчейну також забезпечує конфіденційність, оскільки зберігаються лише хешовані версії біометричних даних, а не самі дані, забезпечуючи таким чином приватність особистої інформації.

**Висновки.** Отже, у сьогоdnішніх реаліях маємо, що поєднання технологій розпізнавання облич та блокчейну є важливим для підвищення безпеки систем контролю доступу. Така синергія між технологією розпізнавання облич та блокчейном відкриває нові можливості для створення більш безпечних та надійних систем контролю доступу та відповідає на сучасні виклики приватності та захисту інформації. Також слід підкреслити практичне значення результатів дослідження, яке може бути втілене на підприємствах, що висувають строгі вимоги до безпеки та приватності.

#### Список інформаційних джерел

1. "Deep Learning in Facial Recognition: An Overview" [Електронний ресурс] // International Journal of Computer Science and Information Security. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://sites.google.com/site/ijcsis/vol-19-no-2-feb-2021>.
2. "Blockchain Technology: A Data Protection and Privacy Solution" [Електронний ресурс] // Journal of Data Protection & Privacy. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.henrystewartpublications.com/jdpp/v5>.
3. "Face Recognition Systems and Ethical Implications" [Електронний ресурс] // Ethics in Information Technology. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ethics-it-journal.org/volume-15-issue-1>.
4. "Advances in Convolutional Neural Networks (CNN) for Facial Recognition" [Електронний ресурс] // Journal of Machine Learning Research. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.jmlr.org/papers/volume21/>.
5. "The Role of Blockchain in Enhancing Data Security and Privacy" [Електронний ресурс] // Blockchain Research Institute. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.blockchainresearchinstitute.org/publications/the-role-of-blockchain-in-data-security/>.



*Розгон Олександр Олександрович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Іванова Любов Миколаївна, кандидат технічних наук,*

*доцент, доцент кафедри інформатики та програмної інженерії*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **АНАЛІЗ СУЧАСНИХ АРХІТЕКТУРНИХ ПІДХОДІВ У ПРОГРАМУВАННІ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ЇХ МОДИФІКАЦІЙ НА ПРИКЛАДІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РЕГУЛЮВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ПОСЛУГ**

### **ANALYSIS OF CONTEMPORARY ARCHITECTURAL APPROACHES IN PROGRAMMING AND IMPLEMENTATION OF THEIR MODIFICATIONS USING SOFTWARE FOR REGULATING LOGISTIC SERVICES AS A CASE STUDY**

**Анотація.** Дана тема присвячена аналізу сучасних архітектурних підходів у програмуванні, доцільності їх впровадження в чистому вигляді та можливості їх модифікацій на прикладі реальної системи. Дослідження спрямоване на вивчення та порівняння різних архітектурних концепцій, враховуючи їхні переваги та недоліки. Акцент робиться на адаптації цих підходів до вимог та особливостей реальних систем та задач, що мають обмежені ресурси на виконання. Обґрунтована необхідність використання новітніх архітектурних рішень у програмному забезпеченні. Проаналізовано вплив вибору архітектури на продуктивність, масштабованість та зручність розробки.

Опис реальних проблем та випадків роботи з системами занадто строгої архітектури, так і з неструктурованими системами.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** архітектура, сучасні системи, гнучкість архітектури, баланс між архітектурою і ресурсами, оптимізація

**Abstract.** This topic is devoted to the analysis of modern architectural approaches in programming, the feasibility of their direct implementation, and the possibilities of modifications using a real-world system as an example. The research focuses on studying and comparing various architectural concepts, considering their advantages and disadvantages. Emphasis is placed on adapting these approaches to the requirements and peculiarities of real systems and tasks with limited resources for execution. The necessity of utilizing cutting-edge architectural solutions in software development is justified. The impact of architectural choices on performance, scalability, and development convenience is thoroughly analyzed.

Description of real problems and cases of working with systems of both strict and non-structured architectures is provided.

**KEYWORDS:** architecture, modern systems, architectural flexibility, balance between architecture and resources, optimization.

**Вступ.** З самого початку історії програмування виникло важливе питання щодо ефективного структурування коду та управління зростанням складності програмних продуктів, природно

виникло поняття абстракції. Абстракція дозволяла розробникам відокремлювати деталі реалізації від взаємодії та використовувати лише суттєві аспекти, що спрощувало структуру коду та полегшувало розуміння програм.

З плином часу відділення аспектів взаємодії та реалізації здобуло додатковий розгалужений характер. Під час розвитку програмування виникла необхідність у вищих рівнях абстракції, що визначило появу поняття архітектури систем.

Архітектура систем визначає загальний вигляд та організацію програмного продукту. Вона включає в себе вибір структурних елементів, їхні взаємовідносини та принципи їхньої побудови. Поняття архітектури систем стало ключовим для подолання складності розвитку великих та складних програмних проектів.

Сучасні архітектурні підходи базуються на принципах абстракції, спрямованих на полегшення розробки та управління складністю. Це враховує потребу в структурі, яка сприяє ефективній взаємодії складних компонентів програмної системи. Розуміння та застосування архітектурних принципів стає ключовим для досягнення ефективної розробки програмного забезпечення.

**Основна частина.** Будь-яка архітектура починається з розбиття системи на повноцінні незалежні частини, модулі та шари, а також з проектування їх взаємодії. Так виникає принцип «Low Coupling і High Cohesion», який визначає підхід, де окремі функціональні одиниці мають високий рівень внутрішнього зв'язку, але обладнані чітко визначеними інтерфейсами для зовнішньої взаємодії. Це дозволяє системі мати слабкий зв'язок всередині, що полегшує модифікації та сприяє можливому перевикористанню коду в інших системах. Слідування даному принципу - основне завдання кожної існуючої архітектури.

Розглянемо найвідоміші та найпоширені типи архітектур, а саме:

- **Чиста архітектура:** розроблена Робертом Мартіном, ця архітектура спрямована на відокремлення внутрішньої логіки програми від зовнішніх фреймворків та інструментів. Принципи SOLID відіграють важливу роль у Чистій архітектурі, роблячи код гнучким та легким для розширення. Система поділена на кілька концентричних колець, з кожним колесом представляємо рівень абстракції.

- **Гексагональна архітектура:** розроблена Алістером Кокбурном, ця

архітектура покладає акцент на визначенні основної бізнес-логіки програми (ядро) та розглядає всі інші компоненти (зовнішні системи, інтерфейси) як порти до цього ядра. Гексагональна архітектура робить систему більш гнучкою, легкою для тестування та розширення.

- **Багатошарова архітектура:** цей підхід включає в себе розділення системи на різні логічні шари, кожен з яких виконує конкретну функцію. Наприклад, MVC (Model-View-Controller) або MVVM (Model-View-ViewModel) є типовими представниками багатошарової архітектури. Кожен шар відповідає за свою область відповідальності, що полегшує супровід і розширення системи.

У роботі з різноманітними проектами, які характеризувалися відсутністю адекватної архітектури, особливою увагою було звертано на їхню комплексність та відсутність систематичної організації. Переважною трудностю становило надання ефективної підтримки таким проектам, оскільки вони характеризувалися складністю та відсутністю контролю.

Аналізуючи вказані проекти, слід відзначити, що основна логіка знаходилась в контролерах, відступаючи від

загальноприйнятих стандартів розподілу функціональності на логічні модулі. Відсутність чіткої архітектурної структури позначалася відсутністю концепції абстракції, обмежуючись лише використанням сторонніх бібліотек.

Зазначений досвід взаємодії з проектами, де відсутня чітка архітектура та систематизація, робить очевидним висновок, що відсутність цих фундаментальних принципів представляє суттєву проблему в розробці програмного забезпечення.

Розглядаючи інший бік медалі, розпочавши свій шлях вивчення різноманітних підходів систематизації та архітектур із шаблонних проектів, що віддано дотримувалися принципів конкретних архітектур, виявилися труднощі, які виникали швидше, ніж у проектах, де архітектура взагалі відсутня.

В цьому контексті проблемою стало виявлення проблеми оверінженірінгу, де використання певних підходів не завжди приносить користь, а частіше спричиняє ускладнення. Системи такого роду вражали своєю закростянілістю, призводячи до переписування та дописування множини нових інтерфейсів та контрактів взаємодії при впровадженні змін.

В цій ситуації підвищення функціональності викликало затримки, а підтримка існуючого функціоналу ставала завданням складнішим, ніж було обіцяно авторами архітектурних рішень. Отже, даний досвід свідчить про те, що неналежне використання конкретних архітектурних підходів може призводити до значних труднощів та проблем у розробці та супроводженні програмних проектів.

На підставі аналізу вказаних ситуацій можна зробити висновок, що ідеальна архітектура, схоже, залишається недосяжною реальністю, знаходячись в основному в області теоретичних концепцій, які зустрічаються в літературі. Однак, в контексті реальних проектів, практика

свідчить про те, що застосування строго визначеної архітектурної концепції може бути обмеженим та непрактичним.

У практичній роботі над проектами виявляється доцільним відхід від абсолютних архітектурних моделей на користь прийняття конкретних принципів. У цьому контексті знання базових принципів та шаблонів є важливим фактором, що може визначати успіх розробки.

Зокрема, рекомендації ознайомитись з підходом Domain-Driven Design (DDD) та принципами SOLID видаються розумними. DDD дозволяє зосередитись на ключових аспектах бізнес-домену, що сприяє створенню більш адаптованих та ефективних архітектур. Знання принципів SOLID, у свою чергу, відкриває можливості для розробки гнучких та розширюваних систем.

Моя позиція, сформована на основі власного досвіду у реальних проектах, визначається так: "Не надто важливо, як компонент виконує свою роботу внутрішньо та як він організований. Значно вагомішим є рівень абстракції від нього, зокрема, інтерфейс, який він віддає для взаємодії".

*Розумію, що висловлена позиція може викликати сумніви, але я поділяю її на основі власного досвіду, де мені довелося підтримувати спільну кодову базу, яку впровадили в десятки систем. У даному контексті змінити засоби взаємодії було не просто важко, а практично неможливо.*

Ретельно визначені контракти взаємодії визначають функціонування всієї системи. Замінити внутрішню реалізацію набагато простіше, ніж змінити інтерфейси взаємодії, особливо у випадку, коли система не є монолітною. Таким чином, головний акцент повинен бути зроблений на проектуванні інтерфейсів та контрактів взаємодії, зі зваженням на особливість, яку я, на жаль, рідко спостерігаю в літературі – синхронна та асинхронна взаємодія.

Варто відзначити, що взаємодія може бути як синхронною, так і асинхронною, і для кожного підходу існують власні обґрунтування його використання. Наприклад, синхронна взаємодія передбачає виклик методу чи запит до сервера, який негайно повертає відповідь. Особливістю синхронної взаємодії є негайне отримання результату. З іншого боку, асинхронна взаємодія може виникати за допомогою черг, вебхуків або слухання певних подій. Питання взаємодії відкриває новий рівень, який описує правила та методи контролю за даними та консистентністю системи, обробку помилок та відновлення до попередніх станів. Це дуже складний аспект, який не був докладно розглянутий у цій статті, проте йому була приділена увага, щоб підкреслити можливість його використання.

Перехід до компромісної архітектури, розробленої та впровадженої в системі під час написання магістерської роботи, передбачав ряд компромісів та спрощень, які вплинули на різні аспекти проекту.

Спочатку варто зазначити, що розробка проводилася на технологіях TypeScript та фреймворку Nest.js, що відзначаються високою гнучкістю. Одним з компромісів було узгодження рівня ізоляції даних. Замість строгої ізоляції, використовувано стандартні реалізації репозиторіїв, а в критичних ситуаціях використовувались запити поза об'єктно-реляційною мапінговою системою, що забезпечило більшу гнучкість та надійність обробки атомарності та транзакційності запитів.

**Висновки.** На практиці дотримання суворих шаблонів архітектур може мати негативний вплив і призводити до значних труднощів у розробці та підтримці проектів. Досвід роботи над реальними проектами підтверджує, що жорсткі обмеження та суворі вимоги до архітектурної структури можуть вести до проблем, таких як складність у розширенні та модифікації кодової бази, важкість управління змінами та обмеження у гнучкості системи.

Систематичне дотримання суворих архітектурних стандартів, без урахування конкретних потреб проекту та специфіки завдань, може вести до оверінженірінгу та витрат ресурсів на розробку зайвої складності. Прагнення до ідеальної архітектури, що відповідає

Ще одним компромісом було застосування "неявного підходу до інверсії залежностей", де домен не містив в собі всі інтерфейси, від яких він залежав. Інтерфейси знаходилися біля реалізацій або вважались "неявно описаними", що сприяло швидшому розвитку та можливості додавання інтерфейсів за необхідності.

Ще одним значущим спрощенням стало відмовлення від використання DTO (Data Transfer Object) на користь єдиної моделі, яка містила опис серіалізації, валідації та структури бази даних. Це оптимізувало розробку та уникнуло непотрібних мапінгів.

Незважаючи на спрощення, важливим аспектом було дотримання суворих правил архітектури, де рівень інфраструктури не містив бізнес логіки, а бізнес логіка залишалась повністю абстрагованою від інфраструктури.

Додатковим принципом стало чітке розбиття програми на незалежні модулі, які могли реалізовувати власну структуру та дизайн, відповідно до принципів DDD (Domain-Driven Design). Кожен модуль представляв собою окрему частину домену та міг бути винесений в окремий мікросервіс за допомогою адаптерів під транспорт.

Ці компроміси та спрощення, враховуючи їхні плюси та мінуси, виявилися ефективними в реальному проекті та стали предметом обговорення на різноманітних форумах, підтверджуючи їхню застосовність.

всім сучасним стандартам, може призвести до зайвої складності та непотрібних витрат часу на планування та впровадження.

У роботі над реальними проектами виникає необхідність у здатності адаптувати архітектуру до конкретних вимог та змінюваних умов. Гнучкість та спрощення у розробці виявляються важливими аспектами, щоб ефективно вирішувати завдання та підтримувати систему протягом тривалого періоду.

Завжди необхідно пам'ятати про необхідність вирішення компромісів між ідеальною архітектурою та обмеженими ресурсами проекту. Ідеальна архітектура може існувати лише на папері, адже на практиці завдання розробки часто стикаються з реальними обмеженнями, такими як обсяги ресурсів, доступні строки та інші фактори.

У ситуаціях обмежених ресурсів важливо визначити пріоритети та фокусуватися на тих аспектах архітектури, які дійсно критичні для вирішення основних завдань проекту. Гнучкість та здатність адаптуватися до змін стають ключовими, дозволяючи системі ефективно функціонувати та забезпечувати можливості розширення в майбутньому.

### **Список інформаційних джерел**

1. "Clean Architecture: A Craftsman's Guide to Software Structure and Design" / Robert C. Martin. – Kyiv: BHV, 2019. – 432 p.
2. "Domain-Driven Design: Tackling Complexity in the Heart of Software" / Eric Evans. – Kyiv: BHV, 2019. – 448 p.
3. "Implementing Domain-Driven Design" / Vaughn Vernon. – Addison-Wesley, 2013. – 304 p.

*Румянцев Олексій Васильович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Олійник Юрій Олександрович,*

*доцент кафедри інформатики та програмної інженерії*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ РУЙНУВАНЬ НА СУПУТНИКОВИХ ЗНІМКАХ**

**Анотація.** В цій роботі описуються методи виявлення руйнувань на супутникових знімках та принципи їх візуалізації на мапі. Наведено схему роботи методу, приклад візуалізації. Також розглянута архітектура програмного забезпечення з реалізованими методами, що відповідає вимогам масштабованості та відмовостійкості.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** аналіз супутникових знімків, визначення руйнувань, U-Net, сегментація зображень

**Abstract.** In this paper was described methods for detecting damages on satellite images and its visualization on the map. It provides an activity diagram of the damage detection algorithm and an example of visualization. This paper also described the architecture of software that, using this method, meets the requirements of scalability and fault tolerance.

**KEY WORDS:** satellite images analysis, damage detection, U-Net, image segmentation

**Вступ.** В наш час супутникові знімки є дуже корисним джерелом інформації про земну поверхню. Одним з варіантів використання таких знімків є визначення руйнувань внаслідок катастрофічних подій чи ведення військових дій. Ця задача добре вирішується за допомогою алгоритмів сегментації зображень, зокрема з використанням конволюційних нейронних мереж. Також важливо мати можливість візуалізувати виявлені пошкодження з прив'язкою до розташування на земній поверхні.

**Основна частина.** Було проаналізовано ряд наукових робіт присвячених темі аналізу супутникових знімків. Переважна більшість статей концентрується на покращенні методів машинного навчання [1-6]. Деякі з них було використано для навчання власного алгоритму розпізнавання руйнування на зображеннях. Проте спільною для усіх цих робіт рисою є те, що вони не пропонують повністю реалізованого програмного забезпечення, яке можна було б використовувати не тільки для дослідницьких цілей, а і для задач широкого спектру використання.

Алгоритм аналізу знімків приймає на вхід матрицю пікселів з трьома каналами - червоний, зелений та чорний (RGB). Це зображення проходить через спеціальну функцію передобробки для того, щоб адаптувати його для входу нейронної мережі. Нейронна мережа має архітектуру U-Net [7]. Така архітектура показує хороші результати в задачах сегментації зображень. На виході отримуємо матрицю такої ж розмірності, як вхідне зображення, але на місці кожного пікселя one-hot закодований клас, до якого він відноситься. В нашому випадку нейронна мережа розрізняє 6 класів

- фон, неушкоджена будівля, злегка пошкоджена будівля, сильно пошкоджена будівля, зруйнована будівля, невідомий стан будівлі. Далі для кожного класу виокремлюємо бінарну маску - зображення такої ж розмірності як і оригінальний знімок, але з пікселями лише двох кольорів. Чорний - фон, білий - об'єкт відповідного класу. Цей етап дозволяє використати алгоритм для визначення контурів зображення і за цими контурами описати

полігони за допомогою координат пікселів. Схема алгоритму зображена на Рис. 1.

Для перевірки ефективності методу були використані дані з набору Xview2. Це найбільш повний і якісний набір даних з супутниковими знімками наслідків катастроф різного характеру на даний момент. Попередні дослідження ефективності методу показують результат точності 0.8 за метрикою IoU (intersection over union) на тестовому наборі даних.

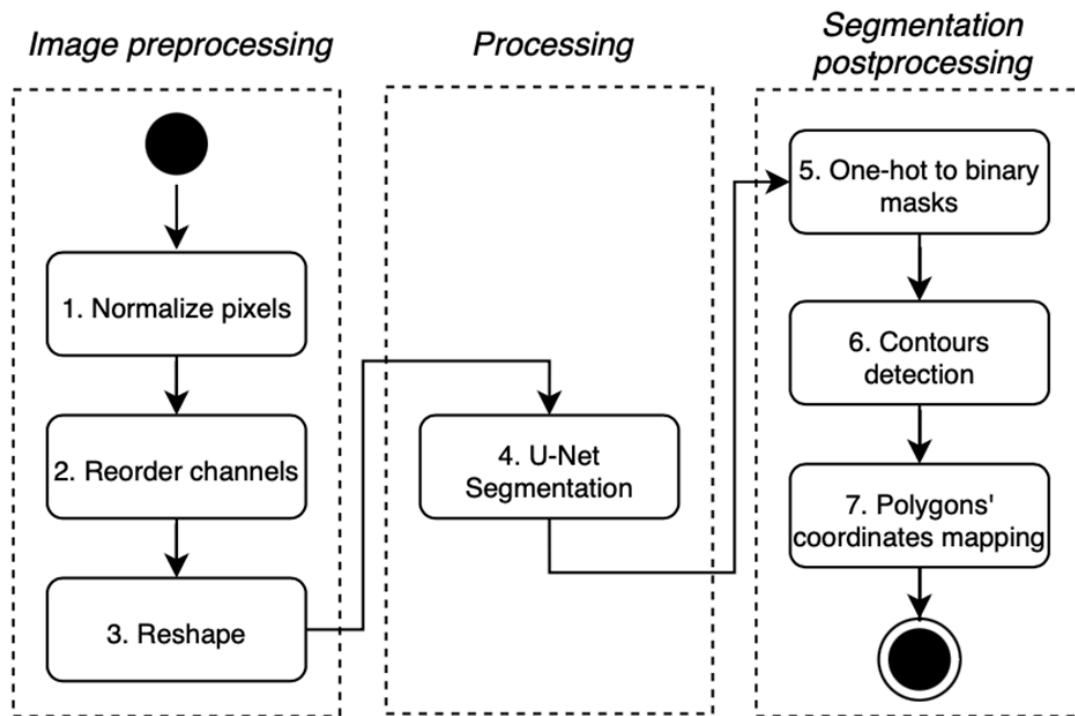


Рис.1. Загальна схема алгоритму аналізу знімків

Програмне забезпечення працює з файлами у форматі tiff які зберігають інформацію про географічну прив'язку супутникових знімків. При завантаженні файлу відбувається зчитування таких метаданих як система координат і таблиця перетворення пікселів на зображенні у вказану систему координат. Отримавши полігони для кожного класу перетворюємо координати пікселів на координати з прив'язкою до розташування на земній поверхні. Для цього використовується таблиця перетворення пікселів з метаданих

оригінального файлу. Після цього ми перетворюємо координати з системи координат, яка використовувалась в оригінальному файлі, в систему EPSG:4326. В цій системі координата x вказує на географічну довготу, а координата y - на широту. Далі, використовуючи бібліотеку для роботи з мапами Leaflet [8] у веб-інтерфейсі відображаються полігони різного кольору де кожен колір відповідає класу руйнувань. На Рис. 2 зображено приклад візуалізації. Зліва на рисунку – реальне зображення з супутника, справа – візуалізація руйнувань на мапі.



Рис. 2. Приклад візуалізації руйнувань на мапі

Програмне забезпечення складається з чотирьох компонентів - API сервер, модуль аналізу, користувацький інтерфейс, сховище даних. З метою забезпечення відмовостійкості та масштабованості програмного забезпечення, процес аналізу відбувається в асинхронному режимі. Програмний стек програмного забезпечення складається з мови програмування Python, фреймворку для машинного навчання Tensorflow Keras, фреймворку для веб-серверу FastAPI, бази даних PostgreSQL з розширенням PostGis, файлового сховища AWS S3, брокеру повідомлень RabbitMQ, бібліотеки для побудови користувацького інтерфейсу React та бібліотеки для відображення мапи Leaflet.

Через API сервер завантажуються файли які містять зображення супутникових знімків. Якщо файл занадто великий для аналізу (наприклад, файл який містить ціле місто може мати роздільну здатність 20000x20000px) API сервер нарізає його на файли меншої розмірності зберігаючи при цьому географічну прив'язку для кожного з них. Далі через API сервер можна створити задачу на аналіз цього файлу. Програма обирає усі файли, на які був розрізаний цей файл і надсилає їх у чергу на обробку. Модуль аналізу опрацьовує файли з черги і працює у фоновому режимі. Після аналізу полігони пошкоджень зберігаються в сховище даних. Користувацький інтерфейс використовує API сервер для того щоб отримувати полігони зі сховища даних і відобразити їх на мапі.

**Висновки.** В роботі описано метод для аналізу супутникових знімків для визначення руйнувань і принцип візуалізації цих руйнувань на мапі з прив'язкою до географічного розташування. Особливістю методу є відносно висока точність сегментації зображень. Наведено метод візуалізації руйнувань, особливістю якого є досить висока точність за рахунок використання географічних метаданих. Розглянуто архітектуру програмного



забезпечення, яка відповідає вимогам відмовостійкості та масштабованості. Компонентами програмного забезпечення є API сервер, модуль аналізу, користувацький інтерфейс та сховище даних. Використання черги як медіатора між API сервером та модулем аналізу забезпечує горизонтальне масштабування шляхом збільшення кількості екземплярів аналізаторів.

### **Список інформаційних джерел**

1. Ying Wang. Building damage detection from satellite images after natural disasters on extremely imbalanced datasets [Електронний ресурс] / Ying Wang – Режим доступу до ресурсу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580522002011>.
2. Post-Disaster Building Damage Detection from Earth Observation Imagery Using Unsupervised and Transferable Anomaly Detecting Generative Adversarial Networks [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.mdpi.com/2072-4292/12/24/4193>.
3. An Attention-Based System for Damage Assessment Using Satellite Imagery [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9554054>.
4. Assessment of Building Damage on Post-Hurricane Satellite Imagery using improved CNN [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9765025>.
5. Creating xBD: A Dataset for Assessing Building Damage from Satellite Imagery [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://openaccess.thecvf.com/content\\_CVPRW\\_2019/papers/cv4gc/Gupta\\_Creating\\_xBD\\_A\\_Data\\_set\\_for\\_Assessing\\_Building\\_Damage\\_from\\_Satellite\\_CVPRW\\_2019\\_paper.pdf](https://openaccess.thecvf.com/content_CVPRW_2019/papers/cv4gc/Gupta_Creating_xBD_A_Data_set_for_Assessing_Building_Damage_from_Satellite_CVPRW_2019_paper.pdf).
6. Large-scale building damage assessment using a novel hierarchical transformer architecture on satellite images [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/mice.12981>.
7. U-Net Explained [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://paperswithcode.com/method/u-net>.
8. Leaflet a JavaScript library for interactive maps [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://leafletjs.com>.

*Савастру Станіслав Вікторович, здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Стеценко Інна Вячеславівна, д.т.н, проф., професор кафедри інформатики та програмної інженерії, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## МЕТОДИ ОБРОБКИ ДАНИХ ВІДЕОКАМЕР СПОСТЕРЕЖЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО РУХУ

**Анотація.** У роботі розглянуто методи аналізу стану дорожнього трафіку за даними відеокамер. Детально розглянуто показник TLCR, вказані обмеження методу його розрахунку, пов'язані з перспективою, та запропоновано модифікацію показника (MTLCR), яка частково ці обмеження знімає. Введено показник TLIR, який розраховується на основі MTLCR, та разом з яким формують систему показників, що дозволяє однозначно визначити стан трафіку на ділянці дороги.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** штучний інтелект, згорткові нейронні мережі, комп'ютерний зір, аналіз відеокотоку, дорожній трафік, TLIR, AADT.

**Abstract.** This paper explores methods for analyzing the state of road traffic using video camera data. The TLCR indicator is thoroughly examined, and limitations in its calculation method are outlined, primarily associated with perspective. Additionally, a modification to the indicator, MTLCR, is introduced, which partially alleviates these limitations. The TLIR indicator, derived from MTLCR, is introduced and, together, they form, a set of metrics that fully determines the traffic state on a road segment.

**KEYWORDS:** artificial intelligence, convolutional neural networks, computer vision, video stream analysis, road traffic, TLCR, AADT.

**Вступ.** Питання управління дорожнім трафіком є критично важливим для функціонування транспортних систем вже не перше десятиліття. Дослідження в даній сфері почалися одразу зі зростанням доступності транспортних засобів для населення у минулому сторіччі. І стосувалися вони не стільки вирішення проблеми регулювання руху, скільки плануванням розвитку транспортної інфраструктури. При прийнятті рішень треба було спиратись на факти, а не на припущення. Тоді почали з'являтися методи аналізу стану трафіку, які дозволяли б отримувати дані факти. Розвиток обчислювальної техніки та поява нових сенсорів дозволили автоматизувати частину цього процесу. А з виникненням нових технологій та алгоритмів, пов'язаних з комп'ютерним зором та машинним навчанням, аналіз трафіку вже за допомогою відеокамер отримав новий рівень можливостей.

**Основна частина.** Серед існуючих параметрів дорожнього трафіку можна виділити два основних типи: статичні та динамічні параметри. Перші характеризують наскільки щільно розташовані транспортні засоби на ділянці, що спостерігається.

Параметри другого типу, характеризують інтенсивний рух транспортних засобів на досліджуваній ділянці.

Класичним методом для оцінки інтенсивності руху є показник Annual average daily traffic (AADT), що описує

річний середньодобовий трафік на ділянці дороги. Він вимірюється як кількість автомобілів, що проїхали ділянку дороги за рік, поділена на кількість днів в році. Цей показник дозволяє оцінити ступінь завантаженості ділянки дороги та порівняти її з теоретично оціненою максимальною пропускною здатністю, після чого зробити висновки щодо ефективності транспортних розв'язок у околицях. Проте цей показник не враховує вплив сезонних, тижневих та добових циклів дорожнього руху.

Можливим рішенням є перехід від середньорічної оцінки до оцінки для кожного циклу. Таким чином, можна отримати картину зміни інтенсивності в залежності від сезону, місяця, дня тижня або часу вимірювання. Якщо скоротити інтервал вимірювань параметра до 10 хвилин, то отримаємо динамічну характеристику, яка може бути корисною для визначення ситуації на дорозі в режимі реального часу або максимально наближеного до нього, що може допомогти оперативно відреагувати на зміну стану дорожнього руху. Однак цей показник дозволяє оцінити лише кількість транспортних засобів, що проїхали ділянку дороги.

У статті [1] описана реалізація методу детекції, трекінгу та підрахунку кількості транспортних засобів у трафіку за даними відеоряду, за допомогою якого можна додати допоміжну характеристику, що описує категорії транспортних засобів, що проїжджають ділянку дороги. Однак кількісна характеристика сильно залежить від характеристик дороги. Також може виникнути значна неточність в оцінюванні кількості автомобілів, коли на досліджуваній ділянці автомобілі часто зупиняються або перекривають одна одну. Наприклад, біля перехрестя.

Ранні рішення щодо визначення швидкості транспортних засобів та інтенсивності руху з'явилися доволі давно. Проте ці рішення потребували розробки та

впровадження спеціалізованого обладнання з детекторами [2,3,4]. Це дозволило точно вимірювати швидкість транспортних засобів, проте були проблеми з тим, що рішення не програмне, а апаратне. Тобто для того, щоб впровадити інший метод потрібно перероблювати усю інфраструктуру.

Метод запропонований у статті [5] дозволяє проводити оцінки швидкості транспортних засобів за даними з відеокамер. Тоді аналіз можна виконувати над даними з великої частини вже встановлених камер відеоспостереження.

У роботі [6] був введений показник завантаженості Traffic Lane Congestion Ratio (TLCR), який за рахунок спрощення аналізу відеоряду прискорює обробку відеоданих трафіку та дає змогу оцінити завантаженість ділянки дороги у відносній величині. Показник розраховується у такий спосіб:

1) визначити межі досліджуваної смуги руху як чотирикутник;

2) виконати сегментацію зображення за допомогою натренованої нейромережі U-Net [7] для виділення транспортних засобів;

3) розрахувати значення показника TLCR як співвідношення кількості пікселів, що позначають транспортні засоби, до загальної кількості пікселів у зображенні досліджуваної смуги руху.

Результуюче значення показника знаходиться в межах від 0 до 1. Чим значення ближче до 1, тим більш завантаженою є дорога.

Даний показник дає доволі точне уявлення про навантаженість смуги руху автомобілями, проте має наступні недоліки:

- вплив перспективи призводить до того, що транспортні засоби, що знаходяться ближче до камери мають більший вплив на значення показника TLCR ніж ті, що знаходяться далі;

- накладання транспортних засобів на сусідні смуги впливатиме на значення показника TLCR на сусідній смузі.

Для вирішення проблем описаних вище, у статті [8] було запропоновано наступну модифікацію TLCR (MTLCR):

- сегментувати за допомогою U-Net дорожнє полотно, а не транспортні засоби, щоб спростити навчання мережі та уникнути ситуацій, коли нейромережа «не впізнає» транспортний засіб;

- додати перспективне перетворення для зменшення впливу перспективи

- додати прохід по бічному краю дороги та використовуючи згортання для кожного перерізу, отримуючи масив 0 та 1, де 1 вказує на переріз із пікселями, що не належать дорозі;

- розрахувати модифікований TLCR розраховано як відношення одиниць до загальної кількості елементів масиву.

Також у статті [8] було введено показник інтенсивності транспортного руху Traffic Lane Intensity Ratio (TLIR), який лінійно залежить від показника MTLCR і розраховуються як

$$TLIR = MTLCR \cdot \frac{V_a}{V_{max}}$$

де  $V_a$  – середня швидкість транспортних засобів на досліджуваній полосі за останні  $n$  секунд ( $n$  – зовнішній параметр, що задається при конфігурації процесу),  $V_{max}$  – максимальна дозволена швидкість для полоси руху.

Визначення швидкостей транспортних засобів пропонується робити з

використанням нейромережі YOLOv7[9] та за методом описаним у статті [5]

Результуюче значення показника знаходиться в межах від 0 до 1. Чим значення ближче до 1, тим більш інтенсивним є рух транспортних засобів.

Показники MTLCR та TLIR формують систему, яка дозволяє однозначно визначити стан трафіку на ділянці дороги. Приклад визначення стану трафіку за даними системи показників наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. – Визначення стану дорожнього трафіку за значеннями показників MTLCR та TLIR

Значення показників	Стан дорожнього трафіку
$MTLCR \rightarrow 0$ $TLIR \rightarrow 0$	Відсутні транспортні засоби на дорозі
$MTLCR \rightarrow 1$ $TLIR \rightarrow 0$	Затор
$MTLCR \rightarrow 1$ $TLIR \rightarrow 1$	Дорога максимально завантажена і транспортні засоби рухаються з максимальною дозволеною швидкістю

**Висновки.** Отже, в даному дослідженні розглянуто існуючі підходи та методи моніторингу дорожнього трафіку. Серед існуючих параметрів дорожнього трафіку виділено статичні та динамічні параметри, які характеризують щільність розташування транспортних засобів та інтенсивність руху на досліджуваній ділянці. Розглянуто класичний метод вимірювання інтенсивності руху, Annual average daily traffic (AADT), що не враховує сезонні, тижневі та добові цикли дорожнього руху. Розглянуто показник Traffic Lane Congestion Ratio (TLCR), що оцінює завантаженість дороги у відносній величині на основі даних з відеокамер. Було виділено недоліки показника TLCR, що пов'язані з впливом перспективи та накладанням транспортних засобів на сусідні смуги, та розглянуто модифікацію показника (MTLCR), що частково ці недоліки нівелює. Також було розглянуто показник TLIR для оцінки інтенсивності руху транспорту у відносній величині, що разом з показником MTLCR формують систему, що дозволяє однозначно визначити стан трафіку на ділянці дороги.

### Список інформаційних джерел

1. Kulkarni A. P. and Baligar V. P., "Real Time Vehicle Detection, Tracking and Counting Using Raspberry-Pi," 2020 2nd International Conference on Innovative Mechanisms for Industry Applications (ICIMIA), Bangalore, India, 2020, pp. 603-607, doi: 10.1109/ICIMIA48430.2020.9074944.
2. Yong-Kul Ki and Doo-Kwon Baik, "Model for accurate speed measurement using double-loop detectors," in IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 55, no. 4, pp. 1094-1101, July 2006, doi: 10.1109/TVT.2006.877462..
3. T. X. Mei and H. Li, "Measurement of Absolute Vehicle Speed With a Simplified Inverse Model," in IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 59, no. 3, pp. 1164-1171, March 2010, doi: 10.1109/TVT.2010.2040199.
4. D. Lhomme-Desages, C. Grand, F. B. Amar and J. -C. Guinot, "Doppler-Based Ground Speed Sensor Fusion and Slip Control for a Wheeled Rover," in IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, vol. 14, no. 4, pp. 484-492, Aug. 2009, doi: 10.1109/TMECH.2009.2013713.
5. Dahl, Mattias & Javadi, Saleh. (2019). Analytical Modeling for a Video-Based Vehicle Speed Measurement Framework. Sensors. 20. 160. 10.3390/s20010160.
6. Stetsenko, I.V., Stelmakh, O. (2020). Traffic Lane Congestion Ratio Evaluation by Video Data. Advances in Intelligent Systems and Computing 1019, 172-181. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-25741-5\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-030-25741-5_18)
7. Ronneberger, O., Fischer, P., & Brox, T. 2015. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation. <http://arxiv.org/abs/1505.04597>.
8. Савастру С.В., Стеценко І.В. (2023). Методи обробки даних відеокамер спостереження транспортного руху в реальному часі. Міжвідомчий науково-технічний журнал «Адаптивні системи автоматичного управління» 2 (43), 164-173. <https://doi.org/10.20535/1560-8956.43.2023.292269>
9. Wang, Chien-Yao & Bochkovski, Alexey & Liao, Hong-yuan. (2022). YOLOv7: Trainable bag-of-freebies sets new state-of-the-art for real-time object detectors. 10.48550/arXiv.2207.02696.

*Савранський Роман Віталійович, здобувач вищої освіти*

*Національний університет "Одеська Політехніка"*

*Науковий керівник: Шибасва Наталя Олегівна, доцент кафедри інформаційних технологій  
НУОП, Україна*

## ХМАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ

**Анотація.** У даній статті розглядається актуальне питання використання хмарних технологій в сучасному інформаційному середовищі. Автор, зосереджуючись на високопродуктивних обчисленнях та обробці надвеликих масивів даних, висвітлює переваги та недоліки цих технологій.

Стаття розкриває гнучкість та масштабованість хмарних рішень, вказуючи на можливості користувачів отримувати доступ до обчислювальної потужності та сховища даних згідно зі зростанням їхніх потреб. Автор також аналізує ефективне використання ресурсів, забезпечення безпеки даних через шифрування та регулярні бекапи, а також автоматизовані оновлення та патчі для забезпечення високої ефективності.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** масштабованість, гнучкість доступу, високопродуктивність обчислення.

**Abstract.** This article addresses the pertinent issue of utilizing cloud technologies in the contemporary information environment. The author, focusing on high-performance computing and the processing of extensive data sets, elucidates the advantages and disadvantages of these technologies.

The paper unveils the flexibility and scalability of cloud solutions, highlighting users' abilities to access computational power and data storage in accordance with their growing needs. The author also scrutinizes the effective utilization of resources, ensuring data security through encryption and regular backups, along with automated updates and patches to guarantee high efficiency.

**KEYWORDS:** scalability, flexibility of access, high-performance computing.

**Вступ.** Хмарні технології не лише є сучасним тенденційним явищем, але й важливим каталізатором для інновацій, який перетворює наше уявлення про інформаційні технології. Замість традиційних методів зберігання та обробки даних, хмарні технології пропонують гнучке і доступне рішення, яке вирішує завдання оптимізації інфраструктури, гарантує безпеку даних і сприяє стимулюванню інновацій.

**Основна частина.** Хмарні технології (Cloud Technology) - це технології надання комп'ютерних ресурсів як онлайн-послуги через Інтернет. Користувачі можуть отримувати доступ до обчислювальних потужностей, зберігання даних і програмного забезпечення без необхідності купувати та обслуговувати власну

інфраструктуру. Один з найбільших плюсів хмарних технологій - немає необхідності в купівлі, налаштуванні та підтримці фізичного серверного обладнання, оскільки це обов'язок хмарного провайдера, що надає послугу.

Переваги хмарних технологій:

1. Гнучкість та масштабованість:

Гнучкість доступу до ресурсів: Користувачі можуть легко отримувати доступ до обчислювальної потужності, сховища даних та інших ресурсів за необхідності.

Масштабованість: Можливість збільшення чи зменшення потужності в залежності від навантаження.

#### *2. Збереження ресурсів та оптимізація інфраструктури:*

Ефективне використання ресурсів: Хмарні платформи дозволяють оптимізувати використання обчислювальних ресурсів, що зменшує надмір та зайві витрати.

#### *3. Забезпечення безпеки даних:*

Шифрування та безпека передачі: Захищена передача даних через мережу та шифрування для запобігання несанкціонованому доступу.

Регулярні бекапи: Автоматичне створення регулярних копій даних для забезпечення їх безпеки та відновлення.

#### *4. Ефективність та оновлення:*

Автоматизоване оновлення та патчі: Апаратне та програмне забезпечення

оновлюються автоматично, забезпечуючи високий рівень безпеки та ефективності.

#### *5. Висока швидкість обробки даних за умови стабільного інтернету.*

Недоліки хмарних технологій:

1. Приватність та безпека даних. Відмова від контролю над даними: Зберігання даних на серверах хмарних провайдерів може породжувати питання щодо приватності та безпеки.

2. Вартість. Підвищення витрат при великому обсязі даних: За великі обсяги даних чи інтенсивне використання, вартість хмарних послуг може зрости значно.

3. Лімітовані можливості налаштувань. Обмежена налаштованість інфраструктури: Деякі хмарні платформи можуть обмежувати можливості адміністраторів у налаштуванні інфраструктури під конкретні потреби.

4. Питання щодо безпеки в мережі. Загрози кібербезпеки: Хоча хмарні платформи вдосконалюють заходи безпеки, вони також стають об'єктом привернення для кіберзлочинців.

**Висновки.** В умовах стрімкого розвитку інформаційних технологій галузь хмарних технологій активно трансформується завдяки постійним інноваціям та пошукам шляхів для поліпшення продуктивності, безпеки і гнучкості. Перспективи розвитку цієї сфери вражають своєю широкою гаммою напрямків, таких як квантові обчислення, розширення штучного інтелекту та машинного навчання, удосконалення кібербезпеки, впровадження технологій Edge Computing і IoT, а також розвиток децентралізованих та блокчейн-рішень. Все це свідчить про вражаючий прогрес хмарних технологій, які не тільки задовольняють поточні потреби, але й формують майбутнє, де інформація стає більш доступною, безпечною і ефективною, відкриваючи нові можливості для інновацій.

#### **Список інформаційних джерел**

1. "Що таке хмарні технології та які їх переваги і недоліки." United DC. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://uniteddc.net.ua>.
2. Erl, Thomas та Zaigham Mahmood. "Cloud Computing: Concepts, Technology & Architecture." Download Cloud Computing: Concepts, Technology & Architecture by Thomas Erl; Zaigham Mahmood; Ricardo Puttini (zlib.pub)
3. "Хмарні технології: що це та які переваги надають людям та бізнесу." GigaCloud. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://gigacloud.ua>.
4. "Безпека хмарних сховищ і технологій. Основні правила." DataMI. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://datami.com>.

*Семенюк Андрій Михайлович, здобувач вищої освіти*

*ДонНУ імені Василя Стуса, м. Вінниця, Україна*

*Науковий керівник: Ніколюк Петро Карпович, доктор фіз-мат наук,*

*професор, професор кафедри інформаційних технологій*

*ДонНУ імені Василя Стуса, м. Вінниця, Україна*

## ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ПРОПОЗИЦІЙ РЕАБІЛІТАЦІЙНИХ ПОСЛУГАХ

**Анотація.** Розглянуті можливості імітаційного моделювання обробки статистичних даних основних показників медико-соціальної реабілітації з метою прогнозування потреб осіб з інвалідністю в засобах реабілітації.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** моделювання, медична статистика, прогнозування реабілітаційних заходів.

**Abstract.** Considered the possibilities of simulation modeling of statistical data processing of the main indicators of medical and social rehabilitation with forecasting of the needs of persons with disabilities in the conditions of rehabilitation.

**KEY WORDS:** modeling, medical statistics, forecasting rehabilitation measures.

**Вступ.** Оскільки розвиток комп'ютерних технологій, їх впровадження в медицину і охорону здоров'я, потребує здійснення аналізу захворюваності, стану пацієнта під час реабілітації, постлікувального стану, подальшого визначення заходів по зменшенню ризиків епідемій, спалахів хвороб, необхідності засобів реабілітації та лікування, то моделювання в медицині набуває все більш важливого значення, особливо в умовах сьогодення.

**Основна частина.** Методи моделювання можуть бути використані в різних сферах медицини, особливо в сферах проектування, управління та постачання, де основними є процеси ухвалення ефективних рішень на основі отримуваної інформації. головною метою цих заходів є отримання, аналіз, представлення та подальше використання даних. При моделюванні можна використовувати для аналізу великі обсяги даних із різних джерел, таких як статистичні бази даних закладів охорони здоров'я, виробних потужностей спеціалізованих підприємств, наукова література та результати випробування різних методів та пристроїв для лікування та реабілітації.

Комп'ютерне моделювання будь-яких процесів базується на трьох основних поняттях.:

- факти;
- правила;
- керуюча структура.

Факти – це запас знань про об'єкт моделювання. Ці знання об'єднуються в окремі групи за певними ознаками. Такий підхід дозволяє не запам'ятовувати характеристики кожного факту, а лише параметри групи до якої він відноситься.

Правила – дозволяють винайти відмінність між класами, Цей процес досить складний, більшою мірою інтуїтивний. Але при обмежені моделювання "вузькими" напрямками можливий до вирішення.



Керуюча структура – механізм використання правил. В ній визначається послідовність використання правил і групи фактів до яких їх потрібно використати.

Збір та аналіз інформації, даних первинного та діагностичного оглядів щодо здоров'я населення; моделювання та представлення результату в графічному вигляді з можливістю зміни часових меж та різних чинників середовища дозволить з великою вірогідністю отримати результат розвитку подій.

Використання пакету моделювання AnyLogic надає можливість представити як початкові дані для аналізу, так і вирішувати безліч управлінських завдань у сфері охорони здоров'я: від планування заходів запобігання епідеміям, до оптимізації планування використання приміщень у медичному закладі та організації роботи медичного закладу і розробки стратегії виведення на ринок нових засобів реабілітації (ЗР) та їх використання.

Цей пакет дозволяє сформуванню потрібну керуючу модель у відповідності до існуючих правил та фактів.

В даній роботі розглядається можливість моделювання необхідності засобів реабілітації для осіб з інвалідністю.

Організаційні процеси можна зобразити у вигляді інтерактивної моделі (Рис. 1), яка дозволить проаналізувати необхідність замовлення предметів для відновлення стану, можливості підприємств по їх випуску, оптимального використання ресурсів, виявити ризики та слабкі місця. Зрештою, отримати наочне уявлення про напрямки і дійти оптимальних рішень.

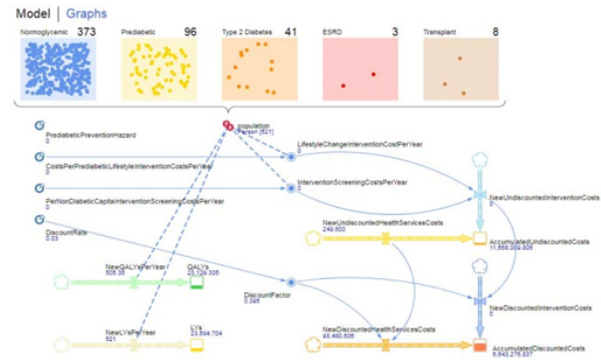


Рис. 1. Приклад моделювання необхідності ЗР від типу захворювання

Для моделювання зміни ресурсів (основних фондів і трудових ресурсів) агентів-підприємств будемо використовувати методи системної динаміки (з використанням діаграма станів – Statechart), а для моделювання можливих станів підприємств – методи агентного моделювання (Рис. 2).

Statechart це найдосконаліша конструкція для опису поведінки, що керується визначеними подіями та залежить від часових проміжків, вона дозволяє графічно задавати поведінку об'єкта з використанням блоків діаграм. Такий підхід надає можливість при необхідності визначити більш складну поведінку об'єкта.

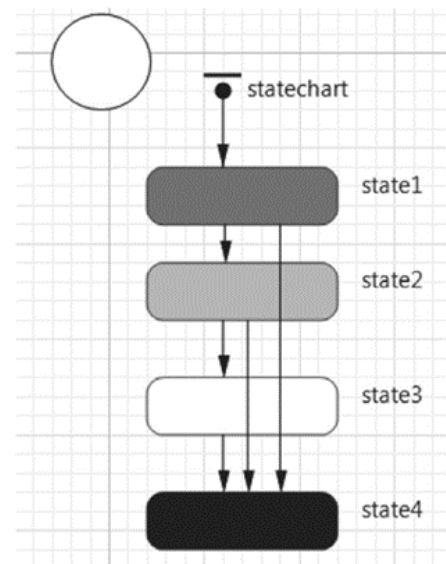


Рис. 2. Приклад агентного моделювання виробництва ЗР

Для створення прогнозуючої моделі використовують інформацію з медичних карток пацієнта і порівнюють її з поточними обсягами виробництва, щоб запропонувати відповідні зміни.

Новітні технології дозволили персоналізувати підхід до відновлення та профілактики з використанням пристроїв та засобів для реабілітації здоров'я, які дозволяють приймати обґрунтовані рішення щодо необхідності у ЗР.

При моделюванні можливе аналізування великих обсягів даних про

пацієнтів для виявлення закономірностей, кореляцій та взаємозв'язків між різними змінними, такими як демографічна інформація, історія хвороби та історія лікування. Ця інформація стане у нагоді при розробці індивідуальних планів лікування. Її можна використовувати для розробки нових типів та видів відновлювальних та допоміжних засобів. Прогнозуючи, які з них будуть найефективнішими та найменш токсичними, використання пакету моделювання на основі статистичних даних може покращити дієвість і навіть дизайн як зовнішній, так і конструктивний.

**Висновки.** Імітаційні моделі здатні відобразити динаміку систем надання послуг з реабілітації, що дозволить оцінити їх ефективність. Це, в свою чергу, полегшує розуміння специфіки проблеми та сприяє тісній співпраці між замовниками (закладами охорони здоров'я, особами з інвалідністю), виробниками та відділами соціального захисту населення. Неперевершені можливості імітаційного моделювання та візуалізація забезпечують надійні та позбавлені ризиків нововведення.

#### Список інформаційних джерел

1. Ніколюк П.К. Моделювання систем: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» – Вінниця: ДонНУ, 2023. – 275 с.
2. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1 : навчальний посібник / Кветний Р. Н., Богач І. В., Бойко О. Р., Софіна О. Ю., Шушура О.М.; за заг. ред. Р.Н. Кветного. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 193 с.
3. Шевчук, В.І., Перепелична, Р.Я., Беляєва, Н.М., Сторожук, Л.О., Куриленко, І.В., Семененко, Л.Г., Семенюк, М.В., Семенюк, А.М. Основні показники медико-соціальної реабілітації осіб з інвалідністю в Україні за 2022 рік.: Аналітико-інформаційний довідник., Вінниця, ФОП Данилюк В. Г., 2023 – 112 с.

*Синєпольський Серафим Віталійович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Зенів Ірина Онуфрїївна, Кандидат технічних наук, доцент кафедри інформатики та програмної інженерії КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **МОДУЛЬ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ТЕСТУВАННЯ ДОСТУПНОСТІ ВЕБ-ЗАСТОСУНКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ФРЕЙМВОРКУ ДЛЯ НАСКРІЗНОГО ТЕСТУВАННЯ**

### **MODULE FOR AUTOMATED ACCESSIBILITY TESTING OF WEB-APPLICATIONS USING A FRAMEWORK FOR END-TO-END TESTING**

**Анотація.** У сфері інформаційних технологій, що швидко розвивається, доступність веб-застосунків займає значну роль в успішності сучасних проєктів. Запропонована розробка спеціалізованого модуля, призначеного для автоматизованого тестування доступності веб-застосунків у рамках наскрізного тестування, за допомогою інтеграції функціоналу модуля в існуючу систему автоматизації. В роботі досліджено роль, яку може займати модуль в забезпеченні відповідності застосунків до визначених правил доступності, наголошуючи на важливості гнучкості та параметризації під час автоматизованого тестування.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** тестування доступності, автоматизоване тестування, веб-застосунок, розробка модуля.

**Abstract.** In the fast-growing field of information technology, the accessibility of web applications takes a significant role in the success of modern projects. The work focuses on the development of a specialized module designed for automated testing of web application accessibility as part of end-to-end testing by integrating the module's functionality into an existing automation system. The work explores what role the module can have in ensuring that applications comply with the defined accessibility rules, emphasizing the importance of flexibility and parameterization during automated testing.

**KEYWORDS:** accessibility testing, automated testing, web applications, module development.

**Вступ.** Сфера веб-розробки активно розвивається, отже аспект забезпечення доступності веб-контенту для всіх, у тому числі для людей з обмеженими можливостями, є важливим як з етичної, так і з юридичної точки зору у багатьох юрисдикціях. Автоматизоване тестування веб-доступності сприяє інноваціям і покращенню даного аспекту. У веб-застосунках, які динамічно розвиваються, дотримання рекомендацій щодо доступності веб-вмісту (WCAG) може бути складною задачею. Традиційне ручне тестування є повільним, в той самий час автоматизовані системи наскрізного тестування пропонують більш ефективні рішення. Найбільш ефективними є фреймворки, які імітують реальну взаємодію користувача, забезпечуючи перевірку цілісної функціональності програми. Включення в ці інфраструктури модуля тестування доступності покращує автоматизоване тестування, завдяки перевіркам веб-застосунка щодо відповідності правилам доступності. Такий інструмент скорочує час і ресурси, необхідні для ретельного тестування, надаючи початкову оцінку, яка спрямовує до більш глибокого аналізу при мануальному тестуванні. Завдяки включенню функціоналу

модуля у існуючі автоматизовані тести, забезпечується повторювана перевірка, унеможливаючи появу проблем з доступністю, відповідно до правил які перевіряються.

**Основна частина.** Автоматизоване тестування все більше визнається як важливий елемент у забезпеченні якості програмних систем. Завдяки автоматизації процесу тестування розробники можуть ефективно перевіряти стабільність, надійність і відповідність веб-застосунків різним вимогам [1]. Роль автоматизованого тестування виходить за рамки простого спрощення процесу тестування; це значно впливає на загальну якість і ринкову конкурентоспроможність кінцевого продукту. Playwright є потужним інструментом у контексті автоматизації, пропонуючи надійні можливості для наскрізного тестування. Будучи фреймворком із відкритим вихідним кодом, він надає необхідний функціонал та гнучкість для легких інтеграцій з різноманітними модулями, що робить його оптимальним рішенням для першочергової інтеграції з модулем, призначеним для тестування доступності веб-програм.

Поточні інструменти для тестування доступності часто стикаються з обмеженнями щодо їх гнучкості та параметризації. Вирішення цих проблем має важливе значення для ефективного тестування доступності веб-застосунків, що вимагає розробки більш адаптивних інструментів. Існуючі рішення не пропонують можливість тестування доступності для окремих компонентів чи елементів веб-застосунку, що призводить до збільшення витрат часу та втрати гнучкості у тестуванні. Пропонований модуль на меті має усунення даних обмежень, пропонуючи налаштування та гнучкі рішення для тестування доступності, узгоджуючи їх із змінними потребами сучасних веб-застосунків, надаючи можливості для тестування окремих компонентів веб-застосунку. Розробка спеціалізованих

модулів, подібних до запропонованого для тестування доступності, відображає тенденцію до більш інтелектуальних і спеціалізованих інфраструктур тестування [2]. Такі модулі стають все більш важливими в сучасній розробці програмного забезпечення, задовольняючи специфічні потреби сучасних веб-застосунків. Модуль виділяється як продуктивний інструмент для тестування доступності, пропонуючи легку інтеграцію та здатність дієво та якісно виявляти проблеми доступності. Його дизайн надає перевагу зручності та ефективності, що робить його ідеальним рішенням для проектів, які прагнуть легко інтегрувати тестування доступності в свою систему розробки.

Гнучкість модуля проявляється в його налаштованості та параметризації. Ці характерні якості дозволяють швидко адаптувати функціонал модуля до різних сценаріїв тестування та розпочати відстеження проблем із доступністю. Це в свою чергу гарантує, що модуль може ефективно виявляти проблеми доступності в різних веб-застосунках, сприяючи більш інклюзивному цифровому середовищу. Конструкція модуля полегшує його впровадження в існуючі системи автоматизації тестування. Ця інтеграція усуває потребу в окремих тестах доступності, дозволяючи одночасно оцінювати доступність під час інших процесів тестування. За умови відповідно налаштованих процесів CI/CD, тестування доступності може відбуватись одразу на конвеєрі, та виявляти проблеми на найбільш ранніх етапах [3].

Для надання можливості використання функціоналу модуля, він має бути опублікований та доступний для спільноти, яка зацікавлена у впровадженні або покращенні тестування доступності.

Публікація модуля до Node Package Manager спрощує включення автоматизованих інструментів тестування доступності в середовище розробки, дозволяючи розробникам легко встановлювати, оновлювати та керувати залежностями, необхідними для тестування доступності веб-застосунків. NPM даному випадку призначений для спрощення процесу інтеграції модуля в існуючі системи. Окрім того, включення через NPM узгоджується з гнучким і швидким характером сучасної веб-розробки [4]. В модулі пріоритет

надається найбільш критичним аспектам доступності веб-контенту, зокрема правильному застосуванню семантичних елементів HTML, перевірці альтернативного тексту для зображень, навігації за допомогою клавіатури, контролю фокусу, ролей і атрибутів ARIA, контрасту кольорів, міток форми та перевірки введення, валідності HTML, обробки помилок, зміни розміру тексту і перевірки тексту посилань навігації [5]. Запровадження наведених правил забезпечує достатнє охоплення стандартів доступності, необхідних для створення інклюзивного цифрового досвіду.

**Висновки.** Розробка гнучкого та налаштовуваного модуля для автоматизованого тестування доступності веб-застосунків із використанням наскрізної системи тестування є важливим та логічним кроком у галузі веб-розробки, а також є відповіддю на зростаючу потребу в інструментах, які можуть йти в ногу зі швидкими циклами розробки та розгортання сучасних веб-додатків, гарантуючи, що питання доступності не залишаються поза увагою. Аналізуючи ключові аспекти функціональності та доступності, модуль не лише покращує якість та інклюзивність веб-застосунків, але й узгоджується з сучасними тенденціями розробки програмного забезпечення. Його інтеграція з потужним та широковикористовуваним фреймворком Playwright підкреслює потенціал таких інструментів у створенні більш доступних, ефективних і конкурентоспроможних цифрових рішень.

#### Список інформаційних джерел

1. Automation testing using silk test workbench for website / Feliks Abedyoga; Chandra Parapat et al. // *Procedia Computer Science* 216 (2023) 128–135
2. TestLab: An Intelligent Automated Software Testing Framework / Tiago Dias; Arthur Batista Eva Maia; Isabel Praça // Porto, Portugal 2023
3. Test automation maturity improves product quality – Quantitative study of open source projects using continuous integration / Yuqing Wang; Zihao Liu et al. // *Elsevier - Journal of Systems and Software*, June 2022
4. What are the characteristics of highly-selected packages? A case study on the npm ecosystem / Suhaib Mujahid; Rabe Abdalkareem; Emad Shihab // *Elsevier - Journal of Systems and Software*, April 2023
5. Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. / Andrew Kirkpatrick; Joshue O Connor; Alastair Campbell; Michael Cooper, et al. // W3C. September 2023. W3C Recommendation.

*Смовж Сергій Олександрович, здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня  
НТУУ “КПІ ім. Ігоря Сікорського”, Україна*

*Науковий керівник: Галушко Дмитро Олександрович,  
к.т.н., доцент кафедри інформаційних систем та технологій  
НТУУ “КПІ ім. Ігоря Сікорського”, Україна*

## **ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ТА ПЛАНУВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО РАЦІОНУ НА ОСНОВІ ІСТОРІЇ ХВОРОБ**

### **INTELLIGENT SYSTEM FOR ANALYSING AND PLANNING AN INDIVIDUAL DIET BASED ON MEDICAL HISTORY**

**Анотація.** Завданням роботи є побудова інтелектуальної автоматизованої системи аналізу та поточного стану здоров'я та історії хвороб користувача з подальшим плануванням індивідуального раціону харчування на основі машинного навчання. Це дозволить у перспективі посилити імунітет та уникнути вживання їжі, компоненти якої негативно впливають на самопочуття та тривалість життя людини.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** аналіз, класифікація, машинне навчання, штучний інтелект, здоров'я, хвороби, користувач, харчування, їжа.

**Abstract.** The objective of the work is to build an intelligent automated system for analysing the user's current health status and medical history, followed by planning an individual diet based on machine learning. This will help to strengthen the immune system and avoid eating food whose components have a negative impact on human health and life expectancy.

**KEY WORDS:** analysis, classification, machine learning, artificial intelligence, health, disease, user, nutrition, food.

**Вступ.** У сучасному світі, де здоров'я стає все більшою цінністю, важливим аспектом є забезпечення оптимального харчування відповідно до індивідуальних потреб та здоров'я кожної людини. Розвиток технологій машинного навчання та штучного інтелекту відкриває нові горизонти в підходах до здорового харчування. Ця робота пропонує концепцію інтелектуальної системи, яка використовує дані про стан здоров'я та історію хвороб користувача для розробки індивідуально адаптованого раціону харчування. Такий підхід має потенціал не тільки покращити загальний стан здоров'я, але й сприяти профілактиці різноманітних захворювань, оптимізуючи вживання їжі відповідно до унікальних потреб кожної особи.

**Основна частина.** У центрі даної роботи стоїть розробка передової автоматизованої системи, що використовує алгоритми машинного навчання для створення персоналізованих харчових планів, заснованих на медичному анамнезі та поточному стані здоров'я користувачів. Це

сприятиме підвищенню імунітету та запобіганню негативного впливу деяких продуктів на здоров'я та довголіття.

Було детально проаналізовано різні техніки контрольованого навчання, такі як логістична регресія, дерево рішень, SVM, KNN, random forest. Останній алгоритм був

обраний через його відому ефективність у класифікації текстових даних, що є ключовим для аналізу медичних даних.

Програмний модуль для інтеграції алгоритму і забезпечення аналізу та класифікації даних наданих користувачами планується реалізовувати використовуючи програмні засоби, що надає мова програмування Python. Основним завданням модуля буде опрацювання детальної історії хвороб та поточного стану здоров'я користувача, аби розробити та надати

індивідуально оптимізований раціон харчування.

Окрім аналітичного модуля, планується розробка клієнтського інтерфейсу, який надаватиме користувачам можливість взаємодії з системою, включно з реєстрацією, авторизацією та збором даних про їхні харчові звички та здоров'я. Це дозволить системі надавати індивідуально адаптовані харчові рекомендації, засновані на точному аналізі медичних даних кожного користувача.

**Висновки.** Під час роботи над цією інтелектуальною системою аналізу та планування індивідуального раціону харчування було виконано аналіз сучасних досліджень у сфері класифікації текстів методами машинного навчання. Було розглянуто різні алгоритми та обрано random forest для аналізу медичної історії та поточного стану здоров'я, що дозволить точно класифікувати продукти харчування, які найкраще відповідають індивідуальним потребам кожної людини. Такий підхід сприятиме підвищенню імунітету та загального стану здоров'я користувачів, але й допоможе уникнути вживання продуктів, які можуть негативно впливати на самопочуття та тривалість життя. Інтеграція цього рішення з зручним користувацьким інтерфейсом забезпечить легкість у використанні та доступність для широкої аудиторії. Таким чином, ця система відкриє нові горизонти у вирішенні проблем здорового харчування та особистого добробуту.

#### Список інформаційних джерел

1. Pattern Recognition and Machine Learning. Singapore : Springer, 2007. 738 p.
2. Pupale R. Support Vector Machines(SVM) – An Overview. *Medium*. URL: <https://towardsdatascience.com/https-medium-com-pupalerushikesh-svm-f4b42800e989> (дата звернення: 27.11.2023).
3. URL: <https://medium.com/swlh/k-nearest-neighbor-ca2593d7a3c4> (дата звернення: 27.11.2023).

*Соболевський Владислав Олександрович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Баклан Ігор Всеволодович, кандидат технічних наук,*

*доцент кафедри інформатики та програмної інженерії*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ НАЛАШТУВАННЯ ТА ВИКОНАННЯ ГОЛОСОВИХ КОМАНД В ОПЕРАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ WINDOWS**

**Анотація.** Дана стаття присвячена розробці програмного забезпечення для налаштування та виконання голосових команд в операційній системі Windows. У цьому ході розробки програмного забезпечення використовується обробка природної мови, а саме розпізнавання мовлення за допомогою механізмів машинного навчання. Розроблене програмне забезпечення надає можливість точного аналізу мовлення користувача, його обробки, та використання опрацьованих вхідних даних для управління операційною системою Windows.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** програмне забезпечення, windows, машинне навчання, розпізнавання мовлення, управління операційною системою, комп'ютерна програма.

**Abstract.** This article is dedicated to the development of software for setting up and executing voice commands in the Windows operating system. During the development of this software, natural language processing is used, specifically speech recognition through machine learning mechanisms. The developed software provides the capability for precise analysis of the user's speech, its processing, and the use of processed input data for controlling the Windows operating system.

**KEY WORDS:** software, windows, machine learning, speech recognition, operating system control, desktop application.

**Вступ** У сучасному світі інформаційних технологій, створення ефективного та зручного програмного забезпечення стає дедалі важливішою задачею. Одним з перспективних напрямків розробки є голосове управління операційною системою, яке дозволяє користувачам взаємодіяти з пристроями на кшталт комп'ютер, смартфон та іншими за допомогою голосових команд. Моя магістерська робота має на меті розробку саме такого програмного забезпечення, що надасть користувачам можливість керувати операційною системою за допомогою голосових команд та інструменти для їх гнучкого налаштування.

Основною задачею цієї роботи є реалізація десктопного програмного продукту, що допоможе користувачам підвищити зручність експлуатації їх пристроїв. Це програмне забезпечення відкриє можливість користувачам за допомогою голосових команд викликати команди операційної системи, надасть можливість запуску інших програм та дозволить створювати персоналізовані голосові інструкції, що дозволить надзвичайно легко створити набір команд для дій, що користувач вважає найважливішими або ж часто використовує.

Актуальність голосового управління операційною системою полягає в його потенціалі покращити ефективність та зручність взаємодії користувача з пристроями. Голосове керування дає змогу користувачам виконувати завдання без використання клавіатури або миші. Це особливо важливо для людей з обмеженими можливостями або фізичними



обмеженнями. Голосове керування може поліпшити їхній доступ до технологій і забезпечити рівність у використанні комп'ютерних систем.

**Основна частина.** Голосові асистенти, яких часто називають віртуальними асистентами або цифровими помічниками, - це програмні агенти, які можуть виконувати завдання або послуги на основі голосових команд. Вони використовують обробку природної мови (NLP), щоб розуміти і відповідати на запити користувача [1]. Цей тип програмного забезпечення значно полегшує виконання таких задач, як: пошук інформації, керування завданнями, навігація та подорожі, розваги, взаємодія зі сторонніми додатками, оптимізація навчального процесу та рутинні налаштування.

Також не менш важливою складовою програмного забезпечення для голосового управління є надання зручного способу взаємодії для людей з обмеженими можливостями або тих, кому традиційні інтерфейси можуть бути складними. Голосові помічники можуть запропонувати альтернативний спосіб взаємодії з технологіями та доступу до інформації.

Машинне навчання є ключовим елементом сучасних технологій обробки даних. Основою машинного навчання є систематичний підхід до оптимізації параметрів моделі на основі даних.

У контексті аудіообробки найбільш підходящим варіантом є рекурентні нейронні мережі (RNN), які володіють здатністю "запам'ятовувати" інформацію та ефективно обробляти послідовності даних, наприклад,

аудіо або текст.[2] Щоб поліпшити їхню здатність вловлювати контекст, було розроблено бідирекційні RNN, які розглядають дані у двох напрямках, допомагаючи моделі вивчити контекст до і після певного моменту в часі, тому під час розробки моделі машинного навчання для програмного забезпечення було обрано саме цей вид нейронних мереж[3].

Для реалізації системи користувацьких налаштувань та виконання команд було вирішено сформулювати перелік основних ключових слів-команд, що виконуються створеним програмним забезпеченням, таких як: open – для відкриття файлів та запуску програм, close – для їх закриття, copy – для копіювання файлів з однієї директорії до іншої, delete – для видалення файлів, settings – для відкриття налаштувань Windows, Mute\Unmute – для увімкнення та вимкнення звуку ОС, sleep – для введення пристрою у режим сну та type – для емуляції введення тексту з клавіатури.

Вхідний аудіо-текст перетворюється у текстовий формат, у випадку співпадіння тексту з персоналізованою користувацькою командою, яка була збережена у налаштуваннях, відбувається виконання передналаштованої команди. Якщо ж це не збережена користувацька команда, то вхідний текст розділяється на токени, де перший токен це ключове слово-команда, що сигналізує який тип операції буде виконано, та наступні токени виступають параметрами.

**Висновок.** У даній роботі наведено актуальність розробки програмного забезпечення у сфері програмного забезпечення для голосового управління операційними системами та обґрунтовано значну роль машинного навчання у розробці такого програмного забезпечення. Бідирекційні рекурентні нейронні мережі – найкращий вибір для створення моделей машинного навчання, що працюють з текстом та аудіо-даними завдяки їх властивості запам'ятовувати інформацію, що допомагає у обробці послідовностей. Було запропоновано варіант реалізації модулю обробки голосових команд та створення і опрацювання користувацьких команд на основі ключових слів-команд та обробки тексту у вигляді токенів.

### **Список інформаційних джерел**

1. Liddy, E.D. (2001) Natural Language Processing. In Encyclopedia of Library and Information Science, 2nd Ed. NY. Marcel Decker, Inc. — P.1
2. A. Graves, M. Liwicki, S. Fernandez, R. Bertolami, H. Bunke, J. Schmidhuber. A Novel (2009) Connectionist System for Improved Unconstrained Handwriting Recognition. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 31, no. 5
3. Bidirectional recurrent neural networks. IEEE Transactions on Signal Processing, 45:2673–81, November 1997.

*Сом Марія Олексіївна, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

**Науковий керівник: Коган Алла Вікторівна,**

*доцент кафедри інформаційних систем і технологій*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ ТА ЗАПИТАМИ ФОНДУ ДОПОМОГИ ПОСТРАЖДАЛИМ**

**Анотація.** В даній роботі запропоновано спосіб організації ефективної допомоги людям, що постраждали внаслідок руйнування будівель. Спосіб застосовується розробленою інформаційною системою, що дозволяє ефективно управляти ресурсами та запитами фонду допомоги постраждалим. Основними його аспектами є надання рекомендацій щодо обсягів першочергової допомоги та пріоритезація запитів в умовах, коли руйнування відбуваються одночасно.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** рекомендація, пріоритет, руйнування будинку, запит, система управління.

**Abstract.** This paper proposes a method of organizing effective assistance to people affected by the destruction of buildings. The method is applied by the developed information system that allows to effectively manage resources and requests of the fund for assistance to victims. Its main aspects are providing recommendations on the amount of priority assistance and prioritizing requests in conditions when destruction occurs simultaneously.

**KEYWORDS:** recommendation, priority, building destruction, request, management system.

**Вступ.** У сучасних реаліях життя суспільства України, де загроза постійних атак на цивільну інфраструктуру нікуди не зникає, питання допомоги постраждалим є не просто актуальним, а високопріоритетним. Швидкість реакції волонтерських організацій та ефективність розподілу ресурсів мають критичне значення за наведених умов. Також грамотна координація зусиль та оптимізація роботи учасників гуманітарного процесу стає ключовою для успішної допомоги постраждалим.

Основне завдання запропонованої системи полягає в застосуванні способу, що допомагає ефективно організувати допомогу, а також у наданні зручного користувацького інтерфейсу для управління матеріальними ресурсами фонду. Важливим аспектом системи є залучення волонтерів-донорів до процесу допомоги, які за власної ініціативи готові надати підтримку та мають можливість закрити певну потребу, що надійшла від постраждалої особи.

**Основна частина.** Розроблена система фокусується на управлінні матеріальними ресурсами фонду та наданні рекомендацій, щодо обсягів допомоги, яка має бути надана постраждалим. А також, на автоматизованому створенні запитів для

підтримки власних запасів матеріальних ресурсів.

Матеріальні ресурси фонду включають в себе продукти харчування (що не псуються швидко), воду, засоби особистої гігієни, одяг, пристрої зв'язку, комп'ютери, засоби пересування та ін.

Надається можливість створення запитів як на поодинокі персональні потреби постраждалих, так і на потреби великої кількості постраждалих одночасно.

Основними задачами системи є:

1. надання користувацького інтерфейсу для управління матеріальними ресурсами фонду та створення запитів для їх поновлення;
2. облік матеріальних ресурсів фонду;
3. автоматизоване створення запитів для поновлення матеріальних ресурсів фонду;
4. надання функціоналу мануального створення запитів на поодинокі потреби постраждалих для їх подальшого вирішення за допомогою донорів;
5. надання рекомендації щодо обсягів першочергової допомоги постраждалим, шляхом оцінки масштабів руйнування будинку.

Спосіб оцінки обсягу першочергової допомоги.

Першочергова допомога представлена комплектом продуктів і речей, які постраждалі потребують в першу чергу.

Даний комплект складається з необхідних продуктів харчування, запасу води, засобів особистої гігієни та елементів сезонного одягу. Склад комплекту може бути модифіковано.

Після руйнування будинку, в першу чергу, система формує запит на виділення комплектів допомоги постраждалим. Обсяг комплектів може бути вказаний одразу, якщо інформація про кількість постраждалих надійшла до фонду і була підтверджена. Проте однією з задач підсистеми є надання рекомендації щодо обсягів допомоги, коли

фонд не володіє даними про кількість постраждалих.

Застосовується спосіб оцінки обсягу необхідної першочергової допомоги. Розраховується верхня границя можливої кількості людей, що проживали на тих поверхах, які зазнали руйнувань.

Вхідні параметри, для проведення розрахунку є наступними:

1.  $k$  – норма жилої площі в Україні. Дане значення є сталою величиною і становить  $13,65 \text{ м}^2$  на одну особу; [1]
2.  $S$  – загальна житлова площа квартир будинку ( $\text{м}^2$ );
3.  $n$  – кількість поверхів будинку;
4.  $m$  – кількість зруйнованих поверхів будинку.

Формула розрахунку верхньої границі можливої кількості постраждалих –  $L$ :

$$L = \frac{S}{n} * m / k \quad L = \frac{S}{n} * m / k$$

Оцінка кількості постраждалих допомагає визначити обсяг комплектів допомоги, що мають бути доставлені на місця руйнувань.

Дані про характеристики будинку є відкритими та представлені інформаційною аналітичною системою управління житловим фондом м.Києва. [2]

Згідно зі звітом Київської міської держаної адміністрації, здійснюється постійний контроль за наповненням та актуалізацією бази даних. [3]

Визначення пріоритету запитів.

У випадку одночасного руйнування декількох будинків у місті, розраховується у відсотках (0-100) частина запиту, яку фонд може закрити покладаючись на власну базу матеріальних ресурсів. Результат розрахунку слугує пріоритетом виконання запитів.

**Висновки.** Важливою задачею при наданні допомоги людям, що постраждали від руйнування будівель, є визначення обсягів необхідної допомоги та встановлення пріоритету у випадку, якщо відбулось одночасне руйнування декількох будівель. Запропонований спосіб вирішення поставленої задачі розраховує верхню границю можливої кількості постраждалих. Таким чином визначається обсяг комплектів допомоги, що мають бути

доставлені на місця руйнувань. Пріоритезація запитів на допомогу визначається шляхом оцінки можливостей фонду та потреб постраждалих.

### **Список інформаційних джерел**

1. Житловий кодекс України від 30.06.1983 р. № 5464-X : Стаття 47. Норма жилої площі. Редакція від 19.11.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5464-10#Text> (дата звернення: 26.11.2023).
2. Інформаційно-аналітична система управління житловим фондом м. Києва. URL: <https://www.municipal.kiev.ua/kiiev/> (дата звернення: 26.11.2023).
3. Звіт департаменту житлово-комунальної інфраструктури. URL: <https://dzki.kyivcity.gov.ua/content/zhytlove-gospodarstvo.html> (дата звернення: 26.11.2023).

*Супрун Ольга Віталіївна, здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

**Науковий керівник:** *Жураковська Оксана Сергіївна, кандидат технічних наук, доцент,*

*доцент кафедри інформаційних систем та технологій*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **INFORMATION SYSTEM FOR SEARCHING SCIENTIFIC PUBLICATIONS ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ПОШУКУ НАУКОВИХ ПУБЛІКАЦІЙ**

**Анотація.** В даній доповіді викладені ідеї щодо проектування та реалізації інформаційної системи для формування оглядів наукових публікацій. Визначено проблему та сформовано мету створення такої системи. Розглянуто методи оцінки подібності множин та запропоновано новий метод на основі вже існуючих, викладено ідеї їх застосування для підбору наукових публікацій в інформаційній системі. Описано алгоритм обробки системою запитів користувача та загальну архітектуру компонент.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** пошук наукових публікацій, критерій Жаккара, відстань редагування, подібність множин.

**Abstract.** The paper considers the issues of designing and implementing an information system for generating reviews of scientific publications. The problem is defined and the goal of creating such a system is formed. Methods for assessing the similarity of sets are considered and a new method based on existing ones is proposed, and ideas for their application to the selection of scientific publications in the information system are outlined. The algorithm for processing user requests and the general architecture of the components are described.

**KEY WORDS:** search of scientific publications, Jaccard criterion, edit distance, similarity of sets.

**Introduction.** Research in any scientific field requires constant monitoring of the state of research in this area, which is associated with the search and analysis of a large number of scientific publications. Existing systems for searching for publications such as Google Scholar [1] or Semantic Scholar [2] provide fairly good results, but even with them, the time spent on the search can be long. The problem is that such search engines return a large list of publications with texts that are to varying degrees relevant to the topic at hand, but these results require repeated analysis and selection by the user. Therefore, it is an important issue to develop an information system that, based on the results of search engines, will allow for a more accurate selection of publications and generate short reviews of them and provide the researcher with a tool for working with them. Such a system may be easier to use than the existing ones due to the fact that it can be used to save publication reviews, edit them, share them with other users, etc.

There are many options for improving the search - from NLP (Native Language Processing) to the use of set and graph theories, but the ones that require fewer resources to use are preferable. To solve the problem of searching for publications that are similar in content, the author proposes to use set similarity criteria, which are the basis of an algorithm for determining the similarity of texts or sets of keywords.

The general architecture of the components of the information and search system, which is based on the proposed algorithm, is presented.

**The main part.** The process of searching for and forming a publication review in general includes the following steps: searching for publications that roughly correspond to a given topic; filtering, aggregation; evaluating the results using an algorithm; forming a short review of publications whose relevance to the request is the highest. Let's depict this process visually using the BPMN[3] diagram in Figure 1.

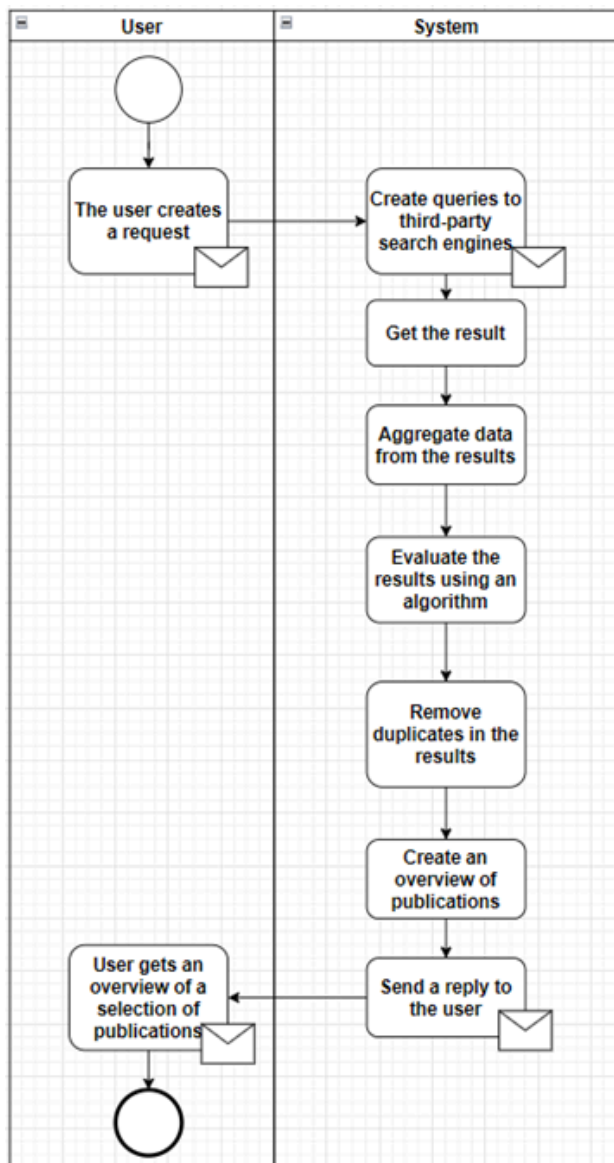


Figure 1 — Scheme of the process of forming a review system for a selection of publications

The IS (Information System) for searching for publications uses the API (Application Programming Interface) of other search engines (such as Google Scholar or Semantic Scholar) to obtain a large sample of

publications that nearly match the subject matter and filters of the user's request.

Data obtained from different search engines require additional filtering (year, author, format, language, etc.). Also, when using several search engines, we may get duplicate results in the sample, so a duplicate removal mechanism should be applied. If we remove duplicates before evaluating publications, we will have to perform a large number of comparisons and search operations. Given that the initial data sample is quite large, duplicate removal is organized already during the formation of reviews of publication collections, when they are included in them.

In order to obtain relevant results, information can be searched not only in the language in which the user makes a request, but also in other common languages, and the results are aggregated for further processing in the system.

To evaluate the relevance of the results to the query, keyword sets are used, in which different keywords may have different search importance. The algorithm is based on determining the proximity of publications based on set similarity criteria and weighting coefficients for keywords that the user can specify when creating a query.

To establish the similarity of sets, the Jaccard criterion is used, which is determined by dividing the intersection by the union of sets[4, 5]. Jaccard's criterion was used in ecology, and later it was used to determine the similarity of texts.

The Jaccard criterion can be applied to sets of keywords that the user specifies in the query and the keywords of the searched publication.

The use of weighting factors for keywords allows you to take into account the degree of their importance for search results. The weighting factors are in the range [0; 1] and must be normalized. The integral criterion used to select publications takes into account

both the Jaccard criterion and the criterion based on keyword weights, which provides a balanced assessment of the relevance of a publication to a user's query.

A method that determines the similarity of word combinations. This method can be the calculation of distances. To take into account different variants of keyword spelling, we propose to use a method of determining the similarity of phrases based on the determination of distances. It should work for keywords of different lengths and take into account the order of letters in the phrase. One of the distances that meets these requirements is the edit distance.

The edit distance calculates the number of simple operations (delete, insert, replace) to make the phrases identical [p. 2, 6; 7]. The fewer operations, the smaller the distance. This method is highly accurate.

So, the list of publications formed according to the user's request contains the following information: topic, keywords, abstract, bibliographic description and doi.org link. The user pre-enters the number of publications that he wants to see in the review and we choose this number of publications with the highest relevance scores calculated by the algorithm. Also, we add a certain number of publications that were not included in the review, but have sufficiently high relevance scores, to the cache. This is necessary to update the list of results after its editing and to remove from it publications that did not suit the user.

**System architecture.** A general diagram of the system's component architecture is shown in Figure 2, which indicates the main data that is transferred between the components.

The main component is the database (database). We use a relational database. We need it to store user credentials and to store reviews of publication collections that the user has created for himself. The reason for choosing a relational database is that we work with structured data.

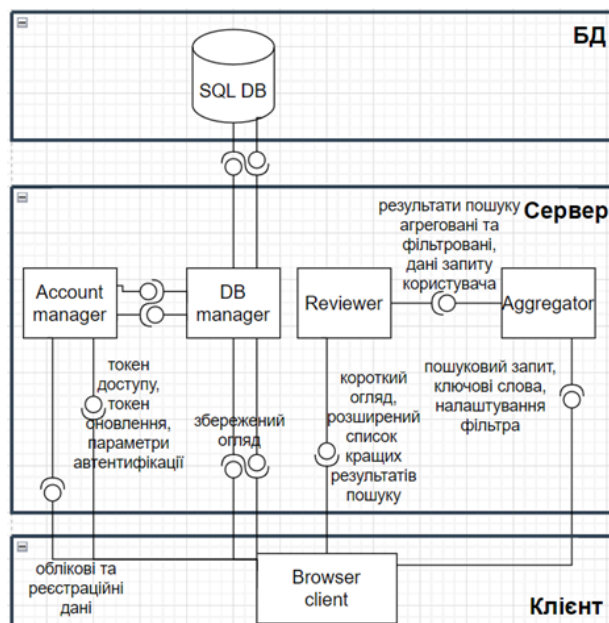


Figure 2 — General scheme of the architecture of components

The server architecture of the IS attracts the most attention. It has the following logical components: a module for searching for publications and aggregation, a module for generating reviews of publications collection, a module for managing accounts, and a module for working with the database.

The module for searching for publications and aggregation implements the functionality related to accessing third-party search engines, aggregating and filtering data.

The module for generating reviews is responsible for evaluating publications, implementing algorithms for evaluating the similarity of sets of keywords and individual phrases. This component also contains functionality for creating reviews and removing duplicates from them.

The account management module implements registration, authorization, authentication, account deletion, and more.

The database module will be responsible for connecting to the database and implements functionality for CRUD (Create, Read, Update, Delete).



**Conclusions.** The paper is devoted to the development of an information system for the selection of scientific publications at the request of the user, which can reduce the time spent on searching for materials and simplify the organization of work with scientific publications. The main functionality, the main processes that take place in the IS and the general architecture of the components are considered. The algorithm for selecting publications, which is the basis of the algorithmic support of the system, is developed. The practical significance of this material is that a method (based on the Jaccard criterion and weighting coefficients) has been proposed to determine the similarity score of publications. It is based on the similarity of sets of keywords, taking into account different degrees of their importance. The proposed method will help to improve the accuracy of the selection of publications for the user-researcher.

### Sources

1. Google. (n.d.). Google Scholar. Google.com; Google. Retrieved November 30, 2023, from <https://scholar.google.com>
2. Semantic Scholar | AI-Powered Research Tool. Retrieved November 30, 2023, from <https://www.semanticscholar.org>
3. Business Process Model and Notation (BPMN). (2011). Object Management Group. Retrieved November 30, 2023, from <https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF>
4. Лановенко О.Г., & Остапішина О.О. (2013). Словник – довідник з екології. In Internet Archive (p. 225). ПП Вишемирський В.С. Retrieved November 30, 2023, from <https://archive.org/stream/dovidnyk2013>
5. Гладь, О. Ю., & Струтинська, І. В. (2022). Використання технік інтелектуального аналізу даних для визначення рівня цифрової зрілості малих та середніх підприємств (с. 124). Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Retrieved November 30, 2023, from [https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/37914/1/Mag\\_2022\\_SNm-61\\_Hlado\\_O\\_Yu.pdf](https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/37914/1/Mag_2022_SNm-61_Hlado_O_Yu.pdf)
6. Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2016). Speech and Language Processing. Regular Expressions, Text Normalization, Edit Distance. Leland Stanford Junior University. Retrieved November 30, 2023, from <https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3/2.pdf>
7. Jurafsky, D. (2023). Minimum Edit Distance Definition of Minimum Edit Distance. Leland Stanford Junior University. Retrieved November 30, 2023, from <https://web.stanford.edu/class/cs124/lec/med.pdf>

*Терентьєв Гліб Васильович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Гавриленко Олена Валеріївна, кандидат фізико-математичних наук,*

*доцент кафедри інформаційних систем та технологій ФІОТ*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## РЕКОМЕНДАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ФІНАНСОВОГО ПОРТФЕЛЮ

**Анотація.** Доповідь описує виклики, які постають при підборі інвестиційного портфелю та прогнозуванні цін активів на фінансовому ринку. Проблема розглядається покроково і зводиться до проблем прогнозування та кластеризації часових рядів та до задачі про рюкзак. Описується важливість вивчення згаданих задач. Обговорюється підхід створення алгоритму на основі описаних кроків для побудови рекомендаційної системи формування інвестиційного портфелю.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** алгоритми, часові ряди, прогнозування, генетичні алгоритми, кластеризація.

**Abstract.** The report describes the challenges that arise when building an investment portfolio and valuable assets on the financial market. The problem is considered step by step and is reduced to the problems of forecasting and clustering of time series and to the Knapsack problem. The importance of studying the mentioned tasks is described. The approach of creating an algorithm based on the described steps for building a recommendation system for the formation of an investment portfolio is discussed.

**KEY WORDS:** algorithms, time series, prediction, genetic algorithms, clustering.

**Introduction.** The tasks of time series and time series forecasting have long been of interest to scientists at the intersection of mathematics, statistics and computer science. And for good reason, since time series are found in many areas of our lives:

- weather forecasting;
- climate change analysis;
- studying the spread of diseases;
- heart rate monitoring
- research of political and social attitudes among the population;
- traffic monitoring for network optimization;
- analysis of marketing campaigns and customer behavior;
- study of risks, trends or market needs;
- predicting the behavior of financial markets.

**Main part.** From a scientific point of view, the difficulties of working with time series lie in changing trends, differences in practical tasks, uncertainty in prediction, which only increases over time.

To save their own savings, people start investing, this helps to save and multiply their own wealth. The main obstacle is the risk of losing invested savings in case of financial crises. That is why diversification is an

important approach when investing. From the point of view of a human investor, the optimal approach will be to invest in various industries and spheres of economy. But here a computer can come to the aid of a person, as it can evaluate so much more parameters and find more complex connections or discrepancies between objects. Especially between the different behavior of assets on the market, the price of which changes over time, which are time series.

For a better selection of assets when building a portfolio, the investor should roughly estimate the potential growth of the asset's price, hence the investor's profit. Forecast of the price of an asset is primarily a prediction of the behavior of time series based on historical data. Which is a difficult task in itself due to the variety of forecasting parameters and the unpredictability of the financial market as a whole.

The task of diversification is reduced to the task of clustering objects by parameters[1]. With proper configuration of the input parameters and the clustering algorithm, it is possible to divide assets not only by type, but also by priority and take assets for the next step from higher priority clusters. Actually, the main task will be the selection of metrics for the clustering of time series, the clustering itself can be carried out in several stages by taking the final result of the classes from different runs of clustering.

The task of selecting a portfolio, in turn, is reduced to the Knapsack problem[2]. This problem belongs to the NP complete class and there is no known algorithm to solve it in a polynomial time. Depending on the number of parameters, that is, when the time to solve the problem is reasonable for the user, it is possible to use a full check. But when the set of assets increases, the waiting time will increase exponentially, which will prevent the user from generating several models with different input parameters. The value of each position is time-varying, as the attractiveness of the asset

may change, and depends on the chosen metric or set of metrics that will determine the value of each position. The value of each asset can be chosen as the weight of each item from the set. However, given that in practical use of the algorithm on assets, the asset for purchase may be available for purchase for the full amount of investment funds, so the algorithm must take into account the diversification of assets and limit the portfolio to a certain total value of this asset.

Checking the work of the recommendation algorithm will take place in several steps, namely:

- 1) checking the forecast step when comparing with historical data
- 2) verify the step of building a portfolio on efficiency and price growth.

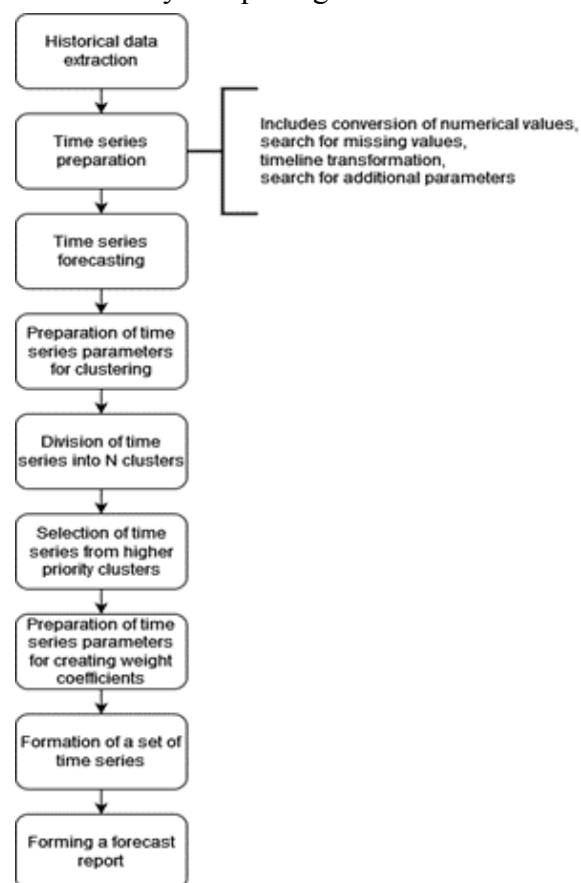


Figure 1 — Diagram of proposed steps of the algorithm

In such a comparison, the portfolio that has higher price growth is not always the best. It is necessary to take into account the average growth of the portfolio and its diversification, which can be checked through the correlation

of changes in time series during various world financial crises.

**Conclusions.** As a result, the system created for portfolio recommendation will consist of separate steps and substeps, such as time series forecasting, time series clustering stages for diversification, selection of profitable portfolios through genetic algorithm. For this, different algorithms will be used, different parameters for the algorithms to create recommendations for different strategies. Several approaches will be explored and examined to select the optimal investment portfolio recommendation method.

#### **Список інформаційних джерел**

1. Aghabozorgi S., Shirkhorshidi A. S., Wah T. Y. Time-series clustering—a decade review. *Information systems*, 53. 2015. 16-38
2. Sinha P., Zoltners, A. A. The multiple-choice knapsack problem. *Operations Research*, 27.3, 1979. 503-515.

*Тімченко Єлізавета Юрївна, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Ролік Олександр Іванович, доктор технічних наук,  
професор, завідувач кафедри інформаційних систем та технологій ФІОТ  
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **CRM СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ДІЯЛЬНОСТІ ТРЕНАЖЕРНОГО ЗАЛУ**

**Анотація.** Для підтримки діяльності тренажерного залу доцільно впровадити CRM систему. Така система має надавати можливість вести облік клієнтів, персоналу та тренерів, автоматизувати такі рутинні операції, як купівля абонементу та запис на індивідуальні або групові тренування, надавати інструменти для аналізу даних і підтримки програми лояльності та знижок.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** CRM система, управління відносинами з клієнтами, тренажерний зал.

**Abstract.** It is advisable to implement a CRM system to support the activities of a gym. Such a system should provide the ability to keep track of clients, staff, and trainers, automate routine operations such as purchasing a membership and signing up for individual or group workouts, and provide tools for data analysis and support for a loyalty program and discounts.

**KEY WORDS:** CRM system, customer relationship management, gym.

**Вступ.** У сучасному світі заняття спортом стають невід'ємною частиною життя багатьох людей. Разом з цим збільшується попит на послуги у сфері тренувань. Одним із видів занять спортом, якому надає перевагу велика кількість людей, є відвідування тренажерного залу. Зі збільшенням інтересу до тренувань у тренажерних залах зростає і їх кількість. Це, в свою чергу, призводить до зростання конкуренції між ними. Через це виникає необхідність виділятися серед інших тренажерних залів шляхом підвищення задоволеності відвідувачів від користування послугами залу. Також будь-якому бізнесу, яким є і тренажерний зал, необхідно вирішувати задачі ефективного управління, обліку даних та планування стратегій розвитку.

Для вирішення вищезазначених використовуються різноманітні CRM системи. CRM система є інструментом, який при правильному проектуванні та впровадженні може допомогти у налагодженні довгострокового партнерства між клієнтами та бізнесом, а також в управлінні та аналізі даних. Розробці однієї з таких систем і присвячена ця робота.

**Основна частина.** Customer Relationship Management, або CRM, представляє собою підхід до управління взаємовідносинами з клієнтами, який включає в себе комплекс технологій, процесів та стратегій для залучення та утримання клієнтів. Він дозволяє підприємствам взаємодіяти з клієнтами на більш ефективному рівні [1].

Для реалізації підходу CRM зазвичай впроваджують програмне забезпечення – CRM систему.

CRM системи можна умовно поділити на чотири типи: операційні, аналітичні, колабораційні, комбіновані [2]. Операційні CRM системи фокусуються на оптимізації різноманітних процесів взаємодії з

клієнтами, аналітичні – на допомозі в аналізі зібраних даних, колабораційні – на поширенні інформації серед внутрішніх команд, а комбіновані поєднують у собі декілька типів. Зараз спостерігається тенденція збільшення популярності саме комбінованих CRM систем, що можна пояснити необхідністю виділити свій продукт серед інших.

CRM системи зазвичай виконують наступні функції:

- управління даними: збереження інформації в єдиній централізованій базі даних, забезпечення безпеки зберігання даних, контроль доступу до даних;

- автоматизація робочого процесу: спрощення рутинних операцій;

- звітування та аналітика: забезпечення зручного перегляду аналітики, надання інструментів для аналізу;

- взаємодія з клієнтами: забезпечення ведення історії взаємодії з клієнтами, збір відгуків, скарг та запитань.

Розробляючи CRM систему для тренажерного залу варто визначити які саме дані необхідно збирати, які рутинні задачі можна автоматизувати та якого формату аналітику відображати.

CRM система для тренажерного залу повинна мати можливість ведення обліку клієнтів та управління їх даними. Вона має зберігати персональну інформацію клієнтів та їх відвідування. І додатково може зберігати дані про персональні цілі у тренуваннях, відмітки ваги тіла, оцінки клієнтів щодо якості послуг та побажання щодо їх покращення. На основі цих даних можна визначати важливі для клієнтів напрямки тренувань і в подальшому їх розвивати, оптимізувати роботу клубу в залежності від популярних годин тренувань, тощо.

Для автоматизації оплати послуг, тобто придбання абонементів, доцільно надавати можливість робити це онлайн, без участі менеджера клубу. А також надавати

можливість налаштування автоматичної оплати з генерацією електронних рахунків. Реалізуючи цю функцію обов'язково треба врахувати аспекти забезпечення безпеки фінансових операцій.

Більшість тренажерних залів мають у штаті тренерів. Для спрощення запису на персональні та групові тренування необхідно надати можливість робити це через систему.

Також доцільно створити функціонал автоматично згенерованих повідомлень. Серед них можуть бути: нагадування про заплановані тренування, інформування щодо змін у графіку роботи залу, а також повідомлення про персональні пропозиції, новини та акції.

CRM система повинна забезпечувати можливість аналізу даних. Дані повинні відображатися у зручному для користувача форматі, наприклад, у вигляді графіків або таблиць. Також доцільно забезпечити можливість фільтрації даних. Крім того, можна ввести аналіз на основі машинного навчання для виявлення тенденцій, які важко помітити вручну.

Зараз багато компаній вводять програми лояльності для клієнтів. Програми лояльності не дуже розповсюджені серед тренажерних залів, тому їх впровадження може виділити спортивний зал серед конкурентів. CRM система в цьому контексті може надавати можливість автоматично нараховувати бонуси за певну активність і надавати знижки, або можливість участі у спеціальних подіях активним клієнтам.

Також крім обліку клієнтів, CRM система може надавати можливість вести й облік даних про внутрішні процеси та ресурси. До таких даних можуть належати: контактна інформація, досвід роботи, навички та зарплата персоналу, а також стан та необхідність ремонту або заміни тренажерів, обладнання та інвентарю.

Перевагами впровадження CRM системи у роботу тренажерного залу є можливість індивідуалізації обслуговування клієнтів, що забезпечить їх лояльність та довготривалу співпрацю. Головною причиною цього, є те, що системи CRM дозволяють компаніям використовувати зібрані ними дані для стратегічного адаптування пропозицій, послуг і стимулів для залучення інтересу клієнтів до співпраці [3].

Але слід пам'ятати про потенційні проблеми, з якими можна стикнутися при впровадженні CRM системи. Перешкодами можуть слугувати високі витрати на

впровадження та налаштування системи, час на навчання співробітників ефективно використовувати систему, а також ризик кіберзагроз.

Впровадження CRM системи для тренажерного залу є стратегічною інвестицією, яка може вирішити багато проблем та відкрити нові перспективи розвитку. CRM може спростити процеси взаємодії з клієнтами, а також внутрішні процеси компанії. У впровадженні CRM системи присутні переваги, так і недоліки. Проте впровадження CRM системи підтримки діяльності тренажерного залу з урахуванням усіх аспектів може забезпечити успішну діяльність тренажерного залу.

**Висновки.** Ефективна CRM система підтримки діяльності тренажерного залу повина надавати можливість ведення обліку клієнтів, персоналу та обладнання, сплати послуг онлайн, запису на індивідуальні та групові тренування, підтримки програми лояльності, а також можливість аналізу даних та формування звітів. При впровадженні CRM системи можна зітнутися з проблемами високих витрат та потенційних кіберзагроз. Але при урахуванні усіх аспектів CRM система може забезпечити успішну роботу тренажерного залу та забезпечити можливість налагодження довготривалої співпраці з клієнтами.

#### Список інформаційних джерел

1. The Impact of Customer Relationship Management and Company Reputation on Customer Loyalty: The Mediating Role of Customer Satisfaction / R.Khan, Y. Salamzadeh, Q. Iqbal, S. Yang. // *Journal of Relationship Marketing*. – 2020 – №21(1).
2. 4 CRM Software Types Explained [Електронний ресурс] // *Capterra*. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.capterra.com/resources/types-of-crm-software/>.
3. Newton F. Effects of customer relationship management (CRM) strategies and socio-cognitive constructs on the physical activity of individuals with arthritis over time / F. Newton, T. Haregu, J. Newton. // *PLOS ONE*. – 2023 – №18(10).

*Толкунов Іван Сергійович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Гавриленко Олена Валеріївна, доцент,*

*кандидат фізико-математичних наук*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## ОГЛЯД МЕТОДІВ РЕФЕРУВАННЯ ТЕКСТУ

**Анотація.** Ця стаття зосереджується на розгляді різноманітних методів реферування текстів, що охоплюють як класичні, так і сучасні підходи, особливо акцентуючи на застосуванні алгоритмів машинного навчання та глибокого навчання. Метою цієї статті є надати всебічний огляд існуючих методів, обговорити їхні сильні та слабкі сторони, а також визначити потенційні напрямки для подальших досліджень у цій швидко розвиваючійся області.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** Текстова реферування, Традиційні підходи, Сучасні підходи, Алгоритми машинного навчання, Алгоритми глибокого навчання, Швидко розвиваюча сфера.

**Abstract.** This article focuses on examining various methods of text summarization, covering both traditional and modern approaches, with a special emphasis on the application of machine learning and deep learning algorithms. The purpose of this article is to provide a comprehensive overview of existing methods, discuss their strengths and weaknesses, and identify potential directions for further research in this rapidly evolving field.

**KEY WORDS:** Text summarization, Traditional approaches, Modern approaches, Machine learning algorithms, Deep learning algorithms, Rapidly evolving field.

**Вступ.** В епоху інформаційного перенасичення, здатність ефективно синтезувати та узагальнювати великі обсяги текстової інформації стає ключовою у багатьох сферах: від академічних досліджень до широкого спектру професійних застосувань. Реферування текстів — це не просто важливий навичок для людей, але й значуща область вивчення для штучного інтелекту та обробки природної мови (Natural Language Processing, NLP). Прагнення створити системи, здатні автоматично генерувати точні та змістовні резюме з великих текстів, викликає інтерес в усьому світі, що спонукає до розвитку нових інноваційних підходів та технологій.

**Основна частина.** Реферування текстів, як процес, має глибокі корені в області лінгвістики та обробки природної мови. Цей процес включає стисле та точне відображення первинного змісту тексту, зберігаючи його основні ідеї та ключові елементи. З теоретичної точки зору, реферування можна розділити на два основних типи: екстрактивне та абстрактивне реферування.

*Екстрактивне реферування:* Цей метод полягає у виборі й повторенні важливих фрагментів тексту (наприклад, речень або фраз) у резюме [1]. Його основна перевага — точність, оскільки резюме складається із точних вирізок первинного тексту. Традиційні техніки, такі як аналіз частоти слів, TF-IDF (частота терміна-інверсія документної частоти), та інші статистичні методи, часто використовуються у цьому контексті.



*Абстрактивне реферування:* На відміну від екстрактивного, абстрактивне реферування вимагає переформулювання тексту, забезпечуючи створення нових фраз та речень, які не обов'язково присутні у вихідному тексті. Цей підхід може більш точно передавати наміри та тон автора, але він є значно складнішим з точки зору реалізації, особливо при використанні автоматизованих систем. Сучасні методи, що базуються на глибокому навчанні та нейромережах, таких як послідовні моделі (LSTM) та трансформери (наприклад, BERT, GPT), показують обнадійливі результати в абстрактивному реферуванні.

Розвиток технологій у сфері обробки природної мови (NLP) привів до створення різноманітних алгоритмів для реферування текстів. Ці алгоритми можна класифікувати на основі їх підходів та механізмів.

Традиційні методи:

- *Частотні методи* - алгоритми, які аналізують частоту слів, для ідентифікації ключових речень.

- *TF-IDF (Частота Терміна-Інверсія Документної Частоти)* – визначає важливість слова у контексті документа, порівнюючи його частоту у даному тексті з частотою у всіх інших текстах.

- *Графові методи* - графові представлень текстів, де речення представлені як вузли, а їх взаємозв'язки - як ребра.

Машинне навчання:

- *Класифікація* - алгоритми машинного навчання, які класифікують речення як важливі чи неважливі для включення в резюме.

- *Навчання з підкріпленням* - використання моделей, які "вчать" вибирати найкращі речення для резюме на основі відгуків про їх якість [2].

Глибоке навчання та нейромережі:

- *LSTM (Long Short-Term Memory)* - вид рекурентних нейромереж, які здатні запам'ятовувати інформацію на тривалій

час, що є корисним для збереження контексту в довгих текстах.

- *Трансформери* - новітній клас моделей, які використовують механізми уваги для покращення здатності до розуміння контексту та зв'язків у тексті. BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) та GPT (Generative Pretrained Transformer) є прикладами таких моделей.

- *Абстрактивне реферування з використанням трансформерів* - сучасні моделі, такі як GPT-3 та GPT-4, що використовують глибоке навчання для генерації нових, змістовно багатих резюме, які не обмежені лише екстракцією вже існуючих речень [3].

При порівняльному аналізі різних методів реферування текстів, важливо враховувати їхні переваги та обмеження, а також різні контексти застосування. Традиційні методи, такі як частотні алгоритми, TF-IDF та графові методи, відзначаються своєю надійністю у виборі ключових фраз та речень. Їхня простота реалізації та відносно низькі вимоги до обчислювальних ресурсів роблять їх вдалим вибором для базових задач реферування. Однак вони часто не враховують глибші контекстуальні та семантичні аспекти тексту, що обмежує їх здатність до створення змістовних резюме для більш складних або абстрактних текстів.

Методи машинного навчання, включаючи класифікацію та навчання з підкріпленням, пропонують більшу адаптивність і здатність до навчання на основі нових даних. Вони можуть бути більш точними у виборі важливих речень, але потребують значних наборів даних для ефективного навчання та можуть бути схильні до перенавчання. Ці методи також вимагають більших обчислювальних ресурсів, що може бути обмеженням у певних ситуаціях.

З іншого боку, алгоритми глибокого навчання, такі як LSTM, трансформери та

моделі на кшталт GPT-3 та GPT-4, відкривають нові можливості у реферуванні текстів. Вони володіють високою здатністю до розуміння та обробки складних мовних структур і здатні до абстрактивного реферування, що дозволяє генерувати більш природні та змістовні резюме. Проте, ці алгоритми вимагають значних обчислювальних ресурсів і можуть створювати ризик генерації неточного або відхильного від оригіналу контенту. Крім того, вони вимагають складних процедур налаштування та оптимізації.

Реферування текстів, хоча й є важливим інструментом у сучасному світі обробки інформації, стикається з низкою проблем та викликів, які ускладнюють його використання та розвиток.

Однією з головних проблем є здатність алгоритмів точно розуміти та інтерпретувати контекст та семантику тексту. Навіть сучасні моделі глибокого навчання іноді можуть неправильно витлумачувати іронію, жарти або складні метафори.

Під час реферування важливо не тільки скорочувати текст, але й зберегти його первинний зміст та тон. Це особливо складно для абстрактивних методів, де існує ризик втрати важливих деталей або додавання невластивого контенту.

Тексти, написані різними мовами або у різних культурних контекстах, можуть мати особливості, які ускладнюють їх автоматичне реферування. Мовні нюанси, ідіоми та культурно-специфічні вирази можуть бути неправильно інтерпретовані.

Оцінка якості реферування є непростою задачею, оскільки для цього

часто потрібні людські оцінювачі. Автоматизовані методи оцінки, такі як BLEU або ROUGE, не завжди адекватно відображають якість резюме.

Використання автоматизованого реферування вимагає врахування етичних аспектів, особливо при роботі з конфіденційними або особистими даними. Існує потреба у розробці безпечних та конфіденційних систем.

Майбутнє реферування текстів обіцяє бути захоплюючим завдяки покращенню алгоритмів розуміння контексту та нюансів мови, що дозволить більш точно інтерпретувати іронію, жарти та метафори. Інновації можуть також включати інтеграцію текстових алгоритмів з мультимодальними даними, такими як зображення та відео, для створення більш комплексних резюме. Адаптивність до різних мов та культурних контекстів стане важливим напрямком, роблячи реферування більш глобальним та доступним. Поліпшення методів автоматизованої оцінки якості резюме також є ключовим для подальшої валідації та удосконалення алгоритмів реферування. Окрім того, зростаюча увага до етичних аспектів та безпеки даних, особливо у контексті обробки конфіденційної інформації, буде ключовою для забезпечення довіри та прийняття цих технологій суспільством. Ці нові підходи та ідеї можуть значно поліпшити здатність систем до створення точних, надійних та змістовних резюме, відкриваючи нові перспективи для інновацій у цій динамічно розвиваючійся галузі.

**Висновки.** Ця стаття надала всебічний огляд сучасних методів реферування текстів, розкриваючи їхні ключові характеристики, потенціал та обмеження. Ми побачили, що традиційні методи, такі як частотні аналізи та TF-IDF, залишаються важливими через їхню надійність та простоту використання, але вони обмежені у врахуванні контекстуальних та семантичних аспектів текстів. З іншого боку, методи, засновані на машинному навчанні та глибокому навчанні, такі як LSTM та трансформери, пропонують значні переваги у розумінні

складних мовних структур і абстрактивному реферуванні, проте вони вимагають великих обчислювальних ресурсів та складних процедур налаштування.

Оцінюючи потенціал та обмеження цих методів, стає зрозумілим, що подальший розвиток у цій області залежатиме від здатності алгоритмів краще розуміти контекст та нюанси мови, інтегрувати мультимодальні дані та адаптуватися до різноманітності мов та культур. Крім того, важливою є потреба у вдосконаленні методів автоматизованої оцінки якості резюме та забезпечення етичних стандартів при обробці конфіденційної інформації.

У підсумку, реферування текстів залишається динамічною та швидко розвиваючою областю, яка пропонує багато обіцянок для майбутнього використання в академічних, професійних та особистих сферах. Продовження досліджень та розвитку в цій області відкриває захоплюючі можливості для поліпшення здатності до автоматичного створення інформативних, точних та змістовних резюме текстів.

### **Список інформаційних джерел**

1. "Text Summarization Approaches for NLP - Practical Guide with Generative Examples" / Machine Learning Plus. // [www.machinelearningplus.com](http://www.machinelearningplus.com). – 2023.
2. "NLP Text Summarization - Popular ML & Deep Learning Algorithms" / Spot Intelligence. // [www.spotintelligence.com](http://www.spotintelligence.com). – 2023.
3. "Encoder-Decoder Deep Learning Models for Text Summarization" / MachineLearningMastery.com. // [www.machinelearningmastery.com](http://www.machinelearningmastery.com). – 2023.

*Тонкошкур Олег Русланович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

**Науковий керівник: *Онищенко Вікторія Валеріївна, доктор технічних наук,***

*професор, професор кафедри інформаційних систем та технологій*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ПЕРЕКЛАДУ МОВИ ЖЕСТІВ НА УКРАЇНСЬКУ МОВУ**

**Анотація.** Ця робота присвячена розробці інформаційної системи для перекладу мови жестів на українську. Запропонована модель глибокого навчання розпізнає жести та рухи на відео, забезпечуючи адаптацію до різних умов. Використання технологій обробки природної мови дозволяє ефективно перекладати розпізнані жести у текстовий формат. Розроблений інтерфейс сприяє зручній взаємодії з системою. Робота має важливе соціальне значення для полегшення комунікації осіб із різними рівнями сприйняття мови та знаходить застосування в різних галузях, включаючи освіту та медицину.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** глибоке навчання, нейронні мережі, технології обробки природної мови, мовний аналіз.

**Abstract.** This work focuses on developing an information system for translating gesture language into Ukrainian. The proposed deep learning model recognizes gestures and movements in videos, adapting to various conditions. The use of natural language processing technologies enables effective translation of recognized gestures into textual format. The developed interface facilitates convenient interaction with the system. The work holds significant social importance for facilitating communication for individuals with different language perception levels and finds applications in various fields, including education and healthcare.

**KEYWORDS:** deep learning, neural networks, natural language processing technologies, speech analysis.

**Вступ.** В сучасному світі, де інформаційні технології стрімко розвиваються, важливість комунікації в усіх її формах набуває нових розмірів. Однією з таких форм є мова жестів — потужний та виразний засіб взаємодії, що стає все більш актуальним у різних сферах нашого життя. Здатність передавати емоції, ідеї та повідомлення без використання словесного вираження робить мову жестів важливим інструментом для спілкування, особливо для людей із обмеженими можливостями чи в умовах, коли мовний бар'єр перешкоджає повноцінній комунікації.

**Основна частина.** Однією з великих перешкод в ефективному використанні мови жестів є необхідність їхнього перекладу для розуміння широкою аудиторією, зокрема для тих, хто сприймає інформацію українською мовою. Відсутність адаптованих систем перекладу мови жестів на українську мову стає суттєвим обмеженням для її повного

використання та розповсюдження серед різних соціокультурних груп.

Таким чином, ця дисертація спрямована на вирішення цієї актуальної проблеми через розробку та впровадження інформаційної системи, призначеної для ефективного перекладу мови жестів на українську мову. Важливість такої системи

визначається не лише соціальними аспектами, але й перспективами її використання в освіті, медицині, сфері дозвілля та інших галузях.

Для розпізнавання жестів та рухів необхідно створити модель глибокого навчання. Модель глибокого навчання має на меті ефективно визначати та класифікувати жести та рухи на кожному кадрі відео, надаючи системі здатність інтерпретувати та розуміти сигнали, що передаються мовою жестів. Це дозволяє системі адаптуватися до різноманітних виразів жестів та покращує точність розпізнавання в різних умовах освітлення, позицій та кутів зйомки.

Одним із ключових елементів в розробці такої моделі є створення архітектури глибокого навчання, яка може адаптуватися до динамічних та змінюючихся контекстів відео. Використання конволюційних нейронних мереж дозволяє ефективно аналізувати просторові та часові залежності у відео, а рекурентні шари можуть допомогти врахувати динаміку рухів на різних кадрах.

Для успішної реалізації моделі необхідно велике масивне навчання на різноманітних даних, яке включає в себе різні жести та контексти. Збалансовані та репрезентативні навчальні дані допоможуть покращити універсальність та точність розпізнавання.

Реалізація механізму перекладу розпізнаних жестів на текстову форму

українською мовою з використанням технологій обробки природної мови (Natural Language Processing, NLP) є ключовим етапом для забезпечення зручного та ефективного взаєморозуміння мови жестів для користувачів. Цей механізм дозволяє перетворити жести, розпізнані моделлю глибокого навчання, у зрозумілий текстовий вислів, забезпечуючи повноцінне взаємодію з інформаційною системою.

Основні етапи реалізації такого механізму включають:

1. Розпізнавання жестів. Використання попередньо навченої моделі глибокого навчання для аналізу кадрів відео та розпізнавання жестів.

2. Класифікація жестів. Приведення розпізнаних жестів до конкретних класів або категорій для подальшої інтерпретації.

3. Переклад у текст. Використання технологій обробки природної мови для перетворення класифікованих жестів у текстовий формат. Це може включати в себе використання морфологічного та синтаксичного аналізу, визначення семантики та граматичних правил для створення чіткого та зрозумілого тексту.

4. Мовний аналіз. Врахування контексту та можливість адаптації до різних мовних варіацій для покращення точності перекладу.

5. Виведення результату. Представлення отриманого текстового вислову користувачеві в зручному форматі, що дозволяє зрозуміти зміст переданого жесту.

**Висновки.** Резюмуючи все вищесказане, можна сказати, що система, яка має вирішити проблему перекладу мови жестів на українську мову повинна вирішити 2 послідовні задачі: для розпізнавання жестів та рухів необхідно створити модель глибокого навчання. Модель глибокого навчання має на меті ефективно визначати та класифікувати жести та рухи на кожному кадрі відео, надаючи системі здатність інтерпретувати та розуміти сигнали, що передаються мовою жестів. Далі необхідно реалізувати механізм перекладу розпізнаних жестів на текстову форму українською мовою з використанням технологій обробки природної мови. Цей механізм дозволяє перетворити жести, розпізнані моделлю глибокого навчання, у зрозумілий текстовий вислів, забезпечуючи повноцінне взаємодію з інформаційною системою.

### **Список інформаційних джерел**

1. Процеси навчання нейронних мереж / Саймон Хайкін [та ін.] // КНИГА НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ. ПОВНИЙ КУРС. 2-Е ВИДАННЯ = THE BOOK OF NEURAL NETWORKS. FULL COURSE. 2ND EDITION. – 2020. – Т. 6, № 1. – С. 89-110.

*Троцюк Павло Сергійович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Дрозд Валерія Валеріївна, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Головченко Максим Миколайович, старший викладач*

*кафедри інформатики та програмної інженерії*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Павлов Олександр Анатолійович, доктор технічних наук,*

*професор, професор кафедри інформатики та програмної інженерії*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СТАТИСТИЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДУ ПОБУДОВИ БАГАТОВИМІРНОЇ ЛІНІЙНОЇ РЕГРЕСІЇ ЗАДАНОЇ НАДЛИШКОВИМ ОПИСОМ**

**Анотація.** У роботі представлено розроблене програмне забезпечення у вигляді веб-додатку, спеціально призначеного для моделювання та дослідження роботи модифікованого методу групового урахування аргументів (ММГУА) для побудови багатовимірної лінійної регресії заданої надлишковим описом розробленим Павловим О.А. та Головченком М.М. Авторами запропоновано оригінальну методологію проведення експериментальних досліджень ефективності ММГУА. Робота розробленого веб-застосунку ілюструється конкретним прикладом реалізації запропонованої методології.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** багатовимірний лінійний регресія, надлишковий опис, метод найменших квадратів, модифікований метод групового урахування аргументів.

**Abstract.** This paper introduces a developed software in the form of a web application designed for modeling and exploring the functionality of the modified method of group argument accounting (MMGAA) for constructing multidimensional linear regression given by a redundant description developed by Pavlov O.A. and Holovchenko M.M. The authors have proposed an original methodology for conducting experimental studies on the effectiveness of MMGAA. The functionality of the developed web application is illustrated with a specific example of implementing the proposed methodology.

**KEY WORDS:** multidimensional linear regression, redundant description, least squares method, modified method of group consideration of arguments.

**Вступ.** Регресійний аналіз вважається потужним інструментом для виявлення залежностей між результатами експериментів, незалежно від галузі їх застосування. Однак, на сьогоднішній день відсутній єдиний універсальний метод, який ефективно вирішує задачу багатовимірної лінійної регресії, включаючи визначення впливових факторів на вихідну змінну. Останнім часом був запропонований модифікований метод групового урахування аргументів (ММГУА) [1], який спрямований на вирішення цієї проблеми, проте його експериментальне дослідження, аналіз результатів досліджень та рекомендації по використанню є недостатніми. Дана робота присвячена подальшому розвитку та дослідженню цього методу з метою з'ясування його можливостей та обмежень. Ми

розробили програмне забезпечення у вигляді веб-додатку, яке не лише моделює роботу цього методу, але й дозволяє проводити детальний аналіз його ефективності в різних контекстах.

**Основна частина.** Постановка задачі. Потрібно розробити програмне забезпечення у вигляді веб-додатку, яке дає змогу ефективно досліджувати модифікований метод побудови багатовимірної лінійної регресії заданої надлишковим описом.

БЛР, що задана надлишковим описом, має наступний вигляд [1]:

$$Y(\bar{x}) = b_0 + \sum_{j=1}^m b_j x_j + E,$$

де  $\bar{x} = (x_1, \dots, x_m)^T$ ;  $x_j, j = \overline{1, m}$  – вхідні детерміновані змінні, деякі з яких можуть не впливати (слабо впливати) на значення вихідної змінної,  $\bar{b} = (b_0, \dots, b_m)^T$ ;  $b_j, j = \overline{0, m}$  – коефіцієнти регресійної моделі,  $E$  – випадкова величина,  $ME = 0, DE = \sigma^2 \ll \infty$ .

Основна задача полягає у виключенні з залишкового опису вхідних змінних, що не впливають або не суттєво впливають на значення вихідної змінної.

Для успішного дослідження методу побудови багатовимірної лінійної регресії необхідно реалізувати віртуальний активний експеримент для проведення якого необхідно задати правильні коефіцієнти регресійної моделі. Це дозволяє нам проводити порівняння результатів застосування методу з істинною моделлю регресії. Крім того, необхідно визначити значення незалежних змінних, які впливають на вихідну змінну, а також значення випадкових величин  $E$ . Не менш важливими є також значення кількості повторів активних експериментів та кількість перевірочних послідовностей, які безпосередньо впливають на результати методу.

Маючи ці вхідні дані, ми можемо розрахувати значення вихідних змінних та перейти до експериментального

дослідження ММГУА. Інакше кажучи, для знаходження вихідної змінної ми повинні знати значення вхідних змінних, коефіцієнтів лінійної регресії та реалізації випадкової величини  $E$ . Під час експериментального дослідження ефективності методу ми будемо оперувати лише значеннями вхідних та вихідною змінних.

Для спрощення та прискорення роботи з програмою розроблено низку операцій, таких як копіювання та імпортування даних, а також можливість генерації нормально та рівномірно розподілених випадкових чисел.

### **1. Методологія проведення експериментальних досліджень ММГУА.**

Параметрами моделювання є:

- Кількість вхідних змінних.
- Кількість випробувань активного експерименту.
- Кількість повторів активного експерименту.
- Кількість перевірочних послідовностей.
- Розподіли випадкової величини  $E$ . Для нормального – фіксоване математичне сподівання 0 та змінний параметр середньоквадратичне відхилення. Для рівномірного розподілу – значення початку та кінця відрізка.
- Для фіксованих значень вище сформульованих параметрів – кількість реалізацій повторного експерименту.
- Вектор істинних коефіцієнтів, обмеження на мінімальне значення модуля ненульового коефіцієнта.
- Матриця вхідних змінних основного експерименту.



Примітка. Для кожного набору значень параметрів генерується індивідуальний набір реалізацій випадкової величини  $E$ . На екран виводяться результати у наступному вигляді:

- відсоток коректних моделей;
- відсоток моделей у яких один неправильний нульовий коефіцієнти;
- відсоток моделей у яких два і більше неправильних нульовий коефіцієнтів;
- середнє значення міри порівнянь для коректних моделей;
- мінімальне значення міри порівнянь для коректних моделей;
- максимальне значення міри порівнянь для коректних моделей;

Міра порівнянь  $d(\hat{b} - b)$

$$(\hat{b} = \begin{pmatrix} \hat{b}_0 \\ \vdots \\ \hat{b}_m \end{pmatrix}, b = \begin{pmatrix} b_1 \\ \vdots \\ b_m \end{pmatrix}) \text{ має наступний}$$

вигляд:

$$d(\hat{b} - b) = \left\| \frac{\hat{b}}{\|\hat{b}\|} - \frac{b}{\|b\|} \right\|,$$

$$\text{де } \|x\| = \sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2}$$

Ця міра порівнянь була вибрана завдяки тому, що вона не залежить від довжини векторів, що порівнюються. В [2] показано, що оцінки коефіцієнтів знайдені точно, якщо  $d(\hat{b} - b)$  належить відрізьку  $[0; 0.02]$ .

## 2. Приклад конкретного експериментального моделювання та аналізу ефективності ММГУА.

Обрані наступні параметри:

- кількість вхідних змінних – 10;
- кількість нульових коефіцієнтів – 4;
- кількість повторів активних експериментів – 3;
- кількість перевірочних послідовностей – 3;
- діапазон значень коефіцієнтів –  $[-10; 10]$ ;

- діапазон значень вхідних змінних –  $[1; 40]$ ;
- кількість реалізацій повторного експерименту – 1000.

Для відображення результатів дослідження створимо дві таблиці: перша із генерацією реалізацій випадкових величин з нормальним розподілом, а друга – рівномірним розподілом. Обидві таблиці будуть містити однаковий набір кількості спостережень основного експерименту для ілюстрації різниці між нормальним і рівномірним розподілами. Кожна клітинка результату буде містити такі значення:

- correct – відсоток правильних структур;
- mean – середнє значення міри порівнянь для правильних структур;
- min – мінімальне значення міри порівнянь для правильних структур;
- max – максимальне значення міри порівнянь для правильних структур.

### 2.1 Дослідження модифікованого МГУА з генерацією випадкових величин нормальним розподілом.

Для вирішення цієї задачі пропонується інкрементально збільшувати значення середньоквадратичного відхилення при різній кількості експериментів  $i$ , в кінці, виділити результати, які мають відсоток коректних моделей більше 75%. Результати проілюстровані в таблиці 1.

### 2.2 Дослідження модифікованого МГУА з генерацією випадкових величин рівномірним розподілом.

Для вирішення цієї задачі пропонується інкрементально та симетрично відносно нуля збільшувати значення відрізьку при різній кількості експериментів  $i$  в кінці виділити результати, які мають відсоток коректних моделей більше 75%. Результати проілюстровані в таблиці 2.

Таблиця 1

Кількість спостережень основного експерименту / Значення середньоквадратичного відхилення	11	20	30	40	50	75	100	150
1	correct: 52.8% mean: 0.02349 min: 0.00085 max: 0.14703	correct: 68.9% mean: 0.01712 min: 0.00049 max: 0.09174	correct: 78.4% mean: 0.01464 min: 0.00066 max: 0.0812	correct: 85.1% mean: 0.01413 min: 0.0005 max: 0.07472	correct: 91.4% mean: 0.01191 min: 0.00028 max: 0.05733	correct: 97.4% mean: 0.00961 min: 0.00036 max: 0.03414	correct: 99.2% mean: 0.00844 min: 0.00026 max: 0.04052	correct: 100% mean: 0.00703 min: 0.00011 max: 0.03084
2	correct: 44.9% mean: 0.04034 min: 0.00329 max: 0.30393	correct: 59% mean: 0.02858 min: 0.00131 max: 0.21022	correct: 74.7% mean: 0.02638 min: 0.00113 max: 0.1598	correct: 83.7% mean: 0.02623 min: 0.00045 max: 0.17479	correct: 88.9% mean: 0.02491 min: 0.00074 max: 0.11697	correct: 96.5% mean: 0.01873 min: 0.00056 max: 0.07248	correct: 99.4% mean: 0.01714 min: 0.00048 max: 0.07924	correct: 99.9% mean: 0.01456 min: 0.00024 max: 0.06708

Продовження таблиці 1

3	correct: 42.9% mean: 0.05643 min: 0.00355 max: 0.57855	correct: 55.6% mean: 0.03774 min: 0.00132 max: 0.29116	correct: 70.1% mean: 0.0339 min: 0.00124 max: 0.22163	correct: 77.5% mean: 0.03556 min: 0.00133 max: 0.19433	correct: 88.1% mean: 0.03394 min: 0.00096 max: 0.19159	correct: 95.3% mean: 0.02631 min: 0.00105 max: 0.13878	correct: 99% mean: 0.02433 min: 0.00024 max: 0.10179	correct: 99.8% mean: 0.02088 min: 0.0005 max: 0.09697
4	correct: 44.8% mean: 0.07272 min: 0.00294 max: 0.65821	correct: 50.7% mean: 0.04697 min: 0.00297 max: 0.34633	correct: 60.8% mean: 0.03984 min: 0.0013 max: 0.27115	correct: 70.2% mean: 0.04084 min: 0.00125 max: 0.24815	correct: 80.1% mean: 0.03864 min: 0.00107 max: 0.22945	correct: 92.3% mean: 0.03298 min: 0.00128 max: 0.14533	correct: 95.2% mean: 0.03148 min: 0.00096 max: 0.12301	correct: 98.9% mean: 0.02648 min: 0.00084 max: 0.09053
5	correct: 44.2% mean: 0.09796 min: 0.00424 max: 0.72743	correct: 45.7% mean: 0.05467 min: 0.00375 max: 0.60678	correct: 56.2% mean: 0.0481 min: 0.00152 max: 0.39463	correct: 64% mean: 0.04425 min: 0.00191 max: 0.30238	correct: 66.9% mean: 0.03833 min: 0.00183 max: 0.27359	correct: 85.9% mean: 0.03599 min: 0.00199 max: 0.17536	correct: 87% mean: 0.03299 min: 0.00176 max: 0.15771	correct: 93.1% mean: 0.03041 min: 0.00087 max: 0.13433
10	correct: 50.2% mean: 0.20512 min: 0.01859 max: 1.15275	correct: 53.8% mean: 0.1299 min: 0.00326 max: 0.80325	correct: 58.4% mean: 0.10895 min: 0.00525 max: 0.82126	correct: 53.7% mean: 0.0938 min: 0.00584 max: 0.67215	correct: 52.6% mean: 0.06868 min: 0.00481 max: 0.63998	correct: 57.5% mean: 0.05655 min: 0.00423 max: 0.37276	correct: 59.5% mean: 0.04947 min: 0.00179 max: 0.30291	correct: 58.3% mean: 0.04152 min: 0.00283 max: 0.24494
15	correct: 48.3% mean: 0.25055 min: 0.01588 max: 1.34162	correct: 58.6% mean: 0.20278 min: 0.0095 max: 1.0815	correct: 62.7% mean: 0.17883 min: 0.00844 max: 1.11466	correct: 60.9% mean: 0.14001 min: 0.00829 max: 0.79998	correct: 57.6% mean: 0.11593 min: 0.00621 max: 0.71698	correct: 58.7% mean: 0.0893 min: 0.00562 max: 0.57327	correct: 58.1% mean: 0.07322 min: 0.00184 max: 0.59927	correct: 54.9% mean: 0.0574 min: 0.00352 max: 0.39435

Таблиця 2

Кількість спостережень основного експерименту / Значення відрізка	11	20	30	40	50	75	100	150	
[-1; 1)	correct: 54.3% mean: 0.01386 min: 0.00026 max: 0.09593	correct: 67.5% mean: 0.00985 min: 0.00038 max: 0.06005	correct: 76.9% mean: 0.00803 min: 0.00041 max: 0.0449	correct: 85.8% mean: 0.0082 min: 0.00028 max: 0.04043	correct: 90% mean: 0.00722 min: 0.00033 max: 0.03208	correct: 97.6% mean: 0.00541 min: 0.00011 max: 0.02202	correct: 98.7% mean: 0.00483 min: 0.00014 max: 0.02044	correct: 100% mean: 0.00399 min: 0.00014 max: 0.01561	correct: 100% mean: 0.00399 min: 0.00014 max: 0.01561
[-2; 2)	correct: 51.8% mean: 0.02565 min: 0.00104 max: 0.2002	correct: 67.8% mean: 0.01966 min: 0.00078 max: 0.12907	correct: 78% mean: 0.01606 min: 0.00061 max: 0.08581	correct: 86.1% mean: 0.01563 min: 0.0006 max: 0.07417	correct: 91.2% mean: 0.01367 min: 0.00044 max: 0.0656	correct: 97.4% mean: 0.01082 min: 0.00022 max: 0.05239	correct: 98.8% mean: 0.00965 min: 0.00036 max: 0.04661	correct: 100% mean: 0.00834 min: 0.00023 max: 0.03202	correct: 100% mean: 0.00834 min: 0.00023 max: 0.03202
[-3; 3)	correct: 45.7% mean: 0.03299 min: 0.00145 max: 0.27446	correct: 64% mean: 0.02569 min: 0.0013 max: 0.15133	correct: 77.5% mean: 0.02383 min: 0.00046 max: 0.12864	correct: 86.3% mean: 0.02474 min: 0.00076 max: 0.10739	correct: 89.5% mean: 0.02066 min: 0.00072 max: 0.09674	correct: 97.2% mean: 0.01652 min: 0.00044 max: 0.07811	correct: 99.4% mean: 0.01455 min: 0.00043 max: 0.06242	correct: 99.9% mean: 0.01161 min: 0.00043 max: 0.04921	correct: 99.9% mean: 0.01161 min: 0.00043 max: 0.04921
[-4; 4)	correct: 42% mean: 0.04215 min: 0.003 max: 0.40731	correct: 57.5% mean: 0.03178 min: 0.00124 max: 0.22494	correct: 74.4% mean: 0.02945 min: 0.001 max: 0.1479	correct: 84.3% mean: 0.03079 min: 0.00093 max: 0.1403	correct: 88% mean: 0.02644 min: 0.00047 max: 0.13689	correct: 95.9% mean: 0.02177 min: 0.00056 max: 0.07849	correct: 98.8% mean: 0.01922 min: 0.00041 max: 0.0773	correct: 99.8% mean: 0.01662 min: 0.00042 max: 0.06798	correct: 99.8% mean: 0.01662 min: 0.00042 max: 0.06798
[-5; 5)	correct: 40.8% mean: 0.05233 min: 0.00517 max: 0.48853	correct: 53.2% mean: 0.03434 min: 0.00148 max: 0.243	correct: 70.4% mean: 0.03582 min: 0.00235 max: 0.20821	correct: 80.4% mean: 0.03594 min: 0.00117 max: 0.20415	correct: 88.3% mean: 0.03217 min: 0.00103 max: 0.16058	correct: 95% mean: 0.02559 min: 0.00076 max: 0.10675	correct: 99% mean: 0.02388 min: 0.00067 max: 0.08944	correct: 100% mean: 0.02078 min: 0.0005 max: 0.08684	correct: 100% mean: 0.02078 min: 0.0005 max: 0.08684
[-10; 10)	correct: 45.6% mean: 0.12024 min: 0.0067 max: 0.8827	correct: 46.7% mean: 0.06886 min: 0.00422 max: 0.53176	correct: 54.9% mean: 0.05527 min: 0.00285 max: 0.46317	correct: 59.7% mean: 0.05078 min: 0.00281 max: 0.31821	correct: 65.7% mean: 0.04486 min: 0.0023 max: 0.27407	correct: 77.5% mean: 0.03833 min: 0.00169 max: 0.17026	correct: 82% mean: 0.03445 min: 0.00132 max: 0.19935	correct: 82.4% mean: 0.02955 min: 0.00088 max: 0.18814	correct: 82.4% mean: 0.02955 min: 0.00088 max: 0.18814
[-15; 15)	correct: 51.1% mean: 0.18056 min: 0.01087 max: 1.10733	correct: 51.8% mean: 0.1174 min: 0.00712 max: 0.7892	correct: 53.8% mean: 0.08437 min: 0.00707 max: 0.57259	correct: 57.6% mean: 0.08444 min: 0.00312 max: 0.5352	correct: 53.9% mean: 0.06243 min: 0.0036 max: 0.50097	correct: 61.2% mean: 0.04775 min: 0.00256 max: 0.30977	correct: 57.7% mean: 0.04069 min: 0.00289 max: 0.25072	correct: 61.1% mean: 0.03638 min: 0.0022 max: 0.2078	correct: 61.1% mean: 0.03638 min: 0.0022 max: 0.2078

**Висновки.** Вперше було розроблено програмне забезпечення у вигляді веб-застосунку для моделювання та дослідження роботи модифікованого методу побудови багатовимірної лінійної регресії заданої надлишковим описом розробленим Павловим О.А. та Головченком М.М., що реалізує запропоновану автором оригінальну методологію проведення експериментальних досліджень ефективності ММГУА. Наведений конкретний приклад реалізації запропонованої методології з використанням розробленого веб-застосунку.

#### Список інформаційних джерел

1. Павлов О.А., Головченко М.М. Модифікований метод побудови багатовимірної лінійної регресії, заданої надлишковим описом. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології, no. 2 (8) (Січень 13, 2023): 3–8. <http://samit.khpi.edu.ua/article/view/271620>

2. Zgurovsky, M. Z., & Pavlov, A. A. (2010). Prinyatie Resheniy v Setevyh Sistemah s Ogranichennymi Resursami (Принятие решений в сетевых системах с ограниченными ресурсами; Decision Making in Network Systems with Limited Resources).

**Федорченко Віталій Михайлович**, магістр комп'ютерних наук,  
Національний університет «Києво-Могилянська академія», Україна  
**Науковий керівник: Глибовець Микола Миколайович**,  
доктор фізико-математичних наук, професор,  
Національний університет «Києво-Могилянська академія», Україна

## ПРО ІНВЕРСІЮ КОНТРОЛЮ В СУЧАСНИХ .NET8 ДОДАТКАХ

**Анотація.** Постійне підвищення складності сучасних програмних систем стає все більш важливим значення впровадження компонентно-орієнтованих архітектурних парадигм. Шаблони інверсії контролю (IoC) та ін'єкції залежностей (DI) відіграють ключову роль у керуванні залежностями OO-компонентів, зменшенні зв'язності та забезпеченні безперешкодної інтеграції компонентів. Ця стаття досліджує теоретичні основи IoC та DI, розкриваючи їх практичну реалізацію в сучасних додатках .NET 8.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** інверсія контролю, ін'єкція залежностей, компонент-орієнтована розробка, .NET8.

**Abstract.** As software systems continue to evolve in complexity and scale, the importance of adopting component-based architectural paradigms becomes increasingly evident. Inversion of Control (IoC) and Dependency Injection (DI) patterns play important role in managing OO-components dependencies, reduce coupling and enable seamless integration of components. This article explores the theoretical foundations of IoC and DI, shedding light on their practical implementation in modern .NET8 applications.

**KEY WORDS:** inversion of control, dependency injection, component based development.

**Вступ.** Абстрагування залежностей між OO-компонентами є одним з ключових факторів, що визначають важливі характеристики програмного коду: гнучкість, ефективність супроводу та можливість повторного використання. Низький рівень зв'язності зменшує кількість помилок, дозволяє легше змінювати компоненти і як наслідок, підвищує загальну якість програмного забезпечення [1]. Для забезпечення низького рівня зв'язності використовують такі архітектурні шаблони, як інверсія контролю (Inversion-of-Control) та ін'єкція залежностей (Dependency Injection) [1][2]. Сутність шаблону інверсія керування полягає в абстрагуванні створення та ініціалізації компонентів через делегування цих дій особливому компоненту (DI-контейнеру). Створення компонентів та визначення залежностей (dependencies resolution) у вигляді конкретних екземплярів (об'єктів) виконує такий контейнер.

**Основна частина.** В сучасних об'єктно-орієнтованих програмних платформах подібні архітектурні рішення стали невід'ємною частиною цих платформ, і Microsoft .NET не є виключенням. Починаючи з .NET Core 1.0 (2016) всі стандартні компоненти платформи розроблені з врахуванням того, що життєвий цикл та залежності цих компонентів (сервісів) контролюються вбудованим DI-контейнером [3], а зв'язування та визначення реалізацій інтерфейсів повністю абстраговане від самих компонентів.

Розглянемо компонент як блок, що має здатність до композиції з визначеними інтерфейсами взаємодії та явно описаним контекстом залежностей [4]. В контексті

об'єктно-орієнтованої програми компоненти зазвичай визначаються у вигляді класу (або групи пов'язаних класів) з відповідно визначеним інтерфейсом та чітко окресленими залежностями (C#):

```
public class AComponent : IMyComponent
{
    TextWriter Output;
    public AComponent(TextWriter output) {
        Output = output;
    }
    public void WriteMessage(string message) {
        output.WriteLine($"Message: {message}");
    }
}
```

Декларація цього компонента (сервісу) в DI-контейнері виглядає так:

```
services.AddScoped<MyComponent>();
```

Якщо в декларації компонента відсутнє експліцитне визначення необхідних залежностей (параметрів конструктора MyComponent), контейнер імпліцитно визначає відповідні посилання за типами цих параметрів.

Варто зазначити, що ця вбудована реалізація DI-контейнера має суттєві обмеження, які перешкоджають застосуванню деяких аспектів техніки інверсії контролю:

- не підтримується можливість визначати декілька компонентів які мають той самий тип, що значно обмежує здатність компонентів до композиції.
- не підтримується імпліцитна ін'єкція залежностей, які визначені у вигляді публічної властивості класу (property injection).
- декларативне визначення компонентів та їх залежностей у вигляді JSON або XML конфігурації.

В найновішій версії платформи .NET8 (2023) з'явилась підтримка іменованих сервісів (keyed services), що дозволяє визначити декілька компонентів одного типу:

```
services.AddKeyedScoped<AComponent>("component1");
services.AddKeyedScoped<AComponent>("component2").
```

Щоб отримати посилання саме на конкретний компонент декларація залежності має виглядати так:

```
[FromKeyedServices("component1")]MyComponent c
```

Неважко помітити суттєвий недолік: подібна декларація порушує принцип інверсії контролю, тому що реалізація (компонент) містить посилання на ідентифікатор компонента. Цьому можна запобігти через експліцитне визначення залежностей:

```
services.AddKeyedScoped<BComponent>(srv => new
BComponent(srv.GetRequiredKeyedService<AComponent>("component1")));
```

Так само можна зробити ін'єкцію властивостей, але таке декларування вимагає написання коду для визначення всіх залежностей (яких у реальних компонентів буває багато), що провокує появу значної кількості шаблонного (і надлишкового) коду, який конфігурує DI-контейнер. Ці особливості реалізації часто призводять до ситуації, коли в реальних .NET програмах лише обмежена кількість компонентів "верхнього рівня" реєструється в контейнері, самі компоненти мають надлишкову зв'язність, а багато більш низькорівневих компонентів залишаються зв'язані жорстко і для них інверсія контролю не застосовується.

Для вирішення цих недоліків стандартного DI-контейнера пропонується реалізувати розширення, яке буде проводити декларацію компонентів та визначати їх залежності у відповідності до конфігурації, що може зберігатися як в стандартному для .NET Core програм файлі `appsettings.json`, так і завантажуватись з файлу (або взагалі якимось чином генеруватись динамічно):

```
[
  { Type: "AComponent", Name: "component1", Lifetime: "Scoped" },
  { Type: "AComponent", Name: "component2" },
  {
    Type: "BComponent",
    Constructor: [ { $ref: "component1" } ],
    Properties: { SomeThresholdValue: 10 }
  }
]
```

Таким чином програмний код компонентів може бути повністю абстрагований від середовища, в якому конкретні екземпляри цих компонентів будуть використані. Підтримка такого альтернативного способу декларації компонентів створить сприятливі технічні можливості для активного використання функціональних інтерфейсів при декомпозиції [5][6] та підтримку ін'єкцій таких функціональних залежностей з автоматичним узгодженням [7].

Наявність конфігурації DI-контейнера відкриває широкі можливості для генеративного програмування. Стає технічно можливим впровадження модель-орієнтованої розробки, зокрема підхід, який використовує конфігурацію DI-контейнера як кінцеву модель рівня виконання в ланцюжку трансформацій предметно-специфічних моделей [8].

**Висновки.** Сучасна платформа .NET8 передбачає, що програмне забезпечення збирається з бібліотек вже написаних компонентів та існує стандартизований механізм середовища часу виконання для цих компонентів. Розглянуто практичні аспекти застосування шаблону інверсія контролю за умови використання стандартної реалізації DI-контейнера, визначені існуючі технологічні обмеження, а також запропоновано рішення, яке сприяє низькому рівню зв'язності між компонентами та декомпозиції програми на більш гранулярні та більш абстрактні компоненти, що також підвищує ймовірність їх повторного використання.

#### Список інформаційних джерел

1. Fowler M. Reducing Coupling / Martin Fowler // IEEE Software. – 2001. – Vol. 18, no. 4. – P. 102–104.
2. Martin R. The Dependency Inversion Principle / Martin Robert C. // C++ Report. – 1996. – Vol. 8.
3. Larkin K. Dependency injection in ASP.NET Core [Електронний ресурс] / K. Larkin, S. Smith, B. Dahler // <https://learn.microsoft.com/en-us/aspnet/core/fundamentals/dependency-injection>
4. Szyperski C. Component Software: Beyond Object-Oriented Programming / Clemens Szyperski. – Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 2002. – (2nd edition.). – (ISBN: 0201745720).
5. Lecessi R. Functional Interfaces in Java / Ralph Lecessi., 2019. – (ISBN: 9781484242773).
6. P. Velasco Elizondo, M.K.C. Ndjatchi. Deriving functional interface specifications for composite components // Springer eBooks. – 2011. – P. 1-17. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-22045-6\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-22045-6_1)

7. Глибовець М. М., Федорченко В.М. Ін'єкція функціональних залежностей у контейнері інверсії керування // Проблеми програмування. – 2014. – №4. – С. 33–39.
8. Glibovets N. N., Fedorchenko V. M. Simplified infrastructure for the transformation of XML models // Cybernetics and Sys. Anal. – 2010. – January. – Vol. 46, no. 1. – P. 93-97. <https://doi.org/10.1007/s10559-010-9187-0>



УДК 004.414

**Фукс Вікторія Ігорівна**, здобувач вищої освіти

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

**Цуркан Анастасія Костянтинівна**, здобувач вищої освіти

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

**Науковий керівник: Поперешняк Світлана Володимирівна**,

*кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри Інформатики та програмної інженерії КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **НОТНИЙ ГЕНІЙ: МОБІЛЬНИЙ ДОДАТОК З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ РОБОТИ З МУЗИЧНИМИ НОТАМИ**

**Анотація.** Дана робота присвячена дослідженню ефективності використання технологій штучного інтелекту в музичній індустрії з метою оптимізації творчого процесу. В ній розглядається вплив штучного інтелекту на рутинні завдання у створенні та виконанні музики, надаючи музикантам та композиторам нові інструменти для покращення їхнього творчого потенціалу. Дослідження визначає ключові покращення, такі як розпізнавання музичних патернів та асистування музикантам під час гри. Відокремлені завдання піддаються автоматизації, що свідчить про перспективні можливості штучного інтелекту у музичній сфері. Автор робить акцент на важливості збалансованого використання технологій та творчості для досягнення оптимальних результатів у розвитку сучасної музичної творчості.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА.** ШІ, оптимізація творчого процесу, музичні технології, автоматизація рутинних завдань, мобільний додаток.

### **SHEET GENIUS: MOBILE APP USING AI FOR WORKING WITH MUSIC NOTES**

**Abstract.** This thesis is devoted to the study of the effectiveness of the use of artificial intelligence technologies in the music industry in order to optimize the creative process. It examines the impact of artificial intelligence on the routine tasks of music creation and performance, providing musicians and composers with new tools to enhance their creative potential. The research identifies key improvements such as recognizing musical patterns and assisting musicians as they play. Separate tasks are amenable to automation, which testifies to the promising possibilities of artificial intelligence in the musical field. The author emphasizes the importance of the balanced use of technology and creativity to achieve optimal results in the development of modern musical creativity.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА.** AI, optimization of the creative process, music technologies, automation of routine tasks, mobile application.

**Вступ.** В епоху стрімкого технологічного розвитку, використання ШІ в музичній індустрії відкриває неосяжні можливості для творчості та оптимізації процесів. Новаторські підходи стають необхідністю для відповіді на виклики динамічного світу та високих технологічних стандартів. Використання технологій штучного інтелекту може не лише автоматизувати рутинні завдання у творенні та маркетингу музики, але й збагачувати та вдосконалювати весь творчий процес.

В умовах нескінченного потоку даних, штучний інтелект може використовуватися для аналізу обширних обсягів інформації у музичній сфері, відкриваючи шлях до експериментів

зі звуком, створення унікальних творів та змішування різних жанрів. Це надає можливість музикантам та продюсерам більш вільно виражати себе, сприяючи творчому новаторству та перетворенню традиційного на нове, яке зацікавлює широку аудиторію.

Ми розглядаємо музику як унікальний мовний код та впевнено віримо, що впровадження нашого мобільного додатка суттєво полегшить і розширить творчий процес. Віримо у силу технологій штучного інтелекту в музичній сфері, оскільки вони мають потенціал не лише розширити традиції, а й поєднати їх із новаторськими можливостями, що призведе до непередбачуваних, але захоплюючих музичних поєднань.

Наш мобільний додаток стане універсальним інструментом для різних аспектів музичного творчості, привносячи в сучасну музичну сцену нові ідеї та можливості.

**Основна частина.** Наш проект спрямований на розробку новаторського додатку, який використовує передові технології для оптимізації роботи з музичними нотами. Наукове дослідження включає глибокий аналіз впливу штучного інтелекту на творчий процес та оптимізацію у сфері музичної індустрії. Основні етапи нашої роботи включають:

- Оцінка ефективності AI в оптимізації рутинних завдань:

Визначення конкретних завдань у музичному творчому процесі для автоматизації за допомогою ШІ.

Дослідження ефективності технологій у спрощенні рутинних операцій у музичній сфері.

- Аналіз впливу AI на творення унікальних музичних творів:

Дослідження можливостей технологій у створенні новаторських музичних композицій та експериментів зі звуком.

Вивчення впливу ШІ на творчий процес музикантів та композиторів.

- Розробка застосунку для творчого процесу:

Створення інноваційного додатку, який підтримує використання ШІ у музичній творчості.

Забезпечення інтерфейсу, який стимулює творчість та розкриття потенціалу музикантів.

На цьому етапі проекту основною функцією додатку буде автоматизована обробка та аналіз нотних рядів. Мета - створити інтелектуальні алгоритми для визнання музичних патернів та аналізу ритму, щоб прискорити та спростити творчий процес музикантів.

На серверному рівні ми прагнемо забезпечити стійкий обмін даними та оперативну обробку запитів з високою швидкістю. Планується підтримувати безперервні оновлення та нові функції, гарантуючи стабільну та ефективну роботу системи.

Мобільний додаток буде надавати зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, орієнтований на користувача. Завдяки удосконаленим функціям навігації та чіткому дизайну, користувачі будуть мати доступ до всіх можливостей додатку навіть без глибоких знань.

Ми впевнені, що наш проект відкриє нові можливості в музичній творчості, роблячи творчий процес більш доступним та захопливим. Головна мета - розробити інструмент, який спростить роботу музикантів та надихне всіх до творчості в музичній сфері.

**Висновки.** Робота демонструє вражаючу ефективність технологій штучного інтелекту в оптимізації рутинних завдань у музичній сфері. Було виділено ключові покращення, такі як: розпізнавання основної партитурної бази, обробка даних для зручної взаємодії з нотами

через інтуїтивний інтерфейс та асистування музиканта під час гри, наприклад, за допомогою метроному.

Проведене дослідження вказує на вражаючу ефективність технологій штучного інтелекту у вдосконаленні творчого процесу в музичній сфері. Задачі, які ми визначили для автоматизації, свідчать про те, що використання штучного інтелекту дозволяє звільнити творців від рутинних завдань та спрямовати їхню енергію на більш глибоке та креативне розвиток їхньої роботи.

Майбутні етапи розробки, такі як асистування у створенні нових композицій, аналіз гри в реальному часі та прослуховування наявних нот, розширяють можливості нашого застосунку та перетворюють його в необхідний інструмент для музикантів.

Дослідження також підкреслює важливість збалансованого використання технологій та творчості. Штучний інтелект служить інструментом, що сприяє оптимізації та збагаченню творчого процесу, проте його ефективне використання потребує розуміння та уваги до унікального внеску людського потенціалу.

Отже, розробка нових музичних засобів, що полегшують та пришвидшують процеси в цій галузі ми вважаємо важливим кроком у поєднанні технологій та творчості. У часи автоматизації всіх галузей, музична складова також має бути поєднана із можливістю використання штучного інтелекту на користь людству.

Тема є доволі розлогою, тож перспектив для розвитку застосунку ще багато, зокрема описані вище проведені дослідження, що поки не підлягають розробці на початкових етапах впровадження нашого інноваційного рішення в життя музикантів.

#### **Список інформаційних джерел**

1. "How AI is Changing the Music Industry" - Rolling Stone. URL: <https://www.rollingstone.com/music/music-features/how-ai-is-changing-the-music-industry-204120/>
2. "AI in Music: How Artificial Intelligence is Changing the Way We Create and Listen to Music" - Synced. URL: <https://syncedreview.com/2021/07/22/ai-in-music-how-artificial-intelligence-is-changing-the-way-we-create-and-listen-to-music/>
3. Partitura – Github. URL: <https://github.com/CPJKU/partitura/tree/main>
4. "The Role of Artificial Intelligence in Music Composition" - Medium. URL: <https://medium.com/@coltoncox123/the-role-of-artificial-intelligence-in-music-composition-4d155977ddfc>

*Хільченко Максим Юрійович, здобувач вищої освіти*

*Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Україна*

*Науковий керівник: Поперешняк Світлана Володимирівна, кандидат*

*фізико-математичних наук, доцент кафедри Інформатики та програмної інженерії*

*Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, м. Київ*

## **ХМАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ – СЕРВІСИ ДЛЯ ПРОЦЕСІВ АДМІНІСТРУВАННЯ**

**Анотація.** В статті було проведено ретельний аналіз хмарних обчислень у вигляді різних сервісів з метою встановлення базових принципів для подальших досліджень стосовно загроз та способів захисту в галузі хмарних технологій. У даній роботі було досліджено можливості хмарних технологій для оптимізації адміністрування інформаційною структурою підприємства, що спеціалізується на виробництві та продажу комерційних товарів. Під час проектування було проаналізовано ключові сервіси AWS, які адміністратор використав для оптимізації IT-середовища. Основними кроками було створення та використання віртуальної приватної хмари VPC, а також розгляд можливостей екземпляру EC2 в цій хмарі.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** хмарні технології; хмарні платформи; технології як сервіси; адміністрування, оптимізація.

## **CLOUD TECHNOLOGIES – SERVICES FOR ADMINISTRATION PROCESSES**

**Abstract.** In the article, a thorough analysis of cloud computing in the form of various services was carried out in order to establish basic principles for further research on threats and methods of protection in the field of cloud technologies. This work explored the possibilities of cloud technologies for optimizing the administration of the information structure of an enterprise specializing in the production and sale of commercial goods. During the design, the key AWS services that the administrator used to optimize the IT environment were analyzed. The main steps were to create and use a VPC virtual private cloud, and to consider the capabilities of an EC2 instance in that cloud.

**KEY WORDS:** cloud technologies; cloud platforms; technologies as services; administration, optimization

**Вступ.** Хмарні технології відіграють все більш важливу роль у розвитку бізнес-сфери. Нині більшість компаній все активніше переходять від використання локальної інфраструктури до використання хмарних сервісів.

Революція хмарних технологій відкрила широкі можливості для створення та підтримки інформаційного середовища підприємства. Завдання, які раніше вимагали участі десятків працівників, тепер можуть бути вирішені одним адміністратором за допомогою відповідних хмарних сервісів. Це надає переваги не лише при впровадженні нових систем, але й для подальшої підтримки та постійного моніторингу.

Використання хмарних сервісів у вашій інформаційній структурі може стати ключовим для економічного успіху. Оскільки вони можуть спростити вирішення більшості інфраструктурних завдань і дозволити зосередитися на вирішенні більш стратегічних питань.

**Основна частина.** Для успішного вибору платформи, яка підходить для розміщення технологічного обладнання підприємства, зокрема систем інженерних розрахунків та систем автоматизованого проектування (Computer Aided Engineering as a Service CAEaaS), важливо мінімізувати час відповіді для критично важливих програм, які використовують як для корпоративних користувачів, так і для широкого кола клієнтів. Розвиток сучасних хмарних технологій створює нові можливості, але не гарантує відсутність помилкових концепційних рішень [1]. Недостатні знання не виключають відповідальності за зроблений вибір. Тому важливо вирішити цю проблему, яка полягає у вивченні наявних хмарних сервісів, визначенні місця CAEaaS серед них.

Таким чином, потрібно визначити особливості та вплив хмарних технологій на поліпшення управління інформаційними системами. Дослідити, як сервіси хмарних технологій впливають на всі системи підприємства, які потребують адміністрування. А також, дослідити та обґрунтувати використання таких сервісів для оптимізації більшості інформаційних систем підприємства, спрощуючи та поліпшуючи їхнє адміністрування.

Деякі хмарні середовища включають складні середовища моделювання для повного тестування проектних застосунків перед їх введенням у виробничу систему. Програми та застосунки для баз даних можуть бути спеціалізованими програмами, які промислові організації раніше використовували, але тепер їх можна розгорнути на віртуальних машинах у хмарі. Це також можуть бути додатки, створені з нуля у хмарі за допомогою платформи та інструментів, що надаються постачальником послуг автоматизації.

У деяких випадках те саме програмне забезпечення може використовуватися як для програм SaaS, так і для PaaS. Інженери

управління та процесів можуть використовувати PaaS для розробки програм та SaaS для їх виробничого середовища. Наприклад, програми автоматизації, керування процесами та SCADA, зазвичай розгортані тільки на власних серверах, тепер доступні як середовище розробки та моделювання (Open VEP) або як програмне забезпечення SCADA, спрямоване на надійність та безпеку для моніторингу на рівні підприємства та контролю розподілених активів.

Розташування цього програмного забезпечення у центрі обробки даних, з прямим високошвидкісним підключенням до телекомунікацій та Інтернету, забезпечує швидке та надійне підключення до всіх віддалених пристроїв та візуалізацію загального бізнесу.

Використання сервісів AWS для оптимізації адміністрування

Адміністратор інфраструктури компанії, що займається виробництвом та продажем комерційних товарів, отримав завдання на розширення потужності наявної локальної інфраструктури. Це включає збільшення ресурсів для збереження даних та забезпечення безперервного доступу до критичної інформації під час будь-яких непередбачуваних обставин. З урахуванням майбутнього розширення штату працівників та відкриття кількох нових філій, більшість персоналу працюватиме дистанційно. У компанії вже є два бізнес-центри з основними активами та центрами збереження даних, а також один віддалений завод, де виготовляється продукція компанії. З урахуванням обмеженого бюджету, адміністратор вирішив скористатися хмарними технологіями для інформаційної інфраструктури. Для цього обрано сервіс Amazon, оскільки він є лідером у сфері хмарних середовищ [2].

За допомогою віртуальної приватної хмари Amazon (Amazon VPC) адміністратор зможе створити ізольовану приватну

частину хмари Amazon Web Services (AWS). Вона дозволить йому запускати ресурси AWS у віртуальній мережі, яку він сам визначить [3]. Цей крок надасть йому повний контроль над віртуальним мережевим середовищем, включаючи вибір власного діапазону IP-адрес, створення підмереж та налаштування мережевих шлюзів і таблиць маршрутизації.

З використанням VPC він зможе:

- Розширити потужність існуючої локальної інфраструктури, що є головною метою наразі, оскільки передбачається значне збільшення кількості співробітників.
- Запустити систему резервного копіювання для аварійного відновлення та надавати доступ до внутрішніх даних у разі непередбачуваних обставин.
- Запускати ізольовані віртуальні області для тестування систем.
- Полегшити налаштування віртуальних робочих станцій для користувачів компанії.

В традиційному сценарії подібних заходів знадобилися б значні початкові інвестиції на побудову власного Центру обробки даних, обладнання, отримання сертифікатів безпеки та його підтримку. За допомогою VPC на AWS витрати значно знижуються, а з часом інфраструктура може масштабуватися за потребою.

Адміністратор отримує всі переваги безпечного середовища без додаткових витрат. Елементи управління безпекою, сертифікація та функції AWS відповідають найвибагливішим критеріям безпеки, що вимагаються у великих компаніях та державних установах.

Таким чином, використовуючи Amazon VPC, адміністратор може сприяти створенню економічного та функціонального тестового середовища, яке імітує ваше робоче середовище і може бути включене, коли це потрібно, а вимкнуте, коли тестування завершено. Це уникає потреби у придбанні дорогого обладнання, що робить систему тестування більш гнучкою та ефективною.

**Висновки.** У даній роботі було досліджено можливості хмарних технологій для оптимізації адміністрування інформаційною структурою підприємства, що спеціалізується на виробництві та продажу комерційних товарів. Під час проектування було проаналізовано ключові сервіси AWS, які адміністратор використав для оптимізації IT-середовища. Основними кроками було створення та використання віртуальної приватної хмари VPC, а також розгляд можливостей екземпляру EC2 в цій хмарі.

В рамках цього проекту було налаштовано IPSec VPN для з'єднання між існуючою локальною інфраструктурою та хмарним середовищем VPC, а також створено додаткову загальнодоступну підмережу для підключення до інших сервісів AWS. Використання VPC також охоплювало розміщення бази даних клієнтів та управління процесом обробки замовлень на веб-сайті підприємства.

При цьому було створено окреме тестове середовище для перевірки різних оновлень та проведено резервне копіювання виробничих даних у Amazon Elastic Block Store. З використанням VPC було налаштовано окремі підмережі для кожного віддаленого офісу, що спростило процес адміністрування філіями компанії. Також був належним чином налаштований тунель передачі даних між різними філіалами, що розташовані у різних містах.

## Список інформаційних джерел

1. Смірнова Т.В., Поліщук Л.І., Смірнов О.А., Буравченко К.О., Макевнін А.О. Дослідження хмарних технологій як сервісів. Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2020. № 3(7). С. 43–62. URL: <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2020.7.4362>
2. Worldwide Public Cloud Services Spending Will More Than Double by 2023. USA, Framingham, July 3, 2019. URL: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS45340719>.
3. Кононюк А.Е., Фундаментальна теорія хмарних технологій: Загальнонаукові підходи формування систем хмарних технологій. 2018. № 1. 621 с.

*Хорольський Марко Володимироч, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Попенко Володимир Дмитрович, Кандидат технічних наук, професор кафедри інформатики та програмної інженерії*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **РОЗРОБКА ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ДОДАТКУ ДЛЯ БУХГАЛТЕРСЬКОГО ОБЛІКУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ З МЕТОЮ АНАЛІТИКИ ТА КОНСУЛЬТАЦІЇ ДЛЯ ПРИВАТНИХ ПІДПРИЄМЦІВ**

**Анотація.** У рамках даної статті розглянуто принципи бухгалтерського обліку із застосуванням штучного інтелекту з метою аналітики та консультації для приватних підприємців. Описано механізми реалізації бухгалтерської аналітики на базі ШІ та розроблено схему інформаційних зв'язків додатку для бухгалтерського обліку.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** штучний інтелект, бухгалтерська аналітика, додаток.

**Abstract.** This article examines the principles of accounting with the use of artificial intelligence for the purpose of analytics and consulting for private entrepreneurs. The mechanisms of implementation of accounting analytics based on AI are described and the scheme of information connections of the application for accounting is developed.

**KEY WORDS:** artificial intelligence, accounting analytics, application.

**Вступ.** Бухгалтерська аналітика – це оновлена наука, яка постійно перебуває в тіні, і в світлі наукового пізнання намагається йти в ногу з різними змінними та факторами, які відчуває бізнес-середовище. Оскільки електронні та цифрові транзакції стають одними з найважливіших виникають проблеми через відсутність фізичної сторони для бухгалтерських документів, і в результаті багато вчених і дослідників прагнуть рекомендувати використання штучного інтелекту, різні типи та методи, які допомагають бухгалтерському обліку в цих електронних і цифрових транзакціях, що призводить до появи так званого електронного бухгалтерського обліку, який є найсучаснішим аспектом.

**Основна частина.** Аналітику даних можна визначити як процеси, за допомогою яких витягуються ідеї з операційних, фінансових та інших форм електронних даних, внутрішніх або зовнішніх щодо організації. Існують різні способи, за допомогою яких можна отримати цю статистику, зокрема історичні, у реальному часі чи прогнози. Вони можуть бути зосереджені на ризиках (наприклад, ефективність контролю, шахрайство, марнотратство, зловживання, невідповідність політиці/нормативним нормам) або зосереджені на продуктивності

(наприклад, збільшення продажів, зниження витрат, підвищення прибутковості тощо) і часто дають запит «як?» і чому?" відповіді на початкове «що?» запити, які зазвичай зустрічаються в інформації, отриманій із даних. Три відмінні характеристики аналізу даних: самі дані; аналітика, застосована до них, і представлення результатів у спосіб, який дозволяє отримати комерційну цінність. У більш загальному плані аналітика даних охоплює не лише збір і керування даними, але й візуалізацію та представлення даних за допомогою



інструментів, інфраструктури та методів для отримання інформації про великі дані. Таким чином, аналіз даних – це систематичний процес дослідження структурованих і неструктурованих даних за допомогою різних методів, таких як статистичний і кількісний аналіз, а також пояснювальні та екстраполяційні моделі для отримання корисної інформації для тих, хто приймає рішення в бухгалтерському обліку. Бухгалтерський облік розвивався разом зі зміною технологій, від використання олівця та паперу до друкарських машинок, калькуляторів, електронних таблиць і бухгалтерського програмного забезпечення. Більшість бухгалтерів мають здатність аналізувати дані, оскільки вони мають досвід реєстрації та аналізу операцій. Крім того, вони добре навчені документувати бухгалтерську інформацію, знайомі з фінансовою звітністю та мають достатній досвід у різних аспектах бізнес-рішень, що робить їх досвідченими надійними радниками для бізнесу. Тому технічні навички, аналітичне мислення та здатність вирішувати проблеми вже давно стали частиною професії бухгалтера. Однак аналіз даних бухгалтерського обліку є відносно новим набором навичок, який швидко поширюється в професії бухгалтера.

Важливість аналізу даних з часом зросла, оскільки спеціалісти з бухгалтерського обліку впроваджують інструменти аналізу даних, щоб робити висновки, прогнозувати та запевняти бізнес-дані для прийняття корисних рішень. Крім того, аналітика даних є важливою сферою інвестицій для публічних бухгалтерських фірм, зокрема в сфері консалтингу, податкових радників і аудиторських послуг. Податківці використовують аналіз даних для виявлення податкового шахрайства та прогнозування майбутніх податкових зобов'язань. Крім того, аудитори зараз широко застосовують аналітику даних для виявлення

невизначених, неоднозначних або, можливо, шахрайських операцій.

Компанії впроваджують інструменти аналізу даних у свої повсякденні функції, щоб збільшити свої прибутки та зменшити витрати різними способами поза бухгалтерським обліком. Наприклад, аналітика клієнтів використовується в маркетингу для пошуку та розуміння купівельних звичок споживачів та інших моделей поведінки, щоб можна було передбачити ринкові тенденції та передбачити нові можливості. Алгоритмічна торгівля використовується для прискорення поточних систем моніторингу цін на акції.

Хоча неструктуровані дані не використовуються в бізнесі для аналізу, інтеграція аналітики даних прискорює процес використання неструктурованих даних для підвищення своєчасності бізнес-процесів.

Є чотири типи даних аналітики: описова аналітика, діагностична аналітика, прогнозна аналітика та прескриптивна аналітика.

Штучний інтелект (AI) є чудовим прикладом прогнозної аналітики. Системи штучного інтелекту (AI) поглинають значну кількість даних, щоб навчатися та приймати розумні рішення, а добре спроектовані системи штучного інтелекту (AI) здатні спілкуватися та навіть реагувати на свої рішення. Рекомендована аналітика та штучний інтелект (ШІ) зараз використовуються більшістю великих організацій, що керуються даними (наприклад, Apple, Facebook, Netflix та інші), щоб покращити процес прийняття рішень.

Системи побудовані на базі штучного інтелекту для бухгалтерського обліку з метою аналітики та консультації спрямовані на рішення аналітичних завдань які фактично є експертними системами підтримки прийняття рішень (ЕСППР). Такі додатки побудовані на базі інструментальної

оболонки і призначені для оцінювання стану складних систем (об'єктів) за наявності значної кількості значущих чинників чи на базі системи фінансових ризиків. При цьому передбачено наявність взаємозв'язків і взаємозалежностей між чинниками, які на початку використання системи можуть бути явно не задані. Схема інформаційних зв'язків при застосуванні додатку для бухгалтерського обліку із застосуванням штучного інтелекту з метою аналітики та консультації для приватних підприємців зображена на рис. 1.



Рис.1. Схема інформаційних зв'язків додатку для бухгалтерського обліку із застосуванням

штучного інтелекту з метою аналітики та консультації для приватних підприємців

Користувачами додатку для бухгалтерського обліку із застосуванням штучного інтелекту з метою аналітики та консультації для приватних підприємців можуть бути особи трьох категорій: системний адміністратор і особа чи група осіб, які є кінцевими користувачами.

Дотримуючись методів штучного інтелекту при розробці додатку для бухгалтерського обліку досягається необхідна економічна доцільність, особливо якщо враховувати низьку ступінь помилок і підвищення об'єктивності інформації та швидкість доступу до цієї інформації у відповідний час.

Гнучкість даного підходу, представлена тим фактом, що бізнес-технологія, від якої залежить ШІ, значною мірою залежить від досягнення гнучкості через те, що фінансова інформація відображає результати відразу після використання одного з методів або форм ШІ.

Якість фінансових аналітичних звітів виходить з того факту, що ШІ при різних спробах навчання досягає максимальної якості фінансових звітів. Про це свідчить легкість і простота представлення та оприлюднення фінансових звітів.

**Висновки.** Бухгалтерський облік, безсумнівно, змінюється, переважно завдяки інтелектуальним технологіям, включаючи машинне навчання, штучний інтелект і блокчейн. У зв'язку з бізнес-ландшафтом, що змінюється, перед бухгалтерами стоять нові завдання. Ці завдання дають можливість стати першопрохідниками у використанні інноваційних технологій, таких як програмне забезпечення для управління фінансами, підвищення ефективності процесів, трансформації процесів і в кінцевому підсумку створення цінності для бізнес-процесів із застосуванням штучного інтелекту.

### Список інформаційних джерел

1. Heji Abdulrahman, Alansari Othman, Al-Sartawi, Abdalmuttaleb. Artificial Intelligence and Its Impact on Accounting Systems. 2023. Doi: 10.1007/978-3-031-43300-9\_30.

**Цуркан Анастасія Костянтинівна**, здобувач вищої освіти

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

**Фукс Вікторія Ігорівна**, здобувач вищої освіти

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

**Науковий керівник: Поперешняк Світлана Володимирівна**,

кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри Інформатики та програмної інженерії КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

## **ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД ДО МУЗИКИ: СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОЇ ОБРОБКИ МУЗИЧНИХ НОТ**

**Анотація.** У цьому дослідженні розглядається ефективність використання штучного інтелекту в музичній індустрії для оптимізації творчого процесу. Зосереджено на впливі штучного інтелекту на рутинні завдання у створенні та виконанні музики, з метою створення нових інструментів для покращення творчого потенціалу музикантів і композиторів. Дослідження виявляє ключові покращення, такі як визначення музичних патернів та підтримка музикантів під час гри. Окремі завдання піддаються автоматизації, що свідчить про перспективи штучного інтелекту в музичній сфері. Автор акцентує на важливості збалансованого використання технологій та творчості для досягнення оптимальних результатів у сучасній музичній творчості.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА.** ШІ, Розпізнавання музичних патернів, Асистування музикантам під час гри, автоматизація, сервер.

## **INNOVATIVE APPROACH IN MUSIC: DEVELOPMENT OF AN APPLICATION FOR EFFECTIVE HANDLING OF MUSICAL NOTES**

**Abstract.** This thesis delves into the investigation of the effectiveness of employing artificial intelligence technologies in the music industry to optimize the creative process. It examines the impact of artificial intelligence on routine tasks in music creation and performance, providing musicians and composers with new tools to enhance their creative potential. The research identifies key improvements, such as recognizing musical patterns and assisting musicians during play. Isolated tasks undergo automation, showcasing the prospective capabilities of artificial intelligence in the music sphere. The author emphasizes the importance of a balanced integration of technology and creativity to achieve optimal results in the development of contemporary musical creativity.

**KEY WORDS.** AI, Recognition of Musical Patterns, Assistance to Musicians During Performance, Automation, Server

**Вступ.** У епоху сучасних технологій відкриваються нескінченні можливості для творчості та удосконалення процесів у різних сферах, а музична індустрія не є винятком. Застосування штучного інтелекту може значно полегшити та оптимізувати завдання, пов'язані з створенням та реалізацією музичних творів, збагачуючи та перетворюючи весь процес.

Цей додаток, орієнтований на взаємодію з музичними нотами, визначається як універсальний інструмент для різних аспектів музичної творчості. Основна мета полягає в тому, щоб зробити творчий процес у сфері музики ще більш доступним та захопливим, використовуючи передові технології штучного інтелекту для натхнення та підтримки творців. Від цього

додатку очікується не лише автоматизація завдань, але й створення нових можливостей для творчої експресії, розширюючи горизонти музичного мистецтва в цифрові часи.

**Основна частина.** Проект спрямований на розробку новаторського додатку, який ефективно використовуватиме передові технології для взаємодії з музичними нотами. Дослідження включатиме докладний аналіз впливу технологій штучного інтелекту на творчий процес та оптимізацію у музичній індустрії. Основні етапи розробки включають:

- Розширення та спрощення творчого процесу: Орієнтоване на створення інноваційного додатку, наше дослідження спрямоване на використання технологій штучного інтелекту для розкриття творчого потенціалу музикантів.

- Оцінка впливу штучного інтелекту на створення унікальних музичних композицій: Наше дослідження націлене на вивчення того, як технології штучного інтелекту можуть стимулювати створення новаторських музичних творів та підтримувати експерименти зі звуком.

На даному етапі розробки головна функція додатку - автоматизована взаємодія з нотами під час гри. Це відмінний спосіб допомогти виконавцям вирішувати рутинні завдання та подолати труднощі.

Мобільний додаток буде володіти зручним та інтуїтивно зрозумілим

інтерфейсом, призначеним для комфорту користувачів будь-якого рівня знань. Завдяки вдосконаленим функціям навігації та чіткому дизайну взаємодія з усіма можливостями додатку буде доступною для кожного користувача.

В роботі розглядається можливість розширення проекту, створюючи спільноту, де ідеї та удосконалення не мають обмежень.

Головною метою є забезпечити більший доступ та захоплення творчим процесом у музичній сфері, використовуючи потужність штучного інтелекту для надання підтримки та натхнення творцям у всьому світі. Це особливо корисно для музикантів, композиторів та аранжувальників, які бажають відкривати нові та нестандартні шляхи у своєму професійному експерименті. Головною метою додатку є автоматизація ключових базових процесів. Це не тільки прискорить роботу, але й відкриє простір для творчого розкриття музикантів. Акцент при створенні додатку спрямований на те, щоб зробити музичний процес доступним та захопливим, керуючись принципом, що творчість повинна бути вільною, невимушеною та відкритою для всіх.

**Висновки.** Виконана робота демонструє успішність використання технологій штучного інтелекту для оптимізації рутинних завдань. Початкові поліпшення, які ми внесли, включають обробку даних для зручної взаємодії з нотами через інтуїтивний інтерфейс та допомогу музикантам під час виконання, включаючи такі інструменти, як метроном.

Основні завдання для автоматизації, які були визначені, підтверджують, що застосування штучного інтелекту дозволяє ефективно вирішувати рутинні аспекти роботи, визволяючи творців для більш глибокого та креативного удосконалення своєї діяльності. Майбутні етапи розробки, такі як допомога у створенні нових композицій, аналіз гри в режимі реального часу, аудітинг наявних нот і т.д., розширять функціонал та розглядатимуть штучний інтелект як важливий інструмент у творчому процесі для музикантів.

Таким чином, створення нових музичних інструментів, спрямованих на полегшення та прискорення процесів у даній галузі, є суттєвим кроком у поєднанні технологій і творчості.

Обрана тема є досить варіативною, і має багато перспектив для розвитку застосунку. Дослідження, як описано вище, наразі не є частиною першого етапу впровадження цього рішення в реальне життя музикантів. Це розглядається як початок для майбутнього розвитку та удосконалення додатку, спрямованого на збагачення творчого процесу в музиці.

#### **Список інформаційних джерел**

1. Чи може штучний інтелект замінити людей в музиці? — speka.media. URL: <https://speka.media/ci-moze-stucnii-intelekt-zaminiti-lyudei-v-muzici-93g6qv>
2. Online tone generator – onlinetonegenerator. URL: <https://onlinetonegenerator.com/>
3. Зображення в музику: штучний інтелект створює музичну композицію на основі вашого фото– metaverse post. URL: <https://mpost.io/uk/image-to-music-ai-generates-musical-composition-inspired-by-your-pic/>

*Чернецький Ярослав Сергійович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

**Науковий керівник: Ліхоузова Тетяна Анатоліївна, кандидат технічних наук,**

*доцент, доцент кафедри інформатики та програмної інженерії*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## **МЕТОД ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ ВАРТОСТІ КРИПТОВАЛЮТ**

**Анотація.** Запропоновано метод і програмне забезпечення системи прогнозування вартості криптовалют, заснований на гібридному поєднанні підходів довгострокової короткочасної пам'яті (LSTM) та агенто-орієнтованого моделювання (ABM) крипторинку. Запропонований метод може використовуватися як для прогнозування класичних криптоактивів, так і для криптовалют з недостатньою кількістю історичних даних для навчання.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** довгострокова короткочасна пам'ять (LSTM), агенто-орієнтоване моделювання (ABM), крипторинки, прогнозування вартості

**Abstract.** Proposed a method and software of the cryptocurrency value forecasting system that is based on a hybrid combination of long-short-term memory (LSTM) and agent-oriented modeling (ABM) approaches of crypto market. The proposed method can be used both for forecasting classic cryptoassets and cryptocurrencies with insufficient historical data for training.

**KEY WORDS:** long-short-term memory (LSTM), agent-based modeling (ABM), crypto market, value prediction .

**Вступ.** Емпіричне ціноутворення активів є важливою галуззю фінансових досліджень. У цьому секторі стало відносно популярним використання підходів машинного навчання (ML) через їхню здатність динамічно робити вибір серед потенційно величезної кількості характеристик і розуміти складні багатовимірні кореляції між характеристиками та цілями [1]. Ціноутворення на акції та облігації було предметом значних досліджень, які вивчали численні потенційно прогностичні фактори ринку [2]. Однак мало уваги приділено унікальному потоку досліджень цін на криптовалюту, який все ще знаходиться на початковій стадії свого розвитку, проте постійно завойовує все більше і більше прихильників.

**Мета роботи** - покращити точність прогнозування вартості високоволатильних криптовалют. Для її досягнення виконано розробку та тестування LSTM моделей для прогнозування цін криптовалют, з подальшою сегментацією ринку на основі обраної методології. Запропонований метод покликаний допомогти здійснювати більш точне прогнозування вартості криптовалют з невеликою ринковою капіталізацією та малими торговими обсягами.

**Основна частина.** У сучасному світі фінансових технологій криптовалюта посідає значне місце, пропонуючи нові можливості для інвестування та торгівлі. З появою різноманітних криптовалют, кожна з яких має свої унікальні характеристики, виникає потреба в розробці ефективних інструментів для їх аналізу та прогнозування. Одним з передових підходів у цьому напрямку є використання LSTM (Long Short-Term Memory) моделей, які демонструють високу ефективність у

прогнозуванні часових рядів. Цей підхід може бути по різному застосований до різних категорій криптовалют: основних монет та маловідомих криптовалют.

Основні монети, такі як Біткоїн чи Ефіріум та інші висококапіталізовані монети, відрізняються великою капіталізацією та стабільністю на ринку. LSTM моделі ідеально підходять для аналізу цих криптовалют, оскільки вони здатні вловлювати складні залежності в часових рядах та адаптуватися до довготривалих тенденцій. Підхід полягає у тренуванні моделі на історичних даних цін, обсягів торгів та інших ринкових індикаторів. Використання LSTM дозволяє не лише прогнозувати майбутні ціни, але й розуміти загальні ринкові тенденції.

Для маловідомих криптовалют, які часто характеризуються високою волатильністю та непередбачуваністю, використання LSTM моделей стає складнішим. Такі монети можуть мати недостатньо історичних даних, що робить стандартні методи менш ефективними. Тут на допомогу приходить генерація синтетичних даних за допомогою агентно-орієнтованих моделей (ABM). Цей підхід дозволяє симулювати різні ринкові сценарії та поведінку трейдерів, створюючи розширений набір даних для тренування LSTM моделей.

Для класифікації криптовалют у відповідні групи були використані дані з ресурсу CoinMarketCap. Цей процес групування базується на певних критеріях, що відображені у таблиці 1. Ці критерії були обрані для систематичного розділення криптовалют на різні категорії. Однак варто відмітити, що наведені дані мають орієнтовний характер, оскільки в моменти підвищеної волатильності на ринку криптовалют актуальні показники можуть перевищувати або бути нижчими за вказані межі.

Таблиця 1. Критерії групування криптовалют

Критерій	Основні Кripto-валюти	Маловідомі Кripto-валюти
капіталізація ринку (\$ мільярд)	3	<0.1
ліквідність (обсяг \$ мільярд/день)	0.5	<0.0001
доступність історичних даних (роки)	5	<2
волатильність цін (%)	15	>50
впровадження на ринку (кількість користувачів)	50,000,000	50,000
регуляторний нагляд (шкала 1-5)	4	2
кількість бірж для торгівлі	>10	<10

Агентно-орієнтовані моделі імітують взаємодії між різними учасниками ринку, враховуючи такі фактори, як ринковий настрій, психологічні аспекти поведінки трейдерів, обсяг коштів якими вони володіють тощо. Це дозволяє генерувати більш комплексні та різноманітні дані, які допомагають LSTM моделям краще адаптуватися до волатильних умов ринку маловідомих криптовалют.

Отримавши покращені дані, LSTM моделі будуть більш ефективно натреновані для роботи з малокапіталізованими криптовалютами. Така комбінація підходів збільшує точність прогнозування та забезпечує глибше розуміння ринкових механізмів.

Для використання отриманого програмного забезпечення користувачу

необхідно обрати криптовалюту та внести її вхідні дані і обрати відповідну нейронну мережу, навчену на історичних або синтетичних даних. Розроблена програма дозволяє випробувати нейронні мережі і обрати яка найбільше підходить для прогнозування вартості обраної ним криптовалюти.

Результати прогнозування криптовалют BTC та 1000SLP на історичних та синтетичних даних зображені на рисунках 1 і 2 відповідно.

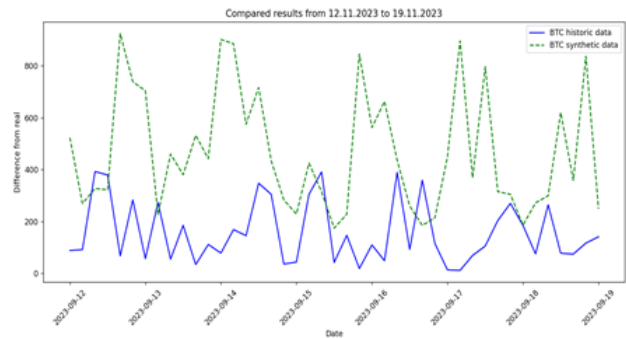


Рис. 1 Прогнозування ціни BTC

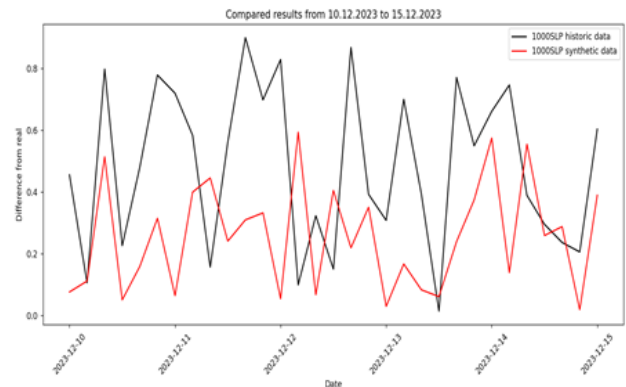


Рис. 2 Прогнозування ціни 1000SLP

**Висновки.** Інтеграція LSTM моделей, навчених як на історичних, так і на синтетичних даних, пропонує баланс між точністю та адаптивністю. Для основних криптовалют, де доступні обширні історичні дані, LSTM демонструють значно кращі результати. Натомість для маловідомих криптовалют, LSTM моделі, навчені на синтетичних даних, дозволяють досліджувати потенційні сценарії ринкових змін, і тому демонструють дещо ліпші результати для них.

У підсумку, застосування LSTM моделей у сфері криптовалют відкриває широкі можливості для розвитку нових методів аналізу та прогнозування, що може сприяти більш зрілому та стабільному розвитку цього відносно новітнього фінансового сектору. А комбіноване використання моделей навчених на синтетичних та історичних даних, дозволяють досліджувати потенційні сценарії ринкових змін, які можуть бути наявні не лише на основі історичних даних.

### Список інформаційних джерел

1. Gu, S.; Kelly, B.; Xiu, D. Empirical asset pricing via machine learning [Електронний ресурс] – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://academic.oup.com/rfs/article/33/5/2223/5758276>
2. Feng, G.; Giglio, S.; Xiu, D. Taming the factor zoo: A test of new factors. [Електронний ресурс] – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jofi.12883>
3. An Agent-Based Artificial Market Model for Studying the Bitcoin Trading [Електронний ресурс] – 2021. – Режим доступу до ресурсу: [https://www.researchgate.net/publication/332054688\\_An\\_Agent-Based\\_Artificial\\_Market\\_Model\\_for\\_Studying\\_the\\_Bitcoin\\_Trading](https://www.researchgate.net/publication/332054688_An_Agent-Based_Artificial_Market_Model_for_Studying_the_Bitcoin_Trading)
4. CoinMarketCap. [Електронний ресурс] – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://coinmarketcap.com/uk/>



5. Bitcoin price prediction using machine learning: An approach to sample dimension engineering [Электронный ресурс] – 2020. – Режим доступа до ресурсу: <http://doi.org/10.1016/j.cam.2019.112395>

6. Bidirectional Long Short-Term Memory Model Algorithm for Predicting [Электронный ресурс] – 2021. – Режим доступа до ресурсу: <http://doi.org/10.3390/life11111118>

*Чудак Ярослав Олексійович, здобувач вищої освіти  
Національний університет «Одеська політехніка», Україна  
Науковий керівник: Шibaєв Денис Сергійович  
Національний університет «Одеська політехніка», Україна*

## **ЕЛЕКТРОННА ТОРГІВЛЯ: АНАЛІЗ ТЕНДЕНЦІЙ ТА ВПЛИВ НА ЕКОНОМІКУ В СУЧАСНОМУ БІЗНЕСІ**

**Анотація.** Електронна комерція та розвиток онлайн-ринків зумовлені сучасними технологіями та автоматизацією. Для успішного управління в електронному середовищі компанії використовують спеціалізовані інформаційні системи. Перехід на онлайн-платформи вимагає нових стратегій та інформаційних систем для ефективної роботи. Забезпечення конкурентоспроможності в електронному бізнесі вимагає високого рівня організації та управління інформаційними структурами. Розвиток електронної комерції підкреслює актуальність оптимізації інформаційних систем для підтримки стратегій компаній на глобальному онлайн-ринку.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** Комерція, інформаційні системи, онлайн-ринок, розвиток.

**Abstract.** E-commerce and the development of online markets are driven by modern technologies and automation. For successful management in the electronic environment, companies use specialized information systems. The transition to online platforms requires new strategies and information systems for effective work. Ensuring competitiveness in electronic business requires a high level of organization and management of information structures. The development of electronic commerce emphasizes the relevance of optimizing information systems to support companies' strategies in the global online market.

**KEY WORDS:** Commerce, information systems, online market, development.

В умовах сучасного розвитку інформаційних технологій та автоматизації бізнес-процесів електронна комерція стає домінуючим фактором формування нових стандартів і можливостей розвитку онлайн-ринків. Використання спеціальних інформаційних систем, подібних до тих, що використовуються для автоматизації різних облікових процесів на підприємствах, дозволяє компаніям ефективно управляти своєю присутністю в електронному середовищі.

У сучасному світі відбувається стрімкий перехід від традиційних методів купівлі-продажу до онлайн-платформ. Це вимагає від компаній розробки нових стратегій управління та використання

інформаційних систем для ефективної роботи в електронному середовищі. Керівники компаній активно впроваджують програми, спрямовані на оптимізацію електронної комерції, забезпечення швидкої обробки та аналізу інформації для ефективного прийняття рішень в онлайн-середовищі [1].

Забезпечення конкурентоспроможності в електронному бізнесі вимагає від менеджерів високого рівня організації та контролю. Як і традиційний бізнес, електронна комерція потребує систематичного управління інформаційними структурами, що включають системи

обробки, зберігання та передачі даних для ефективної взаємодії з онлайн-ринками.

Розвиток електронної комерції та онлайн-ринків робить важливим вивчення та вдосконалення інформаційних систем. Використання сучасних технологій управління інформацією стає ключовим

елементом успішного функціонування підприємств у новому цифровому економічному середовищі. Засоби обробки, зберігання та передачі даних в електронному бізнесі стають важливими компонентами для підтримки стратегій компаній на глобальному онлайн-ринку [2].

#### **Список інформаційних джерел**

1. <https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/37044/1>
2. <https://eco-science.net/archive/2019/APE-08-2019>

*Чудак Ярослав Олексійович, здобувач вищої освіти  
Національний університет «Одеська політехніка», Україна  
Науковий керівник: Шибасєва Наталія Олегівна  
Національний університет «Одеська політехніка», Україна*

## ВІДМОВА В ОБСЛУГОВУВАННІ (DOS)

**Анотація.** Атаки DDoS та їх мета – завдання відмови в обслуговуванні пристроїв та ресурсів, зокрема у банківській сфері. Висвітлюють етапи атак та можливі мотивації зловмисників. Обговорюється захист, включаючи технічні рішення та налаштування, такі як мінімізація атакованих зон та контроль вхідного трафіку.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** Ddos-атаки, ресурси, мережевий контроль, трафік, аналіз, взлом, несанкціонований доступ.

**Abstract.** DDoS attacks and their purpose is to deny service to devices and resources, particularly in the banking sector. They highlight the stages of attacks and the possible motivations of attackers. Defense is discussed, including technical solutions and settings such as attack zone minimization and inbound traffic control.

**KEYWORDS:** Ddos attacks, resources, network monitoring, traffic, analysis, hacking, unauthorized access

**Основна частина.** Мета атаки DDoS - домогтися відмови в обслуговуванні пристроїв та інших девайсів які спроможні з'єднуватись з Інтернетом: обладнання мережевого контролю, різних інтернет-магазинів, веб-сайтів та веб-додатків, інфраструктури Інтернету речей.

Найбільша кількість атак у мережі розгортаються наступними кроками:

1) збір даних про цільовий об'єкт та їх аналіз з метою виявлення найбільш видимих та уразливих недоліків системи, вибір способу атаки;

2) націлюватися до атак шляхом підготовки зловмисного коду на комп'ютерах і усіх підключених до мережі Інтернет пристроях, які були перехоплені та встановлені під контроль хакера;

3) створення багаточисельних запитів з більшості підконтрольних девайсів;

4) підведення підсумків атаки: якщо бажаний результат не був виконаний, в багатьох випадках буде проведений повторний та більш якісний аналіз, і знову повторення першого пункту.

При умовах успішної атаки на web-додаток, або базу даних, цільовий ресурс буде демонструвати суттєве зниження продуктивності, або зовсім втратить можливість обробляти різні типи запитів від користувачів та серверу. Наслідками цього може бути довгі зависання ресурсу, звичайні користувачі не можуть скористатися цим ресурсом, додатком, або базою даних у потрібний для них момент. Це стає через неможливість доступу до Інтернету, та некоректно працювати.

Наміри зловмисників бувають дуже різноманітними. Частіше це є недобросовісна конкуренція, або замовлення колишнього бізнес партнера, також це може шантаж, конфлікт інтересів, поглядів,

особисті переконання. Один з варіантів цих дій може бути переконання у навичках взлому, так зване тренування. Також доволі часто недоброчесні програмісти використовують це з метою додаткового заробітку [1].

Для захисту окрім технічних рішень, потрібно зробити дії з налаштуваннями проти DDoS-атак. Першим способом є зведення до мінімуму розміру зони яка може бути атакована. Потрібно переконатися що доступ до портів, додатків, протоколів, який не передбачений, є закритим. Основними

елементами нейтралізації Ddos-атак є такі терміни як пропускна можливість і продуктивність серверу, яка достатня для поглинання атаки. Також можливий інструмент контролю трафіка, і кожен раз коли є велике збільшення трафіку, при звертанні до хосту, можна узяти максимально великий об'єм трафіку, який хос може обробити без втрати доступності. Більш новітні методи захисту з новими можливостями дозволяють встановлювати обмеження на вхідний трафік. Для цього і подібних до цього засобів потрібно швидкі можливості інтернету.

**Висновки.** Проти атак, які дозволяють зловмиснику використовувати вразливість у ресурсі, наприклад проти впровадження SQL-коду чи злякисного втручання до запросу, використовують один з інструментів з назвою Web Application Firewall. Через несхожість атак, треба самостійно нейтралізувати заборонені запити до баз даних, web-сервісів або інших додатків, які можуть надходити від підозрілих IP-адресів, з інших географічних регіонів. Щоб не збирати наслідки від цих атак, треба узяти консультацію у спеціалістів для вивчення та аналіз можливих проблем [2].

#### Список інформаційних джерел

1. <https://stormwall.pro/knowledge-base/termin/ddos-protection>
2. <https://aws.amazon.com/ru/shield/ddos-attack-protection/>

*Чудак Ярослав Олексійович, здобувач вищої освіти  
Національний університет «Одеська політехніка», Україна  
Науковий керівник: Шибасва Наталія Олегівна  
Національний університет «Одеська політехніка», Україна*

## ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ТА ГЕНЕРАЦІЯ ВІДЕО КОНТЕНТУ

**Анотація.** Дослідження використання штучного інтелекту в монтажі відео для створення привабливого та інтерактивного контенту в корпоративній та дизайнерській сферах. Висвітлювання складності створення відео як послідовності зображень та вказують на великий обсяг обчислень, необхідних для використання просунутих моделей. Обговорюється проблема навчання таких моделей та їхній вплив на швидкість обчислювального обладнання.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** Відеомонтаж, Штучний інтелект, Моделі генерації відео, Обчислювальне обладнання, Перенавчання, Rokoko Video, Deep Nostalgia, 3D-персонажі, Інтерактивний контент, Маркетинг.

**Abstract.** Research on the use of artificial intelligence in video editing to create attractive and interactive content in the corporate and design spheres. Highlighting the complexity of creating video as a sequence of images and pointing to the large amount of computation required to use advanced models. The problem of training such models and their influence on the speed of computing equipment is discussed.

**KEY WORDS:** Video Editing, Artificial Intelligence, Video Generation Models, Computing Equipment, Relearning, Rokoko Video, Deep Nostalgia, 3D Characters, Interactive Content, Marketing.

Монтаж відео - це завдання, яке вимагає багато уваги та наполегливості. Навіть із застосуванням сучасних інструментів відеомонтажу для досягнення привабливого результату потрібно багато людської праці. Саме тому в сучасному світі для створення привабливих та інтерактивних відео в корпоративній та дизайнерській сфері все частіше використовують поєднання штучного інтелекту та новітніх практик.

Важливо зазначити, що відео, будучи більш складною структурою, ніж зображення, являє собою справжній виклик для створення контенту. Зображуючи відео як послідовність зображень, необхідно надати сенс великій кількості бітів інформації для кожного кадру. Створення навіть короткого відео вимагає величезного

обсягу обчислень, особливо при використанні просунутих моделей, таких як Stable Diffusion, Midjourney і DALLE-2.

Проблема навчання таких моделей є дуже складною, що ставить питання про швидкість обчислювального обладнання для ефективної генерації відеоконтенту або про можливе використання альтернативних технологій. Технології, що використовують метод перенавчання навчених моделей для генерації такого відео, вже застосовуються для створення фільмів, презентацій та матеріалів для соціальних мереж.

Серед інших застосувань штучного інтелекту - захоплення і перенесення рухів людини на 3D-персонажів, як це реалізовано компанією Rokoko за допомогою інструменту Rokoko Video. Також варто відзначити такі проекти, як Deep Nostalgia,

що дозволяє користувачам створювати відео з фотографій і тексту, які можна використовувати в різних сферах, таких як корпоративне навчання і маркетинг.

Ці інноваційні технології можуть змінити підхід до створення відеоконтенту, вплинути на процеси обробки та створення відео, а також відкрити нові можливості у сферах навчання та маркетингу.

### **Список інформаційних джерел**

1. «Знімати нове, не знімаючи нічого»

<https://mc.today/uk/znimati-nove-ne-znimayuchi-nichogo-shi-navchivsyazminyuvati-stil-video/>

2. Rokoko Video. Free AI motion capture <https://www.rokoko.com/products/video>

3. MyHeritage and D-ID partner to bring photos to life with both animations and voice

<https://techcrunch.com/2022/03/03/myheritage-and-d-idpartner-to-bring-photos-to-life-with-both-animations-and-voice/>

*Шахматов Іван Олександрович, аспірант*

*Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Київ*

*Науковий керівник: Замрій Ірина Вікторівна, доктор технічних наук,*

*доцент, завідувач кафедри Інженерії програмного забезпечення*

*Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Київ*

## **ТЕХНОЛОГІЯ BLOCKCHAIN ЯК ІНСТРУМЕНТ ПРОТИДІЇ НЕПРАВОМІРНОМУ ВИКОРИСТАННЮ ДОСТУПУ ДО ВЕБ-САЙТІВ**

**Анотація.** Проведено аналіз можливостей блокчейн-технології для підвищення безпеки ідентифікаційних систем у веб-застосунках. Зокрема, розглянуто, як блокчейн може вирішити виклики, пов'язані з захистом даних та авторизацією користувачів, враховуючи його основні переваги, такі як децентралізація, незмінність та прозорість. Визначено ключові компоненти системи на базі блокчейну, включаючи методи обчислення хеш блоків та рівнів довіри до користувачів. Розроблено програму на Python, яка ілюструє реалізацію цих компонентів у практичному аспекті, та детальну UML-схему, що демонструє структуру класів та взаємодії. Отримані результати свідчать про високу потенційну ефективність використання блокчейну у сфері кібербезпеки веб-застосунків, відкриваючи нові можливості для їх розвитку та захисту.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** блокчейн-технологія, кібербезпека, ідентифікаційні системи, веб-застосунки, хешування, рівень довіри, авторизація користувачів, UML-схема, Python.

**Abstract.** An analysis of blockchain technology's potential for enhancing the security of identification systems in web applications is conducted. Specifically, the study examines how blockchain can address challenges related to data protection and user authentication, considering its core benefits such as decentralization, immutability, and transparency. Key components of a blockchain-based system, including methods for computing block hashes and user trust levels, are identified. Additionally, a Python-based program is presented, illustrating the implementation of these components in a practical aspect, along with a detailed UML diagram demonstrating the system's class structure and interactions. The results indicate a high potential efficiency of blockchain use in the field of cybersecurity for web applications, opening new horizons for their development and protection.

**KEY WORDS:** blockchain technology, cybersecurity, identification systems, web applications, hashing, trust level, user authorization, UML diagram, Python.

**Вступ.** Розвиток цифрових технологій призводить до стрімкого зростанням веб-застосунків, що, у свою чергу, призводить до збільшення вимог до їх безпеки. Збільшення загроз витоку даних та кібератак підсилюють необхідність у вдосконаленні методів ідентифікації та авторизації користувачів. У відповідь на ці виклики, дане дослідження зосереджено на використанні блокчейн-технології як інструменту для підвищення безпеки веб-застосунків і полягає в демонстрації та аналізі нової моделі ідентифікації на основі блокчейну, яка забезпечує підвищену безпеку та ефективність управління даними користувачів у веб-середовищі. Розглянуто, яким чином блокчейн може бути інтегрований у системи ідентифікації для забезпечення більшого рівня захисту особистих даних та управління доступом. З цією метою розглядається методологія створення безпечного та надійного



ланцюга блоків через алгоритми обчислення хешів та рівня довіри до користувачів, та її практичне застосування для верифікації, ідентифікації та авторизації доступу до ресурсів веб-застосунків.

**Основна частина.** Надійна аутентифікація особистості є критично важливою для веб-застосунків, тому все частіше спостерігається використання блокчейн-технології для забезпечення високого рівня безпеки та прозорості. Зокрема, використання алгоритму 2-адичного кільця, який ефективно перевіряє бінарні послідовності шифрів, стає важливим елементом в цьому контексті. Ця схема аутентифікації, спеціально розроблена для веб-застосунків, забезпечує шифрування даних транзакцій та особистої інформації користувачів, одночасно забезпечуючи анонімність і захист від несанкціонованого доступу. Вона включає механізми генерації та перевірки підписів, що є критично важливими для забезпечення безпеки взаємодії між вузлами. Детальний аналіз безпеки такої системи підкреслює її ефективність та стійкість до зловмисних дій, що відповідає сучасним вимогам захисту даних у веб-застосунках [1].

Інтеграція блокчейну та штучного інтелекту (ШІ) істотно трансформує веб-застосунки, особливо в аспектах авторизації та безпеки даних. Блокчейн забезпечує надійний захист даних, підвищуючи прозорість, тоді як ШІ вносить гнучкість та інтелектуальний підхід у процеси авторизації, підвищуючи ефективність та зручність користувачів. Ця синергія сприяє покращенню досвіду користувачів та захищеності персональних даних, відкриваючи нові можливості в управлінні ресурсами та зберіганні даних. А з іншого боку, ця інтеграція вирішує ключові виклики, такі як енергоспоживання, масштабованість та приватність, сприяючи розвитку більш ефективних і безпечних веб-сервісів. Поєднання блокчейну та ШІ має значний потенціал для розвитку

новаторських рішень у сфері цифрових технологій [2].

Застосування блокчейн-технології у мережах може суттєво посилити безпеку та ефективність систем авторизації. У контексті зростаючих кіберзагроз, блокчейн пропонує більш надійне рішення порівняно з традиційними хмарними системами, які часто страждають від недоліків у приватності та контролі даних. Ця технологія забезпечує вищий рівень прозорості та довіри, що є критично важливим для захисту інформації. За допомогою спеціалізованих алгоритмів, впроваджених у блокчейн, можливе більш ефективне виявлення та авторизація нових вузлів у мережі, а також надійне відстеження топології мережі. Експерименти з використанням інструментів, таких як Mininet і Cisco Packet Tracer, підтвердили, що блокчейн-орієнтовані системи можуть ефективно протидіяти зовнішнім атакам та шкідливим користувачам, забезпечуючи більшу безпеку та стійкість мережевих систем [3].

У запропонованій моделі ідентифікаційної системи на основі блокчейну, кожен користувач або транзакція генерує новий блок у ланцюзі блокчейну. Ці блоки містять зашифровані дані користувача разом з індексом, часовою міткою та хешем попереднього блоку, обчисленого за формулою:

$$H = \text{hasp}(\text{index} + \text{timestamp} + \text{previousHash} + \text{data}), \quad (1)$$

де  $H$  – хеш блоку,

$\text{hasp}$  – хеш-функція, яка перетворює вхідні дані у унікальний рядок фіксованої довжини,

$\text{timestamp}$  – часова мітка створення блоку,

*index index* – індекс блоку в ланцюзі,  
*previousHash previousHash* – хеш  
 попереднього блоку в ланцюзі,  
*data data* – дані збережені у блоку, які в  
 даному випадку можуть включати  
 ідентифікаційну інформацію.

Ця структура забезпечує безперервний і незмінний ланцюг, що важливо для безпеки та цілісності даних. Рівень довіри до кожного користувача обчислюється з врахуванням історії транзакцій, використовуючи формулу:

$$T_i = \frac{\sum_{j=1}^n w_j * R_{ij}}{\sum_{j=1}^n w_j}, \quad (2)$$

де  $T_i$  – рівень довіри до вузла  $i$ ,  
 $w_j$  – вага транзакції  $j$  (може  
 враховувати такі фактори як обсяг  
 транзакції, час, від коли вона була здійснена,  
 тощо),

$R_{ij}$  – рейтинг транзакції  $j$  відносно  
 вузла  $i$  (наприклад, успішні транзакції  
 мають позитивний рейтинг, тоді як підозрілі  
 або невдалі транзакції – негативний).

Вага та рейтинг транзакцій відображають  
 надійність користувача в мережі. Ця система  
 використовується не тільки для авторизації  
 користувачів, але й для аудиту та виявлення  
 несанкціонованих дій, забезпечуючи  
 високий рівень безпеки та прозорості у  
 процесах ідентифікації та управління  
 доступом.

У моделі ідентифікаційної системи на базі  
 блокчейну, спочатку користувач  
 реєструється в системі, вводячи свої  
 персональні дані. Система створює  
 ідентифікаційний блок, в якому зберігається  
 зашифрована інформація про користувача.  
 Хеш для кожного блоку обчислюється за  
 формулою (1), забезпечуючи цілісність і  
 безпеку даних.

Під час спроби отримання доступу до  
 ресурсу, система перевіряє ідентичність  
 користувача, зіставляючи введені дані з

інформацією в блокчейні. Рівень довіри до  
 користувача розраховується за формулою  
 (2), враховуючи історію транзакцій  
 користувача. Цей рівень впливає на  
 можливість доступу користувача до  
 ресурсів. Кожна спроба доступу або  
 активність користувача реєструється як  
 транзакція в блокчейні, дозволяючи системі  
 вести аудит та ідентифікувати  
 несанкціоновані дії. Система регулярно  
 оновлюється, враховуючи нові транзакції та  
 зміни в ідентифікаційних даних, адаптуючи  
 політику безпеки та доступу до ресурсів  
 відповідно до отриманих даних.  
 Запропонована методологія демонструє  
 інтеграцію блокчейн-технології (Рис.1) для  
 підвищення безпеки та прозорості у  
 системах ідентифікації та контролю доступу.

Запропонована UML-схема (Рис.2)  
 відображає архітектуру  
 об'єктно-орієнтованої системи ідентифікації  
 на базі блокчейну, яка включає класи, такі як  
 Blockchain, Block, User, Transaction,  
 TrustCalculator та SystemManager, що  
 взаємодіють між собою для забезпечення  
 функціональності системи. Схема показує  
 взаємозв'язки та методи кожного класу,  
 забезпечуючи чітке розуміння структури та  
 роботи системи.

Для оцінки ефективності розробленої  
 ідентифікаційної системи на основі  
 блокчейну, створено таблицю тестових  
 даних, яка відображає ключові елементи  
 алгоритму та їх взаємодії (Табл.1), де  
 представлено детальну інформацію про  
 користувачів, індекси блоків, часові мітки,  
 попередні хеші, транзакції, вагу та рейтинг  
 транзакцій. Ключовими у розрахунок є  
 формули для обчислення хешу блоку та  
 рівня довіри до кожного користувача.  
 Результати обчислень демонструють як  
 система обробляє дані, забезпечуючи  
 безпечний та прозорий обмін інформацією

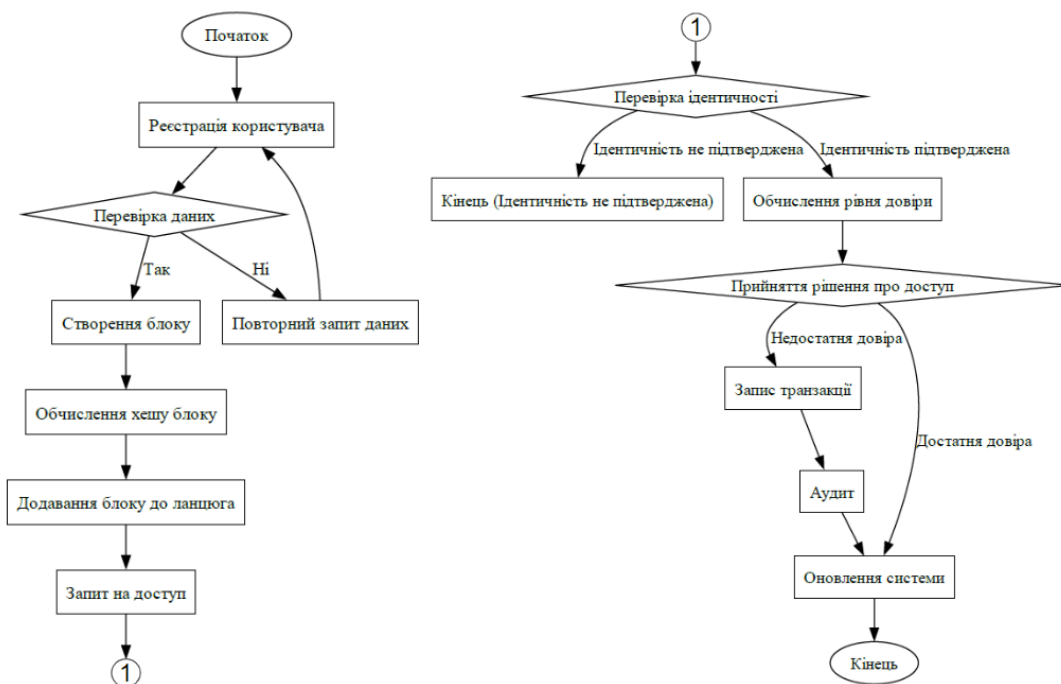


Рис. 1. Алгоритм ідентифікаційної системи на основі блокчейну

Таблиця 1

Користувач	Індекс блоку	Часова мітка	Попередній Хеш	Транзакції	Вага транзакції	Рейтинг транзакції
User1	1	123456789	0000	Tx1, Tx2	5	1
User2	2	123456790	[Хеш блоку 1]	Tx3	3	1
User3	3	123456791	[Хеш блоку 2]	Tx4, Tx5	4	-1

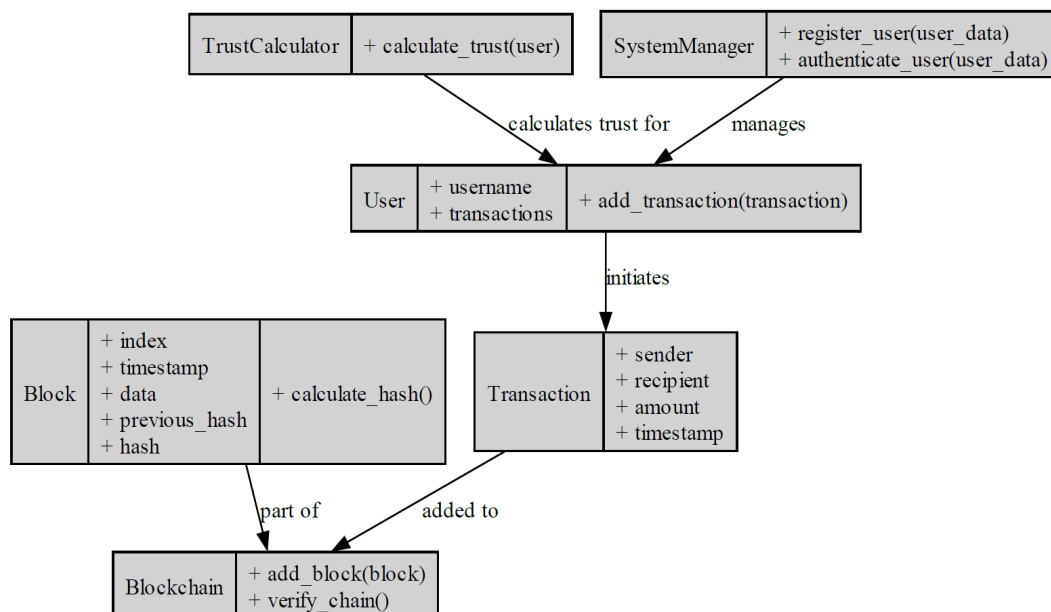


Рис. 2. UML-схема алгоритму ідентифікаційної системи на основі блокчейну

Результати демонструють (Рис.3) обчислені хеші для кожного блоку та рівні довіри користувачів в системі. Як видно, кожен блок має унікальний хеш, сформований на основі даних блоку, що

забезпечує безпеку та цілісність ланцюга, а рівень довіри до користувачів визначається через аналіз їхніх транзакцій, ваги та рейтингу, демонструючи надійність кожного користувача в системі.

```
{'user': 'User1', 'index': 1, 'timestamp': 123456789,
  'previous_hash': '0000', 'transactions': ['Tx1', 'Tx2'],
  'weight': 5, 'rating': 1, 'hash': '02dd695291977...'}
{'user': 'User2', 'index': 2, 'timestamp': 123456790,
  'previous_hash': '02dd695291...', 'transactions': ['Tx3'],
  'weight': 3, 'rating': 1, 'hash': '6f62b5d79296...'}
{'user': 'User3', 'index': 3, 'timestamp': 123456791,
  'previous_hash': '6f62b5d792...', 'transactions': ['Tx4', 'Tx5'],
  'weight': 4, 'rating': -1, 'hash': '700745337...'}
Рівень довіри:
User1: 0.41666666666666667
User2: 0.25
User3: -0.33333333333333333
```

Рис. 3. Результати обчислення хешу та рівня довіри в блокчейн-ідентифікаційній системі

**Висновки.** На основі проведеного дослідження та отримано результати щодо ефективності використання блокчейн-технологія шляхом інтеграції у системи ідентифікації та авторизації веб-застосунків. Через детальний розгляд ключових аспектів блокчейну, таких як незмінність, прозорість та децентралізація, виявлено значний потенціал для підвищення безпеки цифрових ідентифікацій, а розроблені математичні моделі та програмне забезпечення на Python, ефективно реалізували концепцію, демонструючи практичність блокчейну в реальних сценаріях. Таким чином, результати дослідження підкреслюють актуальність використання блокчейну для захисту ідентифікаційних систем у веб-застосунках.

#### Список інформаційних джерел

1. A Novel Blockchain Identity Authentication Scheme Implemented in Fog Computing / Huijuan Wang, Yong Jiang // Wireless Communications and Mobile Computing. – 2020. – Vol. 2020. – Article ID 8849363. – URL: <https://doi.org/10.1155/2020/8849363>.
2. Joint Artificial Intelligence and Blockchain Technology for Next-Generation Internet of Things Applications / Zhonghua Zhang, Xifei Song, Lei Liu, Jie Yin, Yu Wang, Dapeng Lan // Security and Communication Networks. – 2021. – Vol. 2021. – Article ID 9991535. – URL: <https://doi.org/10.1155/2021/9991535>.
3. Blockchain-Based Automated System for Identification and Storage of Networks / Deepak Prashar, Nishant Jha, Muhammad Shafiq, Nazir Ahmad, Mamoon Rashid, Shoeib Amin Banday, Habib Ullah Khan // Security and Communication Networks. – 2021. – Vol. 2021. – Article ID 6694281. – URL: <https://doi.org/10.1155/2021/6694281>.



*Шелехов Денис Володимирович, здобувач вищої освіти*

*Сумський державний університет, Україна*

*Науковий керівник: Антипенко Вікторія Петрівна, кандидат технічних наук,*

*доцент, доцент кафедри інформаційних технологій*

*Сумський державний університет, Україна*

## **МОБІЛЬНИЙ ДОДАТОК АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРЕЗЕНТУВАННЯ НЕРУХОМОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ CHATGPT**

### **MOBILE APPLICATION TO AUTOMATE A REAL ESTATE PRESENTATION USING CHATGPT**

**Анотація.** Дана робота присвячена розробці мобільного додатку автоматизації презентування нерухомості з використанням ChatGPT. Проведено аналіз останніх публікацій щодо створення презентацій із застосуванням технологій штучного інтелекту. Автори роботи надають власні результати дослідження щодо потреби у розробці запропонованого мобільного додатку та використання його у сфері продажу нерухомості. Даний програмний продукт дозволить автоматизувати процес створення контекстних описів в сформованих додатком презентаціях із застосуванням ChatGPT.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** МОБІЛЬНИЙ ДОДАТОК, CHATGPT, ПРЕЗЕНТАЦІЯ, НЕРУХОМІСТЬ, РІЄЛТОР, JAVA, ANDROID STUDIO.

**Abstract.** This work is devoted to the development of a mobile application for automating real estate presentation using ChatGPT. The analysis of the latest publications on creating presentations using artificial intelligence technologies was carried out. The authors provide their own research results regarding the need for development of the proposed mobile application and its use in the real estate sales field. This software product will allow to automate the process of creating contextual descriptions in presentations created by the application using ChatGPT.

**KEY WORDS:** MOBILE APPLICATION, CHATGPT, PRESENTATION, REAL ESTATE, REALTOR, JAVA, ANDROID STUDIO.

**Вступ.** Сьогодні індустрія нерухомості є динамічною та висококонкурентною. Вона вимагає швидких та ефективних інструментів для презентації тих чи інших апартаментів. У сучасному світі це є реально завдяки використанню різних спеціалізованих додатків. Однак традиційні методи створення презентацій можуть займати багато часу та не мати достатнього залучення, щоб привернути увагу потенційних клієнтів. Тому дане дослідження ініційоване через зростаючу потребу у автоматизованому рішенні за допомогою найсучаснішої технології обробки природної мови.

Метою роботи є автоматизація процесу створення презентацій, присвячених нерухомості за рахунок розробки та впровадження відповідного мобільного додатку. Основна інновація полягає в інтеграції ChatGPT [1]. Це потужна мовна модель для спрощення процесу створення презентацій. ChatGPT допомагатиме користувачу генерувати описи, витрачаючи мінімум свого часу.

**Основна частина.** На даний час існує декілька інструментів для створення презентацій за допомогою штучного інтелекту. Найпопулярнішими серед них є Canva [2], Gamma [3], Tome [4]. Проведено певні дослідження щодо доцільності їх використання. Так у публікаціях [5,6] наводиться порівняльна характеристика перерахованих та декількох інших інструментів. У цілому, можна зробити висновок, що кожен з них є досить обмеженим у своєму функціоналі. Наприклад, до найбільш розповсюджених недоліків можна віднести неможливість контролювати стиль створеної презентації та відсутність генерації тексту. Також зазначені інструменти не розроблені під певну предметну область, в якій працюють користувачі. У свою чергу це створює певні труднощі при створенні презентацій, особливо, коли мова йде про представлення нерухомості. Отже, виявлені недоліки варто подолати.

Тому метою дослідження є автоматизація процесу створення презентацій по представленню нерухомості за рахунок використання розробленого мобільного додатку із вбудованою функцією застосування ChatGPT. Ціль впровадження останнього полягає в тому, щоб реалізувати в програмному продукті можливість створювати переконливий і контекстуально релевантний вміст для опису відповідних апартаментів. Таким чином забезпечується унікальне та передове рішення в сфері нерухомості.

Основними завданнями даної роботи є наступні:

- розробка зручного та інтуїтивно-зрозумілого інтерфейсу мобільного додатку для створення презентацій по представленню нерухомості;
- інтеграція ChatGPT у мобільний додаток для прискорення створення релевантних описів нерухомості;

- реалізація можливості інтеграції мультимедійних елементів у презентацію;

- збереження презентації у відповідному форматі для подальшого її використання.

Призначення даного мобільного додатку полягає в спрощенні процесу створення презентацій по представленню нерухомості. А, отже, і в скороченні його загальної тривалості. Це відбувається завдяки мінімізації зусиль користувача по формулюванню відповідного тексту для презентації по представленню нерухомості. За допомогою зручних інструментів доступними є різні маніпуляції з даними. Наприклад, користувачі будуть обирати макет презентації та відповідати на ряд запитань щодо особливостей апартаментів, які є на меті представити потенційним клієнтам. Це буде відбуватися за допомогою розробленої форми в мобільному додатку. На основі наданих відповідей буде створюватися презентація. Інтеграція ChatGPT дозволяє автоматично генерувати привабливі описи об'єктів нерухомості, які відповідають контексту. При бажанні, користувач може редагувати будь-який текст на слайдах та додавати необхідні зображення.

Розробка даного мобільного додатку буде виконано за допомогою середовища розробки Android Studio [7] та мови програмування Java [8]. Взаємодія з ChatGPT буде проводитися через його API (application programming interface) [9]. Для зберігання питань форми та відповідей на них буде використовуватися вбудована база даних SQLite [10].

Результатом даного дослідження є мобільний додаток, використання якого спрощує процес створення презентації по представленню нерухомості. Його унікальною властивістю є застосування інтегрованого ChatGPT. Це дозволяє не тільки прискорити виконання вищезазначеного процесу, але й забезпечує

високий рівень привернення уваги клієнтів до нерухомості користувача завдяки динамічно створюваним, контекстно багатим описам апартаментів. Зручний

інтерфейс розроблюваного мобільного додатку, мультимедійна інтеграція та автоматизована генерація вмісту разом надають комплексне рішення для професіоналів у сфері нерухомості.

**Висновки.** Представлений проект є дійсно актуальним сьогодні. Його продукт має великі шанси стати важливим і широко використовуваним інструментом у сфері нерухомості. Він пропонує новий підхід до створення презентацій по представленню апартаментів. Автоматизовані та інтелектуальні функції даного мобільного додатку сприяють підвищенню ефективності та результативності маркетингу об'єктів нерухомості. Успішна інтеграція ChatGPT демонструє потенціал передової обробки природної мови в практичних застосуваннях. Її застосування підкреслює актуальність і своєчасність цього дослідження в умовах розвитку технологій, які використовуються у сфері нерухомості.

### Список інформаційних джерел

1. OpenAI. ChatGPT. URL: <https://chat.openai.com/> (date of access: 11.11.2023).
2. Canva. URL: <https://www.canva.com/> (date of access: 14.11.2023).
3. Gamma App: Generate AI Presentations, Webpages & Docs. Gamma App: Generate AI Presentations, Webpages & Docs. URL: <https://gamma.app> (date of access: 14.11.2023).
4. Tome | Polished & Professional AI Presentations. Tome. URL: <https://tome.app/> (date of access: 14.11.2023).
5. Толочко С. В. Методика використання сервісів зі штучним інтелектом для репрезентації результатів наукових досліджень. 2023. 4 с. URL: <https://archive.logos-science.com/index.php/conference-proceedings/article/view/1172/1197> (дата звернення: 12.11.2023).
6. Годунова А. В. Використання сервісів зі штучним інтелектом для оптимізації дослідницької та наукової діяльності. Управління якістю освіти в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення України, м. Київ, 23 берез. 2023 р. С. 66–74. URL: [https://lib.iitta.gov.ua/736991/1/Збірник%20тез%20\(23.05.2023,%20ННІНО%20НАУ,%20ПВ%20НАПН\).pdf#page=66](https://lib.iitta.gov.ua/736991/1/Збірник%20тез%20(23.05.2023,%20ННІНО%20НАУ,%20ПВ%20НАПН).pdf#page=66) (дата звернення: 12.11.2023).
7. Android Studio. Flamingo. Version 2022.2.1 Patch 2. Google, 2014.
8. Oracle. Java. URL: <https://www.java.com> (date of access: 14.11.2023).
9. OpenAI. Documentation ChatGPT API. URL: <https://platform.openai.com/docs/introduction> (date of access: 11.11.2023).
10. SQLite Home Page. URL: <https://www.sqlite.org/index.html> (date of access: 18.11.2023).



*Шерстюк Ігор Олександрович, здобувач вищої освіти*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

*Науковий керівник: Голубєв Леонтій Петрович, к.т.н., доцент*

*кафедри інформаційних систем та технологій*

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

## АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДУ «КОРЕЛЯЦІЙНА ФІЛЬТРАЦІЯ» ДЛЯ РЕКОМЕНДАЦІЙНИХ СИСТЕМ ІНТЕРНЕТ МАГАЗИНУ

**Анотація.** У даній статті описані математичні основи методу кореляційна фільтрація, його переваги та недоліки. Описан алгоритм роботи методу. Було запропоноване вирішення деяких проблем методу кореляційна фільтрація.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** кореляційна фільтрація, рекомендаційні системи, оптимізація.

**Abstract.** In this article, the mathematical foundations of the correlation filtering method, its advantages, and disadvantages are described. The algorithm of the method is outlined. Solutions to certain problems of the correlation filtering method have been proposed.

**KEY WORDS:** correlation filtering, recommender systems, optimization

**Вступ.** В сучасному світі електронної комерції, де ринок нестабільний і конкуренція надзвичайно висока, рекомендаційні системи виявляються ключовим інструментом для забезпечення якісного обслуговування клієнтів та збільшення обсягів продажів. Однією з перспективних стратегій у цьому контексті є використання методу «Кореляційна фільтрація», який базується на аналізі взаємодії та подібності між споживачами для забезпечення індивідуально налаштованих рекомендацій.

**Основна частина.** Предмет даного дослідження - аналіз ефективності саме цього методу в контексті інтернет-магазинів. Здатність точно прогнозувати вибір користувачів на основі їхньої історії покупок та поведінкових звичок стає критичною для створення персоналізованого та привабливого досвіду для кожного клієнта. Це дослідження має на меті ретельний розгляд методу «Кореляційна фільтрація» з точки зору його придатності для інтернет-магазинів, ідентифікація переваг та недоліків, а також розробка рекомендацій щодо оптимізації та вдосконалення використання цього методу для покращення ефективності рекомендаційних систем в електронній комерції. Метод «Кореляційна

фільтрація» є одним із ключових алгоритмів у рекомендаційних системах, який базується на взаємодії та подібності між споживачами чи предметами для створення рекомендацій. Принцип його роботи полягає в аналізі історії взаємодії користувачів із предметами та визначенні ступеня кореляції між їхніми уподобаннями. Метод використовує матрицю взаємодії, де рядки представляють користувачів, стовпці - предмети, а елементи матриці відображають рейтинги, які користувачі виставляють предметам. Ця матриця дозволяє визначити ступінь схожості між користувачами або предметами.

Одним з основних показників схожості є кореляція Пірсона. Вона вимірює ступінь

лінійної залежності між двома змінними, в даному випадку - між рейтингами користувачів. Кореляція Пірсона варіюється від -1 (повна антикореляція) до 1 (повна кореляція), де 0 вказує на відсутність кореляції.

Інший часто використовуваний показник - це косинусна схожість. Вона визначає кут між векторами у просторі взаємодії користувачів (предметів) та вимірює ступінь їхньої подібності. Чим менший кут, тим більше схожість.

На основі визначеної схожості метод генерує прогнози для тих елементів, які користувач ще не взаємодіяв. Це може бути здійснено шляхом агрегації рейтингів інших користувачів (або предметів), які мають високий рівень схожості.

Використання математичних підходів дозволяє методу "Кореляційна фільтрація" ефективно прогнозувати взаємодію користувачів з предметами та створювати персоналізовані рекомендації на основі їхніх попередніх дій.

Алгоритм роботи кореляційної фільтрації можна розділити на такі основні етапи:

1. Збір даних. На цьому етапі збираються дані про рейтинги користувачів об'єктам. Рейтинги можуть бути кількісними (наприклад, від 1 до 5) або якісними (наприклад, "подобається", "не подобається").

2. Створення матриці кореляцій. На цьому етапі створюється матриця кореляцій, яка відображає кореляцію між рейтингами різних користувачів. Кореляція може бути обчислена за допомогою різних методів, наприклад, за допомогою коефіцієнта кореляції Пірсона.

3. Рекомендації. На цьому етапі генеруються рекомендації для користувачів. Рекомендації можуть бути генеровані за допомогою різних методів, наприклад, за допомогою алгоритму жадібного вибору.

*Етап 1: Збір даних.*

На першому етапі збираються дані про рейтинги користувачів об'єктам. Ці дані можуть бути зібрані з різних джерел, наприклад, з відгуків користувачів, соціальних мереж або онлайн-магазинів.

Данні про рейтинги користувачів можуть бути представлені у вигляді матриці, де кожна рядок відповідає одному користувачеві, а кожна колонка відповідає одному об'єкту. На перетині рядка та колонки знаходиться рейтинг, який користувач дав об'єкту.

*Етап 2: Створення матриці кореляцій*

На другому етапі створюється матриця кореляцій, яка відображає кореляцію між рейтингами різних користувачів. Кореляція може бути обчислена за допомогою різних методів, наприклад, за допомогою коефіцієнта кореляції Пірсона.

Коефіцієнт кореляції Пірсона визначає лінійну залежність між двома змінними. Він може приймати значення від -1 до 1. Значення 1 означає, що між двома змінними існує сильна позитивна кореляція, значення -1 означає, що між двома змінними існує сильна негативна кореляція, а значення 0 означає, що між двома змінними не існує ніякої кореляції.

Матриця кореляцій може бути представлена у вигляді графа, де кожна вершина відповідає одному користувачеві, а кожна ребро відповідає кореляції між рейтингами двох користувачів.

*Етап 3: Рекомендації*

На третьому етапі генеруються рекомендації для користувачів. Рекомендації можуть бути генеровані за допомогою різних методів, наприклад, за допомогою алгоритму жадібного вибору.

Алгоритм жадібного вибору рекомендує об'єкти, які мають найвищу кореляцію з рейтингами, які вже дав користувач.

Наприклад, якщо користувач дав високий рейтинг фільму "Аватар", то алгоритм жадібного вибору може рекомендувати інші фільми, які мають

високу кореляцію з рейтингами фільму "Аватар".

Інші методи генерації рекомендацій можуть враховувати додаткові фактори, такі як:

- Актуальність рекомендацій
- Різноманітність рекомендацій
- Особисті переваги користувача

Метод кореляційної фільтрації є відносно простим для реалізації та зрозуміння, що полегшує впровадження його в систему рекомендаційного сервісу інтернет-магазину.

Метод не вимагає складних обчислень, основна ідея полягає в визначенні ступеня кореляції між споживачами або предметами, що не вимагає великої обчислювальної потужності, що дозволяє використовувати метод на практиці без значних витрат ресурсів.

Оскільки метод базується на аналізі історії покупок та взаємодії користувачів, рекомендації можуть бути інтуїтивно зрозумілими та легко поясненими, що сприяє прийняттю їх користувачами.

Метод кореляційної фільтрації може бути особливо ефективним у невеликих спільнотах користувачів з обмеженою кількістю товарів, де можливість встановлення взаємозв'язків між покупками є достатньою для точних рекомендацій.

Метод може бути достатньо гнучким у відсутності жорстких обмежень, що дозволяє ефективно пристосовуватися до змін в попиті та пропозиціях на ринку.

В порівнянні з іншими методами, кореляційна фільтрація може бути більш ефективною у рекомендаціях для нових товарів або в умовах обмеженої інформації про певних користувачів.

Однією з головних проблем, які виникають при використанні методу "Кореляційна фільтрація" для рекомендаційних систем, може бути низька точність прогнозування вибору користувачів, особливо в умовах

змінюючихся моделей споживання та швидко змінюючихся трендів.

У випадках нових користувачів або нових товарів може виникнути проблема "холодного старту", коли метод кореляційної фільтрації має обмежену або жодну інформацію для здійснення ефективних рекомендацій.

Метод кореляційної фільтрації може бути чутливим до шуму в даних або виявлятися менш ефективним у випадках аномальної поведінки користувачів, що може призводити до неправильних чи неадекватних рекомендацій.

З ростом обсягу даних та кількості користувачів та товарів може виникнути проблема масштабування, коли метод кореляційної фільтрації стає менш ефективним або вимагає значних обчислювальних ресурсів.

Метод може виявитися менш ефективним у випадках, коли користувачі неактивні або рідко здійснюють покупки, що може призводити до недостатньої інформації для точного прогнозування їхніх вподобань.

Алгоритм кореляційної фільтрації можна покращити за допомогою різних методів, таких як:

- Метод періодичного оновлення рейтингів користувачів. Цей метод передбачає періодичне оновлення рейтингів користувачів на основі їхніх останніх дій. Таким чином, алгоритм кореляційної фільтрації буде використовувати більш актуальну інформацію про інтереси користувачів.

- Метод контекстної фільтрації. Цей метод передбачає врахування контексту, у якому користувач робить рейтинг об'єкту. Наприклад, якщо користувач робить рейтинг фільму, який зараз показують у кінотеатрі, то це може бути ознакою того, що він цікавиться й іншими фільмами цього жанру.

- Метод використання алгоритмів штучного інтелекту. Ці алгоритми можуть

використовуватися для аналізу інформації більш різноманітних та корисних про інтереси користувачів та генерування рекомендацій.

**Висновки.** Загалом, аналіз ефективності методу "Кореляційна фільтрація" вказує на його потенціал у побудові рекомендаційних систем, але водночас визначає важливі аспекти, які варто удосконалювати для забезпечення найвищої якості обслуговування та задоволення користувачів у сфері інтернет-торгівлі.

#### **Список інформаційних джерел**

1. Sarwar, B., Karypis, G., Konstan, J., & Riedl, J. (2000). Analysis of recommendation algorithms for e-commerce. In Proceedings of the 2nd ACM conference on Electronic commerce (pp. 158-167)
2. Herlocker, J. L., Konstan, J. A., Terveen, L. G., & Riedl, J. T. (2004). Evaluating collaborative filtering recommender systems. ACM Transactions on Information Systems (TOIS), 22(1), 5-53
3. Koren, Y. (2010). Factorization meets the neighborhood: A multifaceted collaborative filtering model. In Proceedings of the 14th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining (pp. 426-434)

*Hrytsaienko Kateryna Yurivna, master's degree student*

*The National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute,» Ukraine*

*Supervisor: Oliinyk Yurii Oleksandrovych, Associate Professor of the Department of Automated Information Processing Systems and Management of the National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

## **METHODS AND SOFTWARE FOR CLASSIFICATION AND TOPIC MODELING OF MESSENGER AND SOCIAL NETWORK MESSAGES**

**Анотація.** У даній роботі розглянуто методи класифікації та категоризації повідомлень соціальних мереж та менеджерів. Особливу увагу було приділено аналізу мультилінгвістичної прямої мови (суржика), а також адаптації та модифікації наявних методів NLP до специфіки семантики української та російської мови. Було запропоновано удосконалений алгоритм навчання класифікаторів на базі моделі мішка слів, що дозволяє значно підвищити якість категоризації та класифікації текстових повідомлень, а також встановлення їх авторства. Створену модель було протестовано та інтегровано до веб-застосунку. У роботі наведено рекомендації щодо архітектури подібних систем, з урахуванням специфіки та обсягів даних.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** АНАЛІЗ ПРЯМОЇ МУЛЬТИЛІНГВІСТИЧНОЇ МОВИ, НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ, МОДЕЛЬ МІШКА СЛІВ, КЛАСИФІКАЦІЯ, КАТЕГОРИЗАЦІЯ

**Abstract.** The paper explores methods for classifying and categorizing texts from social networks and messengers. The main focus was analyzing the multilingual natural language (slang) as well as adapting and modifying existing NLP methods to the semantics of Ukrainian and Russian languages. In addition, we proposed an enhanced training algorithm for classifiers based on the bag-of-words model. It significantly improves the quality of message categorization, classification, and authorship attribution. The developed model underwent testing and integration into a web application. The paper provides recommendations regarding the architecture of similar systems, considering their specificities and data volumes.

**KEYWORDS:** NLP, TOPIC MODELING, CLASSIFICATION, BAG OF WORDS MODEL, NEURAL NETWORKS

**Introduction.** In today's digital age, the constant flow of messages and social media updates floods us with information. This overload keeps growing every second at exponential speed. It makes the problem of extracting the main thought, keywords, and thesis from the text even more crucial. Knowing the insights of these tendencies of the group chat with thousands of participants could be easily monetized and turned into profit. Nowadays, there are various methods and models for NLP analysis. However, most of them focused on languages of the Germanic group and, as a result, typically tend to lose their efficiency when applied to Slavic languages. The paper focuses on improved methodology of multilingual analysis and preparation of Slavic languages for classification and categorization.

**Challenges in adapting NLP pipelines to analyze mixed Ukrainian-Russian texts.** As mentioned previously, the main question to solve when processing Slavic texts is the semantic and language rules that differ from the English texts.

Besides that, another major challenge is the multilingual nature of analyzed text. Surzhik (artificial elements union of Ukrainian and Russian languages) is frequently used in everyday conversations, especially in messaging. The additional complexity of surzhik processing is that it is more than just a simple mix of languages where words keep their original spelling. It should be treated as one more language with a vocabulary that only sometimes matches the original. *The objective we set for ourselves* in this current project was to create a model that would *equally efficiently analyze both the Ukrainian and Russian languages separately and their mix, surzhik.*

At the same time, multilingual NLP pipelines share the same everyday challenges as the NLP in general: processing of slang, misspellings, and word shortening; designing scalable and effective architecture with wise resource and cost management.

### **Overview of tooling and concepts used for multilingual NLP pipeline design.**

Considering semantic differences and limitations produced by multilingualism, the common solution is to use language-agnostic algorithms and approaches. The Natural Language Toolkit (NLTK) offers a wide range of predefined classifiers, tokenizers, and NLP pipelines that could be used out of the box or be fully customized.

The NLP pipeline designed within the master project uses a range of well-known classifiers such as the Naive Bayes Classifier, Maxent Classifier, and Decision Tree Classifier. They all share a language-agnostic trait as they operate on preprocessed data and probability principles.

The *Naive Bayes Classifier* assumes feature independence and calculates probabilities of classes based on word occurrences, making it versatile across languages despite its simplifying assumption. Similarly, the *Maxent (Maximum Entropy) Classifier* considers various features and their probabilities to estimate the most likely label, offering flexibility across linguistic contexts. Meanwhile, the *Decision Tree Classifier* employs a hierarchical structure to determine classifications based on features yet maintains language independence due to its reliance on processed data and statistical likelihoods.

The challenge of surzhik processing and a general mix of Ukrainian and Russian languages was solved with the well-known concept of the Bag of Words Model combined with the stemming approach.

*The Bag of Words (BoW) model* builds vocabulary and disregards the sequence and structure of words in a document, focusing solely on their occurrence and frequency.

When incorporating stemming, the BoW model employs a technique that condenses words to their root or base form, aiming to unify variations of the same word. By reducing words to their essential form, stemming ensures that similar words or derivatives are recognized as identical. So, the BoW model processes them as a united language. This unified approach requires less training data and increases accuracy within the context of multiple languages of the same linguistic group.

Despite its simplicity, this combined approach provides a solid mechanism to deal with the surzhik, dialects, and multilingual texts.

From a technical perspective, stemming was used in the open-source library `UK_Stemmanizer` provided by enthusiasts of the Ukrainian NLP community: `awesome-Ukrainian-nlp` and `GRAC`.

Figure 1 represents the flow diagram of the multilingual pipeline. The first step after import is preprocessing. It refers to data

normalization and clean-up regarding natural text messages containing images, emojis, and other uninformative symbols. The next step is the initialization of the BoW model with the UK\_Stemmanizer.

After that, dependent on the input from the user, there are two possible scenarios: categorization and classification on the selected criteria or authorship attribution.

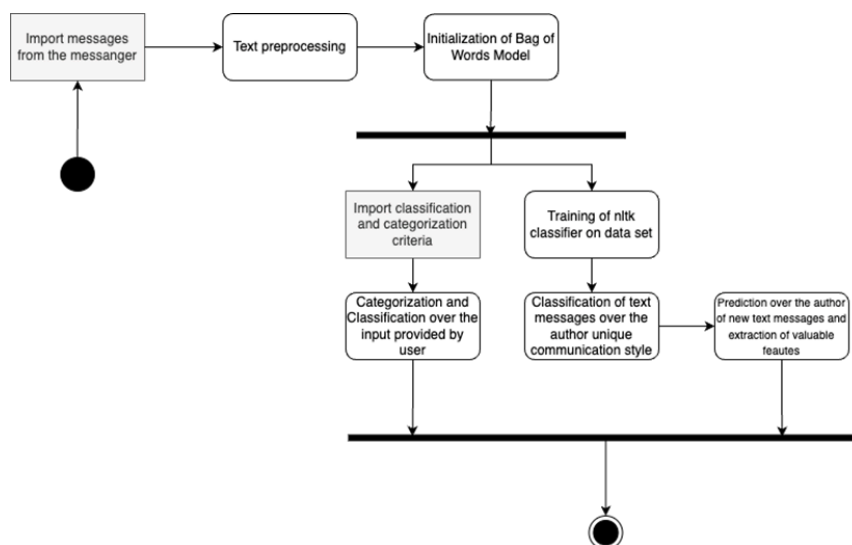


Fig.1 Steps of multilingual NLP pipeline

The set of algorithms below represents the initialization of the BoW model. The general process could be divided into tokenization combined with stemming, extracting the features, and initializing the BoW model with the labeled features.

Tokenization is the process of breaking down a text into smaller units, in our case — stemmed words. This helps to combine multiple languages into one context and organize data for the next steps. Tokenization was performed with the built-in nltk tokenizer, and each token stemmed with the UA\_Stemmer component.

Also, in this step, we filter cropped tokens through the stop words list and remove ones that match. As the base of the stop words dictionary, we used open-source dictionaries for Russian and Ukrainian and extended them with common interjections, such as "uо," "ага," "че" and more.

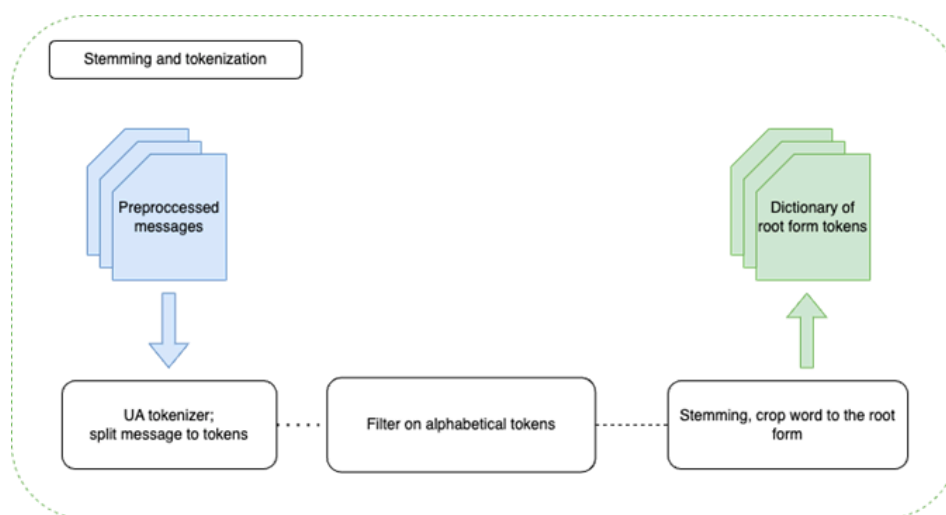


Fig. 2. Stemming algorithm visualization.

The next step is building the BoW model. We will create the vector representation for each document in the corpus (text message from the chat). Each position in the vector corresponds to a word in the vocabulary, and

the value at that position represents the frequency of that word in the document.

As was mentioned before, BoW discards the order of words in the text and focuses solely on their frequency. In Figure 3 we provided a visual representation of the BoW building process.



Fig. 3 Building a dictionary of tokens and their frequencies (BoW model)

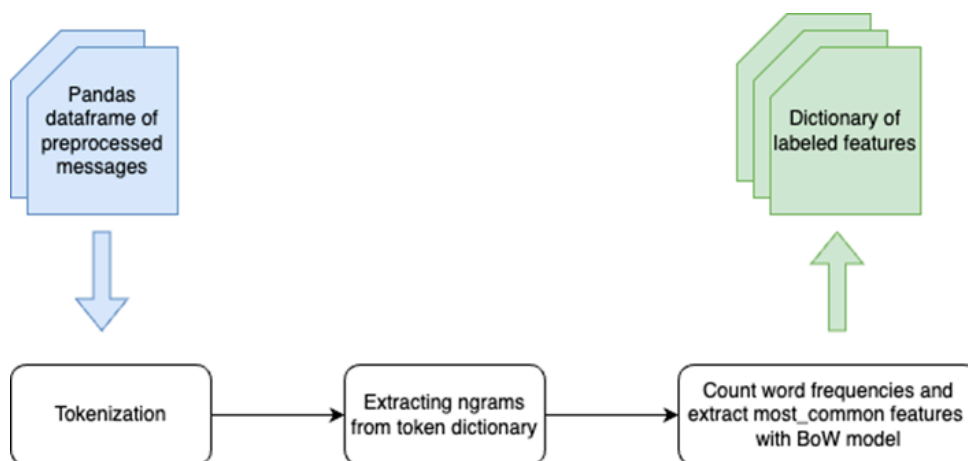


Fig. 4 Extracting labeled features with the BoW model

In the end, the main purpose of the algorithm is to prepare a list of the most frequent features. However, the difference from other approaches is that in our case, we first “normalize” the word to its root form, so this way, we may deal with both Ukrainian and Russian languages in the same NLP pipeline context.

### Performance evaluation

As the performance evaluation metric, we choose the accuracy of the author identification pipeline. Based on the collected data, the Native Bayer classifier provides the best prediction results. The reasoning behind this is in its nature, as the Native Bayers perform classification based on the most informative features. In the case of authority identification,



word combinations that one individual tends to use more often than others. Table 1 provides the classification accuracy coefficient, dependent on the classifier and language (Ukrainian, Russian, or both).

Also, from the table, we can conclude that classifiers process texts with mono-language with higher accuracy. However, the contrast between the results is minimal (in all cases

under 5%). So, the multilingual pipeline can perform prediction with higher than average accuracy.

It is important to note that extracting these informative features (n-grams) is part of the NLP pipeline. Figure 5 represents the most informative three-grams for the train dataset messages. These results also may be used for better visibility and future analysis.

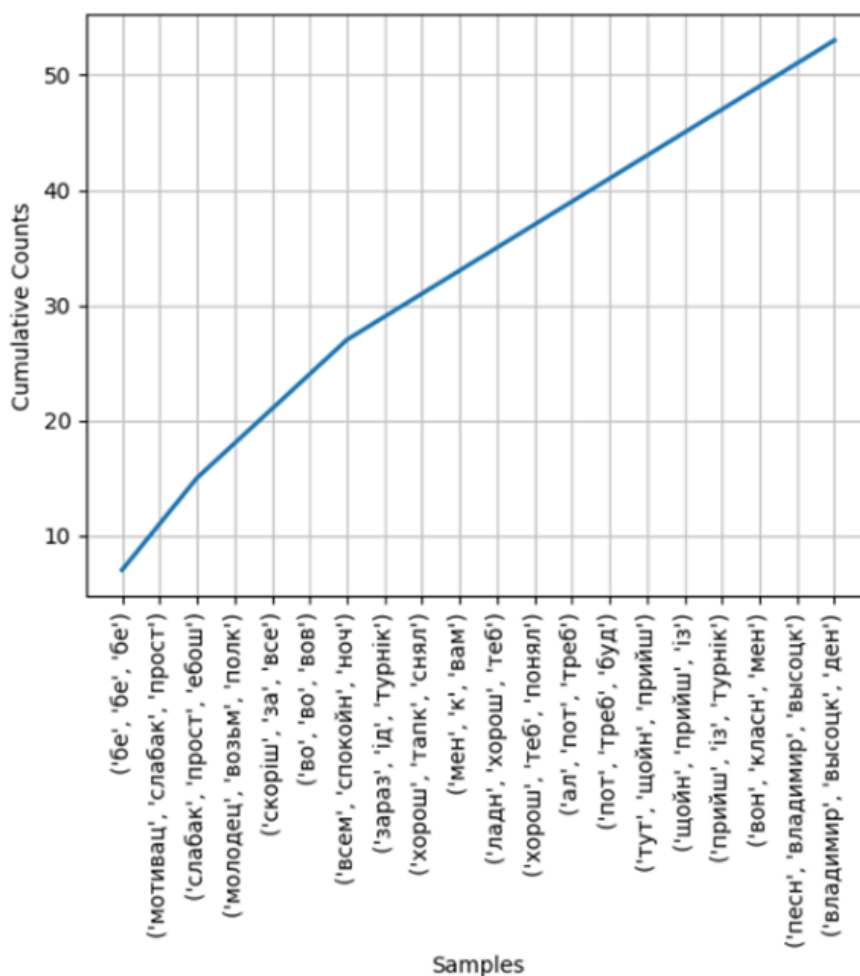


Fig. 5 Representation of the most informative three-grams for the input data

Table 1. Accuracy of authorship identification based on language and base nltk classifier

Method	Accuracy (ukr. + rus.)		Accuracy (ukr.)		Accuracy (rus.)	
	Train data	Test data	Train data	Test data	Train data	Test data
NativeBayers	.767	.751	.863	.831	.821	.801

MaxentClassifier	.730	.691	.822	.792	.781	.752
DecisionTree	.731	.644	.770	.736	.701	.690

**Conclusion.** In this work was proposed building efficient multilingual NLP pipelines focused on mixed Ukrainian and Russian languages. While designing the method, I considered the unique specifics of the Ukrainian and Russian languages and the usage of surzhyk and slang phrases in everyday communication. The proposed method has high efficiency: over 75% for test data, providing reliable results. Also, within the context of the NLP pipeline, a user interface was provided for communication with the model via a web application. Designed UI provides functionality not only to categorize data but also to provide other instruments for data visualization, such as the diagrams of the most relatable features and words cloud within the dataset. From an infrastructure point of view, we provided a containerized application. Cloud-agnostic and fully isolated within the container, provide the mechanism of scalability within the Kubernetes pods.

### References

1. NLTK [Online] // Official NLTK documentation – 2021. – Available at: <https://www.nltk.org/>
2. UkStemmer [Online] // Official documentation for UkStemmer, opensource project // Desklop – 2019. – Available at: [https://github.com/Desklop/Uk\\_Stemmer](https://github.com/Desklop/Uk_Stemmer)
3. In-Depth Explanation of the Bag-of-Words Model [Online] // Medium // Victor Zhou – 2023. – Available at : <https://towardsdatascience.com/a-simple-explanation-of-the-bag-of-words-model-b88fc4f4971>
4. Open resources and instruments for Ukrainian NLP [Online] // uacorus – 2023. – Available at: <http://uacorus.org/Kyiv/en/open-resources-and-tools-ukrainian-language>
5. Mikel Artetxe and Holger Schwenk. 2019. Marginbased parallel corpus mining with multilingual sentence embeddings. In Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics

*Laska Illia Olehovych, student*

*Igor Sikorskyi Kyiv Polytechnic Institute, Ukraine*

*Academic supervisor: Sydorov Mykola Oleksandrovych, doctor of technical sciences,*

*professor, professor of the Department of Informatics and Software Engineering*

*Igor Sikorskyi Kyiv Polytechnic Institute, Ukraine*

## TOWARDS A GENERALISED CATALOGUE FORMAT FOR SOFTWARE QUALITY METRICS

**Анотація.** Для боротьби з непередбачуваністю розробки програмного забезпечення були розроблені сотні, якщо не тисячі метрик. Проте ця кількість показників ускладнює процес їх вибору. У цій роботі розглядаються кілька форматів каталогу, призначених для вирішення цієї проблеми, і пропонується інший формат каталогу, спрямований на надання можливості виявлення метрики та забезпечення швидкого пошуку метрик і варіантів їх використання. Запропонований формат придатний для використання в системі вікі-стилю, де він дозволить легко отримувати потрібні дані про метрику.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** життєвий цикл розробки програмного забезпечення, показники програмного забезпечення, каталог показників, формат каталогу показників

**Abstract.** To combat the unpredictability of software development hundreds if not thousands of metrics have been developed. Yet this abundance of metrics complicates the process of metric selection. This paper looks at several catalogue formats designed to alleviate this issue and proposes another catalogue format aimed at solving the metric discoverability problem and providing a quick look-up reference for available metrics and their use cases. The proposed format lends itself to usage in a wiki-style system where it would allow for easy querying for desired metric data.

**KEY WORDS:** Software Development Life Cycle, Software Metrics, Metrics Catalogue, Metrics Catalogue Format

**Introduction.** With the rising cost and complexity of software development in the modern world, companies aiming to deliver software products based on previously agreed upon timeframes and according to set budgetary constraints can no longer afford to rely on the previously popular code and fix models and thus need to develop more sophisticated measures of tracking the progress of their software projects. Yet software development is usually regarded as an innovative endeavour faced with elevated uncertainty and risk of missed deadlines and budgetary overruns, making predictions, especially concerning the long-term development progress, becomes a rather imprecise and somewhat speculative affair. To combat the uncertainty and unreliability of the naïve approaches to estimation, countless different metrics have been developed aiming to introduce a formal method and provide concrete data to improve the precision of estimates.

In fact, metric-based approach proved so popular, that there are now hundreds if not thousands of metrics aimed at evaluating different parts of the software development lifecycle, each suitable for a certain approach to software development and each with its special benefits and usage specifics. Thus, the decision makers are faced with an excess of data, that is difficult to parse for the purpose of selecting a set of metrics best suited for a specific development project based on its requirements and peculiarities. As an answer to this problem several software metric catalogue formats have been

proposed, aiming to provide structure to metric description data and facilitate informed metric selection by providing metric details in a structured format making it easier to parse the vast amounts of metric data and highlight their specifics, advantages and drawbacks. This paper looks at some of the notable examples of such metric formats and discusses their benefits and limitations. Based on these findings, a new metric catalogue format is proposed based on the synthesis of discussed ideas, along with a format for a metric catalogue query system, aimed at providing an ability to extract a desired limited subset of metrics from the catalogue based on a certain number of metric parameters and classifiers.

**Background.** An attempt to create a specific metric catalogue format is not a novel idea. There has been made a significant number of attempts to provide overviews of certain subsets of metrics, usually limited to specific fields, such as object-oriented software metrics [1], infrastructure metrics [2], or even metrics selected to compliment specific programming languages, as in the case of [3]. These overviews, while helpful for the specific fields they were developed for, do not provide sufficient insight into which metrics should be selected for the general case development project and what should this decision be based upon. Thus, before attempting to evaluate existing metric formats or propose a new one it would be prudent to examine what features of the metric may be useful for its evaluation and what additional context may be needed to make an informed decision as to its selection for use for a specific project.

**What makes a good metric and how can we tell.** A metric by itself constitutes a plain value, and while it may seem tempting to attach a significance to it, without putting it in proper context it might lead to counterintuitive or counterproductive results if used to influence decision-making. For example, while measuring developer productivity through simple metrics, such as LOC delivered in a specified time period, may seem appropriate in theory, such a measurement could be gamed by less candid developers by extending code length at the expense of quality and readability. As E. Bouwers et al point out “No matter what you define as a metric, as soon as it is used to evaluate a team, the value of the metric moves

toward the desired value... Thus, using a metric allows you to steer toward a goal” [4]. Yet the goal that the project team would be steered toward by a selected metric might be completely different from the desired goal and end up being counterproductive, as shown in the example above. Thus, when providing a description of a metric, it is prudent to provide necessary context that would help avoid common pitfalls stemming from its improper usage.

Since the results of choosing to focus on a specific metric may be unintuitive to those unfamiliar with a particular metric, it would be desirable for a catalogue to provide a multifaceted description of the metric that would provide a user, previously unfamiliar with a metric, enough data to understand the implications of the measures obtained from it and put it to use avoiding the common pitfalls. To that end it would be prudent to use a system that would help provide a concise yet thorough explanation of a metric. C. Kaner et al provide a metric evaluation framework that sets up 10 questions that shed light on different facets of the metric and help understand what exactly are they measuring and how could these measurements be useful [5]. Questions range from basic and fundamental – such as what attribute exactly is being measured and for what purpose, to more complex, such as “What are the natural and foreseeable side effects of using this instrument?” [5]. Successfully answering as many of these questions as possible provides a solid foundation of knowledge for the metric and helps the user of the catalogue understand all the implications of its usage.

**Existing formats overview.** There have been a few notable catalogue variants proposed over the years, the most fitting of these will be examined below.

One of the most popular approaches is the one proposed by L. Olsina et al [6]. Their model consists of 29 fields, starting from the basic descriptors, like name and definition, but also providing some context, like details about the measurement process, and potential beneficiaries. While it does form a nice basis for a detailed catalogue format, it does not examine the externalities connected to usage of the metric, as described in the previous chapter.

Another catalogue variant has been proposed by E. Bouwers et al [7]. Their approach has been designed to provide as compact of a metric overview as possible, and to that end they designed a format consisting of 16 fields split into two columns containing qualitative and quantitative fields respectively. While providing a great compact overview of the most important aspects of the metric, the

brevity of their approach can be extended to provide a more complete overview of the metric.

**Proposed catalogue format.** The proposed catalogue format is based on the approach described in [7], extended with new fields, providing more context for the metric and the specifics of its measurement, shows its relation to software development lifecycles and development aspects. The resulting format consists of 32 fields also divided into two categories – qualitative and quantitative fields. Since its intended use is not only as a lookup table for knowledgeable professionals aiming to select a set of metrics for their project, but also as an education aid for those unfamiliar with certain metrics and a reference for those looking into software metrics in an academic context it aims to fill the gaps in the format proposed in [7], erring on the side of providing an excess of information at the cost of brevity. Table 1 shows this catalogue format using the “Lines of Code” metric as an example.

Table 1 – proposed catalogue format exemplified with Lines of Code metric

<b>Name</b>	LOC	<b>Level</b>	Base
<b>Aliases</b>	Lines of Code, Code Lines	<b>Type</b>	Internal
<b>Entity</b>	Code Base	<b>Range</b>	[0, ∞]
<b>Entity Type</b>	Product	<b>Value interpretation</b>	Usually larger values are considered disadvantageous, yet the value is more useful when put in context of tracking the change of this value over time
<b>Attribute</b>	Size	<b>Metric Variability</b>	Theoretically infinite
<b>Definition</b>	Sum of lines of code in all code files	<b>Attribute Variability</b>	Theoretically infinite
<b>Rationale</b>	Self-evident in this case – more lines increase the size of the code base	<b>Scale type</b>	Absolute scale

<b>Implications Positive</b>	Metric may be useful as a simple estimate of project size and complexity	<b>Timeframe</b>	May be useful both short and long term
<b>Implications Negative</b>	Metric may be a poor estimate of complexity and fails to differentiate between useful code / duplicated code / library code	<b>Granularity</b>	High-level
<b>Externalities</b>	Overreliance on keeping the value of this metric low may lead to needlessly increased complexity, etc...	<b>Related metrics</b>	Includes metrics based on this metric, like “LOC delivered by the developer in a specified timeframe”
<b>Applicability context</b>	Generally applicable, yet less so for complex systems	<b>Complimentary Metrics</b>	Metrics aimed at estimating complexity that would put the measured size in context
<b>Solution types and strategies</b>	Treating: Decrease duplication, remove unneeded libraries	<b>Measurement Type</b>	Most often automated
<b>Appropriate SDLC Type</b>	Any	<b>Measurement Instrument</b>	LOC calculation software
<b>SDLC Phase</b>	Development / Maintenance	<b>Instrument Readings Variability</b>	Reading may differ for different instruments if their definitions are different (whether empty lines / comment should be counted etc)
<b>Development Aspect</b>	Code Quality	<b>Validation</b>	*List of studies related to metric*
<b>Relevant Stakeholders</b>	Developers	<b>References</b>	*List of links providing further data about metric*

The explanation for the fields that differ from those suggested in [7] are provided below:

- Aliases: provides alternate names for the metric.
- Entity type: explains whether this is a metric related to product / project / process.

- Implications positive and negative: split the implications field into two, to keep the positive and negative implications separate.

- Externalities: shows the possible wider-reaching and external consequences of reliance / overreliance on this metric.

– Appropriate SDLC type: shows what software development lifecycle types this metric is appropriate to use with (some metrics are mostly used with, for example, Agile methodologies and lifecycles).

– SDLC phase: shows on which phase of the lifecycle this metric is most useful.

– Development aspect: shows which aspect of development the metric relates to (security, cost, client satisfaction, etc)

– Value interpretation (replacing the expected result field): explains what a certain metric value “means” and how it should be interpreted.

– Metric and attribute variability (replacing the variability field): since the variability of the attribute may not necessarily lead to the same variability of the measured value it may be useful to keep track of these two parameters separately.

– Timeframe: shows whether it is a short-term metric that can be used to get immediate actionable insights, or a long-term metric that needs to be observed for some period of time before actionable results can be obtained.

– Granularity: shows whether this is a metric providing a high-level overview of the project or its part (development team performance) or a deeper specific insight (average time to remove a reported defect).

– Complimentary metrics: provides a list of related or unrelated metrics that could be used together with the provided metric to

enhance the quality of the insights that can be obtained from these measurements.

– Measurement type: explains whether the metric is usually measured by hand or through the use of an automated system.

– Measurement instrument: what is used to measure obtain the value of the metric.

– Instrument readings variability: shows what measurement error should be expected from the tools used.

– References: a place for links to external resources providing more detailed information about the metric.

While this format may seem excessively verbose at first glance, this level of detail provides an ability to create a robust query system for the developed catalogue. In it, all the fields that can uniquely identify a metric (name, alias) and all fields the value of which can be selected from a list of allowed values (entity type, scale type, SDLC phase) can be used to query the metrics repository and thus limit the number of metrics related to each search to a certain subset of a manageable size for the user. For example, a team starting the development of a software system may want to look only for process metrics that are useful on the planning stage of development and are useful for managers specifically. Having narrowed down the list of metrics through such a query they would then have a much easier time selecting appropriate metrics from the resulting subset, even if the original metrics repository contained thousands of metrics.

**Conclusion.** This paper introduces a software metric catalogue format that consists of 32 fields and aims to provide exhaustive data on a selected metric. Such a catalogue format may be useful in both an academic setting – to teach or research metrics, and a commercial setting – to aid in selection of appropriate metrics for software development projects. This format also allows the introduction of a catalogue query system that decreases the complexity of searching for desired metrics by allowing users to select a specific subset of metrics based on their interest.

## References

1. Saraiva, Juliana & Barreiros, Emanuel & Almeida, Aduato & Lima, F. & Alencar, A. & Lima, G. & Soares, Sergio & Castor, Fernando. (2012). Aspect-oriented software maintenance metrics: A systematic mapping study. IET Seminar Digest. 2012. 253-262. 10.1049/ic.2012.0033.

2. Stefano Dalla Palma, Dario Di Nucci, Fabio Palomba, Damian Andrew Tamburri. Toward a catalog of software quality metrics for infrastructure code. *Journal of Systems and Software*. Volume 170. 2020. 110726. ISSN 0164-1212.
3. Balmas, Françoise & Bergel, Alexandre & Denier, Simon & Ducasse, Stéphane & Laval, Jannik & Mordal-Manet, Karine & Abdeen, Hani & Bellingard, Fabrice. (2010). Software metric for Java and C++ practices (Workpackage 1.1).
4. Eric Bouwers, Joost Visser, and Arie Van Deursen. 2012. Getting What You Measure: Four common pitfalls in using software metrics for project management. *Queue* 10, 5 (May 2012), 50–56. <https://doi.org/10.1145/2208917.2229115>.
5. Kaner, Cem & Bond, Walter. (2004). *Software Engineering Metrics: What Do They Measure and How Do We Know?*
6. Olsina, Luis & Lafuente, Guillermo & Pastor, Oscar. (2002). Towards a Reusable Repository for Web Metrics. *J. Web Eng.* 1. 61-73.
7. Bouwers, Eric & Deursen, Arie & Visser, Joost. (2014). Towards a catalog format for software metrics. *Proceedings of the 5th International Workshop on Emerging Trends in Software Metrics*. 10.1145/2593868.2593876.



**Shmatko Maksym**, student of higher education

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine

**Supervisor: Zhurakovska Oksana**, PhD, Associate Professor at the Department of Information Systems and Technologies

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine

## USING THEORY OF SCHEDULING ALGORITHMS FOR TASKS PLANNING AND TIME MANAGEMENT

**Abstract.** Nowadays, project's task planning and time management are key aspects of workflow efficiency. Task scheduling is an integral part of task planning, and scheduling theory algorithms are used to solve such problems. In this work, a hybrid algorithm is proposed, which combines the greedy approach and elements of the evolutionary approach to solve the problems of schedule formation.

**KEY WORDS:** theory of schedules, time management, task planning.

**Introduction.** The task planning and the formation of the daily schedule and the project schedule are currently a very relevant topic. Planning your day and tasks is a key element of time management, and the use of scheduling theory algorithms proves to be extremely useful in achieving this goal.

Depending on the specific input conditions of the problem, such as the available characteristics of the problems and the criteria for evaluating their priority, various algorithms are used to solve the problems of schedule theory [1]. This work is devoted to the solution of the problem of forming a tasks's schedule in a project with given priorities and directive terms of tasks.

**Main part.** The choice of an algorithm for solving the task of creating a daily schedule may depend on the initial conditions of the tasks, such as the number of participants in the schedule (devices) and the conditions for creating the schedule. Also, the choice depends on the existing criteria for assessing the priority of tasks.

Consider the following problem. We have a set of user tasks, each of which is characterized by an execution time, a priority,

and a directive deadline. We have the start and end time of the working day, within which it is necessary to create a schedule. It is necessary to make a schedule for a subset of high-priority tasks with a minimum penalty according to the criterion of minimisation the total deviation from the directive deadlines.

Let's build a mathematical model of the given problem. There are a set of  $n$  tasks  $P, P = \{p_1, \dots, p_n\}$  and one user (device). For each task  $p_i$  the execution duration  $t_i$ , task priority  $l_i$  and directive term  $d_i$  are known. The task may or may not be included in the schedule. There is a length of time period, which is being scheduled  $t$ . All tasks of the set  $P$  enter the system at the same time, the service processing for each occurs without interruption. There is the number of algorithm execution iterations  $n'$ . To form a schedule it is necessary to select a subset  $S = \{s_1, \dots, s_j\}$  of the set  $P$ , where  $s_i$  – task that is added to the schedule. All tasks of the set  $P$ , that do not belong to the set  $S$  (did not get into the schedule), form the set  $R, R = \{r_1, \dots, r_k\}$ . After the

schedule is formed, the total penalty for loss of priority  $K$  is calculated  $K = \sum_{i=1}^n l_i$ , where  $l_i$  – the priority of the task  $p_i$ , which is equal to the penalty for not adding the task  $p_i$  to the schedule, and general penalty for deviation from the directive term  $D = \sum_{i=1}^j d_i$ , where  $d_i$  – the difference between the directive deadline and the actual time in the schedule for tasks whose actual time is greater than the directive deadline. The problem has the following limitations:

- $\sum_{i=0}^j t_i \leq t$  – the sum of the durations of tasks included in the schedule must be less than or equal to the length of the period on which the schedule is assigned;
- $p_i \in S \parallel p_i \in R$  – the task may or may not be included in the schedule;
- tasks cannot be interrupted.

It is necessary to find a schedule that minimises the total penalty of the tasks and the total penalty for the deviation of the tasks from the directive deadlines, taking into account the existing constraints.

The proposed method for solving the given problem is a hybrid algorithm that combines the greedy approach [2] and elements of the evolutionary approach [3].

#### Algorithm.

##### 1 stage

Sort the set of tasks  $P$  according to decreasing priority estimates of tasks  $s_i$ .

Create a schedule where each task is included in the schedule in the order of greedy selection.

##### 2 stage

Generate a population of schedules  $L_j$  by mutations (changing the order of tasks of the initial set) and combinations (uniting or exchanging parts of partial schedules) [4].

##### 3 stage

Calculate the total penalties for not adding to the schedule and deviation from the directive term for each schedule in the population:

$$K_i = \sum_{j=1}^n k_j,$$

$$D_i = \sum_{i=1}^j d_i.$$

##### 4 stage

Choose the best schedule with the smallest total penalty in the population  $K_i + D_i$ .

##### 5 stage

Perform stages 2-4  $n'$  times – the specified number of iterations of the algorithm execution. The final schedule is a solution to the problem.

The proposed algorithm allows you to combine the advantages of the greedy algorithm, such as speed and simplicity of implementation, with the advantages of the evolutionary approach, such as scalability and adaptability to the conditions of the problem.

**Conclusions.** The proposed approach to solving the problems of creating a daily schedule allows you to quickly and efficiently plan the work based on the given tasks. Also, the advantage of this algorithm is the possibility of modifications for specific conditions of the task, changing the criteria for determining the priority of tasks and adding new criteria.

## References

1. Pinedo. M. Scheduling Theory, Algorithms, and Systems. New York: Springer, 2012. 69-109 p.

2. Roughgarden T. Roughgarden Algorithms Illuminated (Part 3): Greedy Algorithms and Dynamic Programming. New York: Soundlikeyourself Publishing, 2019. 1-21 p.
3. Xinjie Y., Mitsuo G. Introduction to Evolutionary Algorithms. Cranfield: Cranfield University, 2010. 14-27 p.
4. Pétrowski A., Ben-Hamida S. Evolutionary Algorithms. Switzerland: Springer International Publishing, 2016. 1-30 p.

*Volobuiev Nikita Oleksandrovich, master's degree student*

*National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine*

*Supervisor: Pavlov Oleksandr Anatoliyovych, doctor of technical sciences,*

*professor, professor of computer science and software engineering department*

*National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine*

*Holovchenko Maxim Mykolayovych,*

*senior lecturer at computer science and software engineering department*

*National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine*

## **METHODS AND SOFTWARE FOR PROVIDING SOFTWARE-DEFINED FAR MEMORY IN DISTRIBUTED SYSTEMS**

**Анотація.** У роботі розглянуто проблему надання віддаленої пам'яті у розподілених системах. Розглянуто підходи до інтеграції віддаленої пам'яті у програмне забезпечення, забезпечення відмовостійкості та високого рівня швидкодії. Запропоновано удосконалений алгоритм заміщення проміжків, що спирається на статистику доступів до проміжків пам'яті для більш ефективного переміщення проміжків між локальною та віддаленою пам'яттю, що дозволяє знизити затримку доступу до даних у порівнянні з більш простими підходами заміщення проміжків.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** віддалена пам'ять, розподілені системи, комп'ютерні мережі, заміщення сторінок, Linux, Rust.

**Abstract.** This work discusses the problem of providing far memory in distributed systems. The approaches to integrating far memory into software, ensuring fault tolerance and high performance are reviewed. An improved span replacement algorithm is proposed which is based on memory span access statistics and provides more efficient swapping between local and remote memory. This results in reduction of data access latency compared to simple span replacement approaches.

**KEYWORDS:** far memory, distributed systems, computer networks, page replacement, Linux, Rust.

**Introduction.** Modern datacenters rely on various approaches to improving resource efficiency, one of which is resource disaggregation. Instead of resource (storage devices) being located on individual servers, it is separated into dedicated storage infrastructure that forms a pool of storage shared between all compute nodes. This allows to assign as much storage to individual nodes as needed and avoid extra disk space to remain unused. For random access memory (RAM), operators of world's largest datacenters report average utilization of around 60% [1] which is mainly caused by individual nodes in datacenters underutilizing RAM provided by hardware. Separating RAM into dedicated infrastructure that is accessed over the network is not possible because it causes typical software to significantly degrade in performance, breaching service level objectives (SLOs). One approach to solve this is software-defined far memory. This method is based on moving some chunks of data nodes with heavy RAM utilization to nodes underutilized RAM and access this data over the network in a way that is transparent to the software. This results in higher memory utilization overall while also allowing software to process datasets that are larger in size than RAM of a single compute node. The goal of far memory is to move as many data as possible from local

memory to remote nodes while solving challenges that this configuration introduces. Far memory software should ensure high performance of memory access operations, provide fault tolerance, integrate without significant changes to the codebase while not relying on specialized hardware.

**Overview of existing methods.** There are not many existing works in this field because operators of the largest datacenters became interested in using far memory relatively recently. At the time of writing, Carbink [2] is considered a state-of-the-art far memory implementation along with multiple other notable works.

While Carbink is an advanced far memory implementation, it is closed source, tied to the infrastructure and tooling of a specific datacenter operator (Google) and is not available for external use. It relies on and supports only application-level integration. Memory spans replacements and defragmentation are reduced based on simple heuristics.

AIFM: High-Performance, Application-Integrated Far Memory [3] shows the benefit of application-level far memory integration. However, this implementation supports only one storage node and does not provide fault tolerance.

Some methods of providing far memory, like Hydra [4], rely on specialized hardware, for example network interface cards supporting Remote Direct Memory Access (RDMA) like InfiniBand. While it allows to transfer spans between nodes with low latency, installing or upgrading hardware may not be desirable or achievable in most environments due to costs associated with it that may outweigh the benefits provided by far memory.

Other methods, like "Software-Defined Far Memory in Warehouse-Scale Computers" [5], use more advanced approaches to optimize far memory performance, including statistics collection across the fleet to build a model predicting optimal parameters for the system. However, this implementation uses disk as storage backend, which is not optimal for many applications due to lower performance

compared to storing data in RAM of remote nodes.

These properties and problems of existing solutions create a need for an alternative method of providing far memory.

**Designing a method and software for providing far memory.** Method of providing far memory that is discussed in this work, similarly to Carbink, uses following components: compute nodes, storage nodes and manager node. Far memory client is integrated into compute nodes and works with memory spans (sequences of bytes) that can be located in the local or remote memory. Far memory client swaps out memory spans under memory pressure and swaps them back in when access is requested by the software. Storage nodes store spans data that were swapped out. Manager node assigns space on storage nodes for use by specific compute nodes, tracks health of all components and restores data on storage nodes that go down.

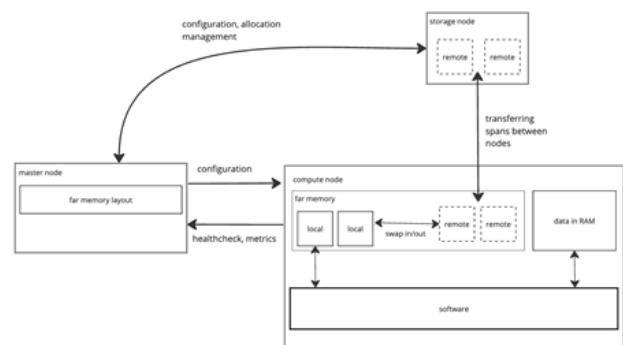


Fig. 1. Far memory components

To integrate far memory into the software, the method discussed in this work takes two approaches. The first one (inspired by Carbink and AIFM) is application-level integration with a client library that works by wrapping data managed by far memory into two nested smart pointers (similar to AIFM but second smart pointer is introduced instead of

relying on dereference scopes). When the first pointer is dereferenced, far memory client checks if relevant span is located in local or remote memory, swaps it in if needed and returns another smart pointer. When second pointer is dereferenced, application receives reference to underlying object and proceeds to work with it as with any other object in RAM. For each span, a reference counter is maintained and increased on each dereference of the first smart pointer. When the second smart pointer goes out of scope (implemented by Drop trait in Rust), reference counter is decreased. When it reaches zero, far memory client may swap it out in case of memory pressure. When the first pointer goes out of scope, data is removed from memory because it cannot be accessed by software anymore. Taking inspiration from AIFM, client library also provides implementations of various data structures designed for use with far memory which are more efficient due to additional information available during memory access event (for example, knowing which specific part of data structure is accessed allows to swap it in only partially). Unlike AIFM, no computation is shifted to storage nodes. Another important aspect is conversion of objects into bytes sequence and vice versa. The simplest approach is copying the whole area of memory where object is stored as is. While far memory client implements this approach, it is not optimal for a number of use cases. Because typically data structures contain pointers to other objects that need to be traversed, far memory client provides a wrapper that relies on serialization to encode object and nested fields when swapping out.

A different method is used to integrate into software without any changes to the codebase. Far memory client implements a virtual block device (based on NBD [6]) that can be used to place Linux swap partition on it (similar to the approach used by InfiniSwap [7]). This allows to move infrequently accessed memory pages (by swapping mechanisms in

operating system) to far memory with performance higher than if swapping was performed to disk.

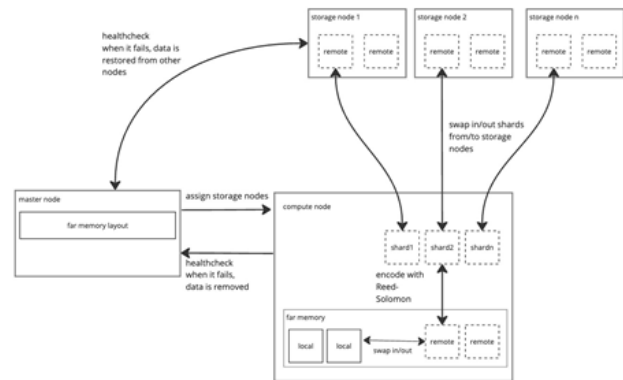


Fig. 2. Swapping spans to multiple nodes

To make far memory more reliable given expanded failure domain, this work follows the same approach as Carbink and uses Reed-Solomon [8] coding to compute parity shards for spans and place them on different storage nodes. In the event of node failure this allows to restore data using shards from other nodes while keeping recovery time low and using less additional memory compared to replication.

Performance is critical for far memory and defines types of software where it can be applied. It is not possible to make far memory as fast as local RAM, however additional latency can be reduced to an acceptable level. To make far memory performant, the client uses hardware resources efficiently by avoiding unnecessary copying of data and communicating with other nodes using lightweight network protocol that is based on TCP. Far memory client implements partial span swap out (unlike Carbink) to move as much memory as required to maintain enough free memory which is beneficial when dealing with large spans. To avoid blocking application threads with waiting for free memory on swap in, a background thread is swapping out spans with low probability of access (similar to Carbink and AIFM that shift various operations to background threads).

However, the key to making far memory performance more close to local RAM is always keeping data that application is about to access local. To achieve this, a background thread swaps in spans in advance that have high probability of access according to replacement algorithm. Ideally, correct spans are swapped in quickly enough and application will never be blocked by waiting for swap in in main thread.

It is easy to notice that the algorithm of choosing spans to swap out (and swap in in advance) plays significant role in far memory performance. To maximize performance, each time when swap out is needed it is more optimal to pick spans that will be accessed last of all. At the same time, for swap in in advance it is better to pick spans that are going to be accessed sooner than other spans. This creates a need for span replacement algorithm that takes span access history (including previous application runs) as an input and produces candidates for swap in and swap out. With this formulation, it is similar to page replacement algorithms [9] in operating systems. Software implementation of this method of providing far memory includes random replacement algorithm, least recently used algorithm, most recently used algorithm.

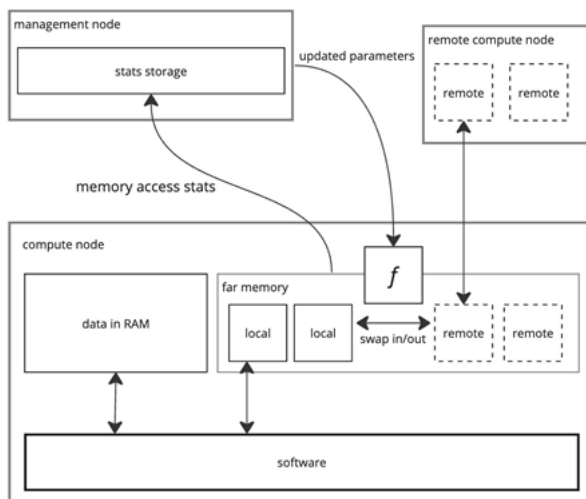


Fig. 3. Span replacement algorithm based on memory access statistics

Real-world software has different and complex memory access patterns which makes relying on simple heuristics inefficient. For

example, LRU will not be efficient for software that scans all of its working set sequentially in cycle. Unlike existing methods, that rely on simple heuristics, this work offers to take a different approach. Specifically, given that there is relatively low number of spans in the system, it is feasible to collect and track access statistics for all of them. These stats are sent from compute nodes to manager node that processes them by building models that predict next span access events for complex span access patterns (this is inspired by [5], but instead of optimizing hyperparameters, collected statistics are used to build models that predict which spans will be accessed). This model is later used by compute nodes as a span replacement algorithm. This work includes an "optimal model" (based on Belady's algorithm [10]) that picks spans for swap operations perfectly given unchanging memory access patterns. For software with dynamic memory access patterns, implementation based on recurrent neural network is provided.

Thus, the novelty of the proposed method of providing far memory lies in the fact that, unlike existing methods, the problem of span replacement is solved statistically more efficiently through the implementation of span access prediction model parameters adaptation based on statistics that are continuously collected during software runtime.

**Performance evaluation.** Evaluation of this method of providing far memory seeks to answer the following questions:

1. What end-to-end performance does this method of providing far memory achieve for typical applications with different memory access patterns?
2. How span access distribution affects performance of far memory operations?
3. What end-to-end performance is achieved with different span replacement algorithms?

To answer these questions a number of experiments were run on two servers with 64GB RAM and 10 Gbit/s NIC. Far memory

was integrated into three synthetic applications with different memory access patterns:

1. Large language model inference application, where weights are stored in far memory. This software represents class of tasks where working set is scanned in unchanging order.

2. Web service application that accepts zipf-distributed requests to a collection of objects one of which is picked, encrypted, compressed and sent as response. This represents a class of software built around key-value data structures, where a lot of small objects are accessed with a certain distribution.

3. An application that queries a dataframe processing it similarly to a typical data processing system or a database. High level data structures provided by far memory client allow more efficient processing of the stream.

In each case, system throughput is measured with different levels of local memory ratio.

Based on collected data, it can be noted that this far memory method works best for applications that can utilize high-level data structures designed for use with far memory. Better throughput is achieved with larger objects and predictable access patterns.

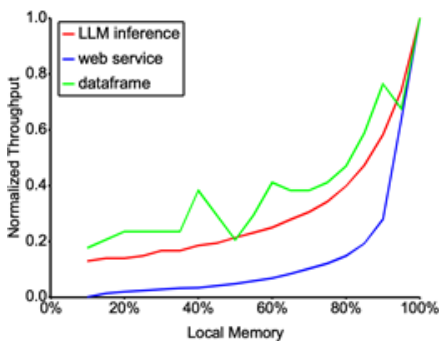


Fig. 4. Throughput by application and local memory ratio

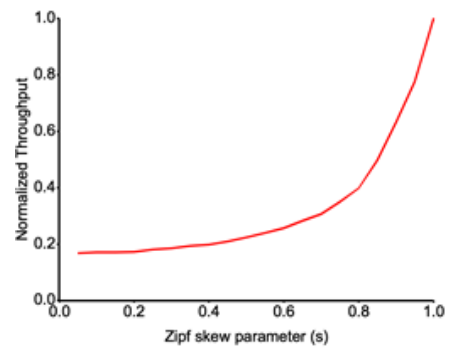


Fig. 5. Web service throughput by skew of requests

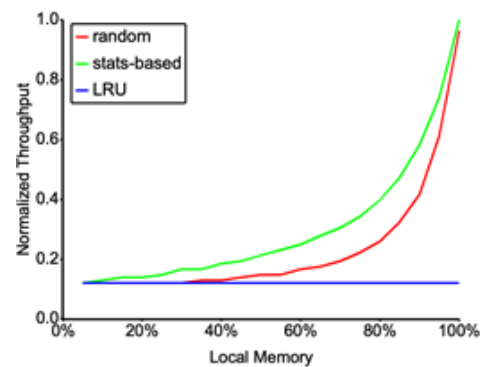


Fig. 6. Throughput by replacement algorithm and ratio of local memory

Applications with high skew of requests distribution can benefit from using far memory while having lower performance impact compared to applications with uniform distribution of requests. After running the neural network inference application with different span replacement algorithms, an improvement to throughput was observed for span replacement algorithm that dynamically relies on span access statistics from previous software runs.

**Conclusion.** This work proposes a method of providing software-defined far memory in distributed systems. Method and software that was designed ensures integration simplicity, fault tolerance and high data access performance without relying on specialized hardware. Span replacement algorithm choice was analyzed as a factor of far memory performance. Relying on recoding and analyzing span access statistics to build a model for span replacement has shown better performance compared to simple heuristics used by existing approaches to providing far memory.

## References



1. Borg: the Next Generation/Muhammad Tirmazi, Adam Barker, Nan Deng, et al. // Proceedings of ACM EuroSys. 2020;
2. Carbink: Fault-tolerant Far Memory/Yang Zhou, Hassan Wassel, Sihang Liu, et al. // Proceedings of the 16th USENIX Symposium on Operating Systems Design and Implementation. 2022;
3. AIFM: High-Performance, Application-Integrated Far Memory/Ruan, Zhenyuan and Schwarzkopf, et al. // Proceedings of the 14th USENIX Conference on Operating Systems Design and Implementation. 2020;
4. Hydra : Resilient and Highly Available Remote Memory/Youngmoon Lee, Hasan Al Maruf, et al. // 20th USENIX Conference on File and Storage Technologies (FAST 22). 2022;
5. Software-defined far memory in warehouse-scale computers/Andres Lagar-Cavilla, Junwhan Ahn, et al. // International Conference on Architectural Support for Programming Languages and Operating Systems. 2019;
6. Network Block Device - The Linux Kernel documentation [Online] Available at: <https://docs.kernel.org/admin-guide/blockdev/nbd.html>;
7. Efficient Memory Disaggregation with Infiniswap/Juncheng Gu, Youngmoon Lee, et al. // 14th USENIX Symposium on Networked Systems Design and Implementation (NSDI 17). 2017;
8. An introduction to Reed-Solomon codes: principles, architecture and implementation [Online] Available at: [https://www.cs.cmu.edu/~guyb/realworld/reedsolomon/reed\\_solomon\\_codes.html](https://www.cs.cmu.edu/~guyb/realworld/reedsolomon/reed_solomon_codes.html);
9. Page Replacement Algorithm - Wikipedia. [Online] Available at: [https://en.wikipedia.org/wiki/Page\\_replacement\\_algorithm](https://en.wikipedia.org/wiki/Page_replacement_algorithm);
10. Page replacement (CS4410) - Cornell University [Online] Available at: <https://www.cs.cornell.edu/courses/cs4410/2015su/lectures/lec15-replacement.html>.

*Zinkova Kseniia Viacheslavivna, higher education applicant*

*Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Ukraine*

*Academic supervisor: Kogan Alla Viktorivna, Associate Professor of the Department of Information Systems and Technologies*

*Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Ukraine*

**PRIORITIZATION OF VOLUNTEER ASSISTANCE  
FOR THE INFORMATION SYSTEM OF THE AID FUND  
IN CASE OF DESTRUCTION OF BUILDINGS IN THE CITY**

**Анотація.** У роботі розглядається призначення та задачі підсистеми управління ресурсами волонтерів інформаційної системи фонду допомоги при руйнуванні будівель. А саме, детально розглянута задача пріоритизації надання допомоги, параметри, підхід до розв'язання. Також, оцінені переваги та виділені зони розвитку інформаційної підсистеми, вигод від її впровадження.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** пріоритет, волонтер, руйнування будинку.

**Abstract.** The paper considers the purpose and tasks of the volunteer resource management subsystem of the information system of the building destruction assistance fund. Namely, the task of prioritizing the provision of assistance, parameters, and approach to solving it is considered in detail. Also, the advantages and areas of development of the information subsystem and the benefits of its implementation are evaluated.

**KEYWORDS:** priority, volunteer, house destruction.

**Introduction.** In the current context of development and rapidly changing environmental conditions, the danger of residential buildings destruction is becoming an urgent challenge for the organization of the system of assistance to the victims.

The human resources management subsystem for assistance to victims of the information system of the house destruction assistance fund represents an innovative approach to coordinating volunteer assistance in case of building destruction in emergency situations.

Focused on the use of advanced technologies and scientific approaches, the system aims not only to provide timely assistance but also to optimize the use of volunteer resources. The key task of optimizing the use of volunteer resources, which is discussed in this report, is the prioritization of requests for volunteer assistance.

Subsystem description  
The human resource management subsystem for assistance to victims of the information system of the house demolition assistance Fund is a necessary tool for organizing and optimizing the process of providing volunteer assistance to victims of demolition, creating an effective network of volunteers and resources

for a quick and efficient response to emergencies.

The key tasks of the information subsystem are:  
- managing the volunteer database;  
- calculating the priority of providing assistance in case of destruction of several buildings;

- forecasting the number of volunteers with the necessary skills needed to help.

At the same time, different categories of human resources are needed to help. The categories of required volunteers depend on the type of building destroyed, and the number of volunteers needed depends on the extent of the destruction. The following categories of human resources can be distinguished:

- for urgent assistance to specialists in rubble removal;

- to find (or provide) housing for the affected people;

- to find (or provide) shelter for animals;

- to rebuild the house (at a later stage, after the rubble is removed);

- to prepare food on the spot for people (special services, victims, volunteers);

- for psychological support (children/adults);

- search for necessary items for the victims (requests to the material resources management subsystem)

- drivers.

When selecting volunteers for a particular request for assistance, it is necessary to take into account the following characteristics of the volunteer

- skills (a reference list of skills and skill level of each volunteer)

- location (the search should be limited to the area of the house destruction);

- volunteer schedule (time and days of the week when the volunteer can help);

volunteer availability (confirmation by the volunteer that they are currently available to help. For example, a volunteer may not be available during an illness/session/business trip).

Meaningful formulation of the aid prioritization task.

Under certain circumstances, building *b* is destroyed. The destruction can be complete or partial.

The extent of the destruction is characterized by the percentage of destruction *d*

(for example, in case of complete destruction,  $d = 100$ ).

Since it is difficult to immediately assess the size of a building under conditions of destruction, it is determined by two characteristics:

- *f* - the number of floors of the building;

- *s* - the number of entrances (number of sections) of the building.

Also, the priority of assistance in the event of a building collapse is influenced by its type (e.g., assistance in the event of a maternity hospital collapse should be provided first, before assistance to a registry office in the event of a similar scale collapse). The type is defined by a reference list of values *t<sub>i</sub>*, with an indication of the priority for each type, *p<sub>i</sub>*.

Additional factors that may optionally affect the priority of disaster relief include:

Building status. Buildings considered historical or cultural monuments may be assigned a higher priority in the prioritization system. Restoration of such facilities is of strategic importance for the preservation of cultural heritage and national identity.

Presence of people in the building. Buildings with people in need of assistance have a higher priority. Providing emergency assistance and evacuating people from these facilities becomes an urgent task to ensure their safety and health.

Presence of hazardous materials in the building. Buildings that store hazardous materials, such as chemicals or explosives, may receive a higher priority in the system. The disposal of such materials becomes a critical task to avoid potential environmental disasters and other public health risks.

The system receives all of the above characteristics of a building collapse as input when generating a request for assistance.

The goal is to determine the priority (order) of providing assistance based on the received characteristics of the scale of destruction and the characteristics of the destroyed building.

Developing an approach to solving the problem of aid prioritization.

Based on the characteristics of building destruction received by the information system, a formula for calculating the priority  $P$  of providing assistance in case of building destruction was developed:

$$P = d * w_d + f * w_f + s * w_s + p_{t_i} * w_{t_i} * (1 + c * w_c + p * w_p + z * w_z)$$

The formula includes the mandatory characteristics of the scale of destruction and the type of building, each with a corresponding coefficient  $w$ :

$d$  - percentage of destruction;

$f$  - number of floors;

$s$  - number of entrances (sections);

$p_{ti}$  - priority of the building type.

The formula also includes additional factors and their weighting coefficients  $w$ :

-  $c$  - category of the building according to its status (it is rational to indicate for cultural and historical monuments);

-  $p$  is the density of occupancy of the building (it is rational to indicate for buildings that are densely occupied, massive gatherings of people);

-  $z$  - the presence of hazardous substances and objects in the building (rationally indicated in the case of destruction of factories/warehouses with substances that pose a threat to human health nearby).

Weighting factors can be determined by experts or based on an analysis of the importance of each parameter for effective assistance. The formula allows to take into account various aspects of the destruction and to identify and prioritize them according to specific conditions and circumstances.

Advantages and benefits of implementing the system.

The advantages of the information system are:

1. Efficient coordination of human resources - fast and accurate distribution of volunteers to the destruction zones according to their skills and geographical accessibility.

2. Rapid response to emergencies - prioritization of requests for assistance allows to provide priority assistance where it is needed most.

3. Optimization of volunteers' work - taking into account different categories of volunteers and their skills allows for efficient use of resources by allocating them to perform various tasks, ranging from rescue operations to psychological support for victims.

Forecasting and optimization of resources - the system automates the determination of the required number of volunteers with the appropriate skills, ensuring efficient and optimized use of the resources.

Areas of development of the system.

Areas of system development are:

1. Monitoring and reporting - an integrated monitoring system will allow real-time tracking of volunteers and aid delivery. The system's reporting helps analyze results and improve emergency response strategies.

2. Developing volunteers' skills - implementing opportunities for volunteers' professional development, developing effective and accessible tools for volunteer training, such as interactive online courses and exercises to maintain skills and training.

Interaction with other volunteer organizations - to consolidate efforts, improve the quality and scale of assistance, it is important to consider opportunities for integration with other humanitarian organizations and systems that are also involved in helping the affected.

**Conclusion.** The volunteer resource management subsystem of the information system of the house demolition assistance fund is an innovative tool for organizing and optimizing the process of providing volunteer assistance to victims of demolition, creating an effective and efficient network of volunteers and resources for a quick and efficient response to emergencies.

The advantages of the information system are effective coordination of resources, rapid response to emergencies, optimization of volunteers' work; forecasting, and optimization of the volume of allocated volunteer resources.

Areas for development of the system include monitoring and reporting, development of volunteers' skills, and interaction with other volunteer organizations.

The developed approach to prioritizing requests for volunteer assistance allows taking into account various aspects of the destruction and identifying and assigning priorities according to specific conditions and circumstances. The formula for calculating the priority allows to quickly and accurately determine the order of assistance to victims, which is critical in emergency situations.

The implementation of the information system of the city's house destruction fund will significantly improve the efficiency of volunteer assistance to victims of house destruction, ensuring fast, accurate, and targeted assistance to those who need it most.

### **References**

1. Rethinking Volunteering as a Natural Resource: A Conceptual Typology / S. A. Koolen-Maas [and oth.] // *Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly*. – 2022. – Vol. 52, №1.
2. Emergent groups and spontaneous volunteers in urban disaster response / J. Twigg, I. Mosel // *Environment and Urbanization*. – 2017. – Vol. 29, №2. – P. 443-458.

Наукове видання

**М А Т Е Р І А Л И**

**V Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених та студентів  
«ІНЖЕНЕРІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ І ПЕРЕДОВІ ІНФОРМАЦІЙНІ  
ТЕХНОЛОГІЇ (Soft Tech-2023)» 2023 р.**

**19-20 грудня 2023 р., м.Київ**

**Тези доповідей**

Статті надруковано в авторській редакції.  
Редакційна колегія не несе відповідальність за достовірність інформації,  
що наведена в роботах, і залишає за собою право не погоджуватися  
з думками авторів щодо розглянутих питань

Електронне видання.  
Формат А4. Умовних друкарських аркушів 24.