



**Матеріали LV науково-технічної конференції  
підрозділів Вінницького національного  
технічного університету  
(НТКП ВНТУ–2026)**

24-27 березня 2026 року

Збірник доповідей

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

Матеріали LV науково-технічної конференції  
підрозділів Вінницького національного  
технічного університету (НТКП ВНТУ–2026)

**24-27 березня 2026 року**

Збірник доповідей

Електронне наукове видання

Вінниця  
ВНТУ  
2026

УДК 001  
М34

**Видається за рішенням Вченої ради Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України**

Головний редактор: В. В. Біліченко  
Відповідальний за випуск: І. Ю. Єпіфанова

Робоча група з підготовки конференції:  
Голова робочої групи:  
проректор з наукової роботи ВНТУ І. Ю. Єпіфанова

Члени робочої групи:

декани факультетів, директор Інституту Конфуція ВНТУ;  
В. М. Шпігунов, начальник РВВ ВНТУ;  
Г. М. Багдасар'ян, провідний інженер РВВ ВНТУ;  
О. О. Кушнір, провідний інженер РВВ ВНТУ;  
С. Г. Могила, інженер 1-ї категорії РВВ ВНТУ.

**Матеріали LV науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ–2026) : збірник доповідей [Електронний ресурс]. – Вінниця : ВНТУ, 2026. – (PDF, 3599 с.) ISBN 978-617-8163-95-2**

Збірник містить тексти доповідей LV ювілейної регіональної науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, науковців, аспірантів та студентів Вінницького національного технічного університету з участю працівників підприємств м. Вінниці та Вінницької області з загально-інженерних, технічних, гуманітарних та фундаментальних наук.

НТКП ВНТУ проводиться у вигляді конференцій факультетів та конференції Інституту Конфуція ВНТУ. Кожна конференція має власну тематику, оргкомітет, строки проведення пленарних та секційних засідань, та складається з однієї або кількох секцій.

**УДК 001**

**ISBN 978-617-8163-95-2**

© Вінницький національний технічний університет, укладання, оформлення, 2026

## ЗМІСТ

### ВНТКП ВНТУ. Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії..... 1

#### **Секція обчислювальної техніки**

<i>Ілля Сергійович Каплун</i> МАКРОСКОПІЧНЕ КВАНТОВЕ-МЕХАНІЧНЕ ТУНЕЛЮВАННЯ ТА КВАНТУВАННЯ ЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРИЧНОМУ ЛАНЦЮЗІ .....	2
<i>Вадим Віталійович Івасюк, Анатолій Васильович Снігур</i> АКТУАЛЬНІСТЬ ПОБУДОВИ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ПЛАНУВАННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТА .....	5
<i>Вадим Віталійович Івасюк, Анатолій Васильович Снігур</i> АНАЛІЗ МЕТОДІВ АВТОМАТИЗОВАНОГО ОЦІНЮВАННЯ ТЕКСТОВИХ ВІДПОВІДЕЙ .....	7
<i>Віктор Миколайович Зарічний, Анатолій Васильович Снігур</i> МОДЕЛІ ОРГАНІЗАЦІЇ ЧАСУ НАВЧАННЯ .....	10
<i>Євген Миколайович Лучко, Тетяна Борисівна Мартинюк, Микола Андрійович Очкуров</i> КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ МІСЦЬ ПАРКУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ НА ОСНОВІ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ .....	14
<i>Людмила Анатоліївна Савицька, Єгор Ігорович Димпалов, Наталія Вікторівна Добровольська</i> СЕРВІС УПРАВЛІННЯ КЕШЕМ ДАНИХ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ РОЗПОДІЛЕНОГО KEY-VALUE СХОВИЩА .....	16
<i>Андрій Сергійович Жученко</i> ТЕХНОЛОГІЯ МОНІТОРИНГУ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ СПІВРОБІТНИКІВ У БУДІВЛІ НА ОСНОВІ WI-FI/BLUETOOTH.....	20
<i>Антон Францович Доманський</i> КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ДОСТУПУ ДО СПОРТИВНОГО КОМПЛЕКСУ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕРЕЖЕВИХ СЕРВІСІВ.....	23
<i>Владислав Олегович Червінський</i> АЛГОРИТМІЧНА СКЛАДНІСТЬ ДИСКРЕТНИХ ЗАДАЧ .....	27
<i>Владислав Олегович Сірак</i> СУЧАСНІ МОДИФІКАЦІЇ АЛГОРИТМУ ДЕЙКСТРИ В КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ .....	29
<i>Владислав Сергійович Слободян</i> ВІДКРИТТЯ БОЗОНА ГІГСА – ОСТАННІЙ ШТРИХ СТАНДАРТНОЇ МОДЕЛІ.....	32
<i>Валентин Романович Лубко</i> МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ АПАРАТНОЇ ДІАГНОСТИКИ ЯКОСТІ КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ ТЕХНОЛОГІЇ LORA В ПОРТАТИВНИХ СИСТЕМАХ.....	35
<i>Людмила Анатоліївна Савицька, Владислав Валерійович Заяц, Дмитро Васильович Кисюк</i> СИСТЕМА РОЗГОРТАННЯ ТА МОНІТОРИНГУ ПРИКЛАДНИХ СЕРВІСІВ ІЗ ІНТЕГРАЦІЄЮ DEVOPS-ПРАКТИК.....	37
<i>Дмитро Петрович Сирдій, Ірина Сергіївна Колесник</i> МЕТОД ПРОЦЕДУРНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ РІВНІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ ДВІЙКОВОГО РОЗБИТТЯ ПРОСТОРУ .....	40
<i>Владислав Олегович Сірак, Наталія Вікторівна Добровольська</i> АЛГОРИТМИ СОРТУВАННЯ ВЕЛИКИХ ДАНИХ У РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМАХ НА ПРИКЛАДІ MAPREDUCE .....	42
<i>Максим Ігорович Главчев</i> ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДІВ ДІАГНОСТИКИ ПАМ'ЯТІ .....	44
<i>Максим Главчев</i> МЕТОД ПРЕДИКТИВНОЇ ДІАГНОСТИКИ ТВЕРДОТІЛЬНИХ НАКОПИЧУВАЧІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ДИНАМІКИ АТРИБУТІВ S.M.A.R.T. ....	48
<i>Олександр Олегович Лукашук</i> МЕТОД ПОБУДОВИ ШИРОКОСМУГОВОГО ДВОТАКТНОГО ПІДСИЛЮВАЧА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ НА ВІДБИВАЧАХ СТРУМУ .....	52
<i>Максим Ігорович Главчев</i> ПРОГРАМНИЙ МЕТОД НЕЗАЛЕЖНОЇ ДІАГНОСТИКИ СТАНУ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ НОУТБУКІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ КРИВИХ РОЗРЯДУ.....	57
<i>Михайло Володимирович Боднар, Сергій Михайлович Захарченко</i> АНАЛІЗ МЕРЕЖЕВИХ АТАК ТА СИСТЕМ ЗАХИСТУ ХОСТИНГОВИХ СЕРВЕРІВ .....	61

<i>Володимир Андрійович Гнатюк, Оксана Степанівна Городецька</i> РОЗПОДІЛЕНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ МІСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕЛЯЦІЙНОЇ БАЗИ ДАНИХ.....	65
<i>Ілля Олегович Терентьєв</i> ПРОЄКТУВАННЯ РЕЛЯЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ ДАНИХ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ.....	69
<i>Владислав Вадимович Іщук</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ БЕЗДРОТОВОГО ЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ СИСТЕМ ВІДДАЛЕНОГО КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ .....	74
<i>Богдан Віталійович Яценко</i> МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ МІКРОКЛІМАТУ У БІОКОНТЕЙНЕРАХ .....	77
<i>Олександр Сергійович Щур, Сергій Віталійович Богомолів</i> МІКРОПРОЦЕСОРНИЙ МОДУЛЬ ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ МАСИ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ .....	81
<i>Іван Віталійович Кушнерчук</i> МОБІЛЬНИЙ ЗАСТОСУНОК ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ЯПОНСЬКОЇ МОВИ З ВБУДОВАНИМ ШТУЧНИМ ІНТЕЛЕКТОМ.....	84
<i>Діана Дмитрівна Райфурак</i> РОЗРОБКА РОЗПОДІЛЕНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ НАВЧАЛЬНОЇ АКТИВНОСТІ СТУДЕНТІВ НА БАЗІ КЛІЄНТ-СЕРВЕРНОЇ АРХІТЕКТУРИ.....	88
<i>Олександр Ігорович Нечипорук, Тарас Юрійович Головняк, Сергій Віталійович Богомолів</i> ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ПОБУДОВИ АПАРАТНО-ПРОГРАМНОГО НАВЧАЛЬНО- ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСУ .....	91
<i>Наталія Анатоліївна Пушкар, Сергій Віталійович Богомолів, Дмитро Анатолійович Олексій,</i> <i>Наталія Вікторівна Добровольська</i> ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ. ІОТ-СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ ТА КОМФОРТУ В ЗАКРИТИХ ПРИМІЩЕННЯХ .....	94
<i>Дмитро Анатолійович Олексій, Сергій Віталійович Богомолів,</i> <i>Наталія Вікторівна Добровольська, Наталія Анатоліївна Пушкар</i> АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІОТ-СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ ТА КОМФОРТУ В ЗАКРИТИХ ПРИМІЩЕННЯХ .....	97
<i>Євгеній Віталійович Грицай, Леонід Віталійович Крупельницький</i> СИСТЕМА ВВЕДЕННЯ ТЕКСТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ОПТИЧНОГО ТРЕКІНГУ КООРДИНАТ ЗІНИЦІ ОКА .....	100
<i>Максим Юрійович Горєцький, Оксана Степанівна Городецька</i> СИСТЕМА ВІДДАЛЕНОГО МОНІТОРИНГУ РЕСУРСІВ ПК НА ОСНОВІ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	102
<i>Софія Олексіївна Остафійчук</i> ПРИКЛАДНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ НАВАНТАЖЕННЯМ У РОЗПОДІЛЕНОМУ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОМУ СЕРЕДОВИЩІ.....	104
<i>Ангеліна Сергіївна Присяжнюк</i> ВЕБЗАСТОСУНОК ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ ТУРИСТИЧНИХ ПОДОРОЖЕЙ .....	106
<i>Іван Володимирович Покотило, Сергій Віталійович Богомолів, Олексій Дмитрович Азаров</i> НАДЛИШКОВІ ЦИФРО-АНАЛОГОВІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ У СУЧАСНИХ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМАХ.....	109
<i>Сергій Віталійович Богомолів, Назар Олександрович Ганевич, Олександр Олександрович Демчук,</i> <i>Ростислав Сергійович Костюхін</i> СЕНСОРНІ МОДУЛІ ВИМІРЮВАННЯ ПРОСТОРОВИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ СТАБІЛІЗАЦІЇ РУХУ .....	111
<i>Олександр Сергійович Сівак, Оксана Степанівна Городецька</i> КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА РОЗПОДІЛЕНОЇ ОБРОБКИ ТА ЗБЕРІГАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ДОКУМЕНТІВ.....	114
<i>Олександр Олександрович Демчук, Назар Олександрович Ганевич, Ростислав Сергійович</i> <i>Костюхін, Сергій Віталійович Богомолів</i> ВИКОНАВЧІ МОДУЛІ ВИМІРЮВАННЯ ПРОСТОРОВИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ СТАБІЛІЗАЦІЇ РУХУ .....	118
<i>Дмитрій Олегович Соєцький, Леонід Віталійович Крупельницький</i> ПРОЄКТУВАННЯ АНАЛОГО-ЦИФРОВОЇ СИСТЕМИ СИНТЕЗУ СИГНАЛІВ НА БАЗІ ПРОГРАМОВАНИХ ЛОГІЧНИХ ІНТЕГРАЛЬНИХ СХЕМ.....	121

<i>Олексій Андрійович Вовк, Сергій Віталійович Богомолов, Олексій Дмитрович Азаров</i> ВИСОКОЛІНІЙНІ АНАЛОГО-ЦИФРОВІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ З ВАГОВОЮ НАДЛИШКОВІСТЮ, ЩО САМОКЛІБРУЮТЬСЯ.....	123
<i>Олександр Анатолійович Боднарчук, Леонід Віталійович Крупельницький</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОПЕРАТИВНОЇ ПАМ'ЯТІ КОМП'ЮТЕРА .....	125
<i>Герман Володимирович Бельке, Сергій Віталійович Богомолов, Максим Романович Обертюх</i> МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИМИ ІНФОРМАЦІЙНИМИ БАНЕРАМИ .....	127
<i>Тарас Юрійович Головняк, Олександр Ігорович Нечипорук, Сергій Віталійович Богомолов</i> АПАРАТНО-ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ВИВЧЕННЯ АРХІТЕКТУРИ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ СИСТЕМ.....	129
<i>Андрій Горбань</i> ПРОГРАМНО-АПАРАТНІ ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ МІКРОКЛІМАТУ ТЕПЛИЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ ANDROID-ПЛЮЗУ .....	132
<i>Ростислав Сергійович Костюхін, Олександр Олександрович Демчук, Назар Олександрович Ганевич, Сергій Віталійович Богомолов</i> АЛГОРИТМІЧНО-ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ КОМПЛЕКСУ СТАБІЛІЗАЦІЇ.....	134
<i>Оксана Степанівна Городецька, Василь Олександрович Ковальчук</i> КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ РЕАБІЛІТАЦІЇ З ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМ АНАЛІЗОМ ДАНИХ .....	137
<i>Владислав Олегович Сірак, Андрій Вікторович Кожем`яко</i> ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АРХІТЕКТУРНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ РЕЛЯЦІЙНИХ ТА NoSQL СУБД.....	140
<b>Секція програмного забезпечення</b>	
<i>Олександр Никифорович Романюк, Євген Костянтинівич Завальнюк</i> АНАЛІЗ ГІБРИДНИХ СИСТЕМ 3D-РЕНДЕРИНГУ .....	143
<i>Богдана Олександрівна Верещак, Данило Володимирович Власенко</i> ЗАСТОСУВАННЯ ГІБРИДНИХ АЛГОРИТМІВ СОРТУВАННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ АГРЕГАЦІЇ ПОТОКОВИХ ДАНИХ МОНИТОРИНГУ .....	145
<i>Наталя Петрівна Бабюк, Микола Олександрович Рейда, Андрій Олегович Черній</i> СУЧАСНІ КУС СЕРВІСИ .....	148
<i>Олександр Мельник</i> ЗАСТОСУВАННЯ ЕМПІРИЧНИХ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ .....	151
<i>Сергій Романович Соловей</i> МЕТОДИ АУГМЕНТАЦІЇ ДАНИХ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ УЗАГАЛЬНЕННЯ МОДЕЛЕЙ ЕЕГ КЛАСИФІКАЦІЇ .....	154
<i>Арсен Олександрович Лавренюк, Ростислав Олегович Савелко, Юрій Олександрович Шарко, Наталя Петрівна Бабюк</i> PSYCHOLOGICAL ASPECTS OF IMMERSION IN VIRTUAL REALITY ..	158
<i>Володимир Павлович Майданюк, Олександр Никифорович Романюк</i> ПІДСУМКИ МЕТОДИЧНОЇ РОБОТИ КАФЕДРИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВНТУ ЗА 2025 РІК.....	162
<i>Володимир Павлович Майданюк, Олександр Никифорович Романюк, Богдан Валентинович Бабій</i> МОДИФІКАЦІЯ МЕТОДІВ АНТИАЛІАЙЗИНГУ В СИСТЕМАХ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ.....	166
<i>Володимир Павлович Майданюк, Олександр Никифорович Романюк</i> ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОГАРНІТУР У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ.....	169
<i>Володимир Павлович Майданюк, Олександр Никифорович Романюк, Олексій Ярославович Стахов</i> ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ВІДЕОПАМ'ЯТІ ГРАФІЧНИХ ПРОЦЕСОРІВ.....	173
<i>Нікіта Вікторович Коваль, Олександр Васильович Мельник</i> ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ АНАЛІЗУ ХАРЧОВОЇ ПОВЕДІНКИ В ЦИФРОВИХ СИСТЕМАХ КОНТРОЛЮ КАЛОРІЙ.....	177

<i>Вадим Олександрович Слободянюк, Данило Володимирович Власенко, Алла Василівна Денисюк</i> ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ АЛГОРИТМІВ ПОШУКУ ШЛЯХУ В ГРАФОВИХ МОДЕЛЯХ.....	179
<i>Денис Олександрович Роботько</i> ПРАКТИКА ВИКОРИСТАННЯ ОНТОЛОГІЙ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ЗНАННЯМИ ОРГАНІЗАЦІЇ.....	182
<i>Володимир Павлович Майданюк, Олександр Никифорович Романюк, Олександр Олександрович Новосельцев</i> СУЧАСНІ МЕТОДИ РЕЛЬЄФНОГО ТЕКСТУРУВАННЯ В GPU ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМАХ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ.....	184
<i>Володимир Павлович Майданюк, Олександр Никифорович Романюк, Сергій Олександрович Романюк</i> ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ СИСТЕМ РЕНДЕРИНГУ.....	190
<i>Володимир Павлович Майданюк</i> АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЗАХИСТУ БІОМЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ.....	196
<i>Володимир Павлович Майданюк, Олександр Никифорович Романюк</i> БІБЛІОТЕКИ ДЛЯ ОБРОБКИ І КОДУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ.....	199
<i>Юрій Сторожук</i> ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДУ GISTSP ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ МОНИТОРИНГУ В ХМАРНИХ СЕРЕДОВИЩАХ.....	201
<i>Богдан Вікторович Прус, Ганна Борисівна Ракитянська</i> АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМ АНАЛІЗУ МІСЬКИХ СЦЕН З ВИКОРИСТАННЯМ 3W-КЛАСИФІКАЦІЇ РИЗИКУ.....	203
<i>Андрій Вікторович Миргородський, Оксана Володимирівна Романюк</i> ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРІАЛІЗОВАНИХ ПРЕДСТАВЛЕНЬ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ШВИДКОДІЇ СКБД.....	206
<i>Олександр Мирославович Хошаба, Анастасія Ігорівна Сичук</i> DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR AN INTEGRATED CLIENT INTERACTION MANAGEMENT SYSTEM FOR A LEGAL COMPANY.....	209
<i>Олександр Мирославович Хошаба, Ангеліна Миколаївна Ратинська</i> DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR INTEGRATED MANAGEMENT OF SCHOOLCHILDREN'S LEARNING PROCESS IN A LANGUAGE SCHOOL.....	212
<i>Олександр Никифорович Романюк, Володимир Павлович Майданюк, Богдан Валентинович Бабій</i> СУЧАСНІ ГРАФІЧНІ РЕДАКТОРИ.....	215
<i>Олександр Васильович Мельник, Світлана Романівна Павлюк</i> ПРАКТИЧНЕЗАСТОСУВАННЯАЛГОРИТМУ ОПТИМАЛЬНОГО ПОКРИТТЯ В СУЧАСНИХ УМОВАХ.....	219
<i>Олександр Никифорович Романюк</i> ПІДСУМКИ НАУКОВОЇ РОБОТИ КАФЕДРИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ У 2025 РОЦІ.....	221
<i>Максим Васильович Бистрик</i> ВПЛИВ ЯВИЩА STATE FLOAT НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ВАЛІДАТОРІВ У БЛОКЧЕЙН-МЕРЕЖАХ НА БАЗІ ETHEREUM.....	225
<i>Юрій Євгенович Рябцев, Марина Геннадіївна Мещанінова</i> ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ СИГНАЛІЗАЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНОГО ПЕРЕЇЗДУ: СТВОРЕННЯ МАКЕТУ НА ПЛАТФОРМІ ARDUINO.....	227
<i>Дарія Віталіївна Вертепна, Олександр Іванович Заболотний, Олександр Никифорович Романюк</i> ВИКОРИСТАННЯ ЗОЛОТОГО ПЕРЕТИНУ ДЛЯ РИНОПЛАСТИКИ.....	230
<i>Володимир Павлович Майданюк, Олександр Никифорович Романюк, Алла Василівна Денисюк</i> ОГЛЯД МЕТОДІВ СТИСНЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ГЛИБИННОГО НАВЧАННЯ.....	234
<i>Олексій Васильович Біленький, Оксана Володимирівна Романюк</i> АНАЛІЗ ПРОМИСЛОВИХ ПРОТОКОЛІВ ЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ ІНДУСТРІАЛЬНИХ МЕРЕЖ.....	236
<i>Максим Васильович Гунько, Оксана Володимирівна Романюк</i> ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ ТОВАРНОГО ОБЛІКУ.....	239

<i>Сергій Павлович Куліш</i> ВИЯВЛЕННЯ ПРОМО-ЕЛЕМЕНТІВ У ВІДЕОРЕКЛАМІ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ НА ОСНОВІ OCR ТА LLM .....	241
<i>Борис Панасюк</i> LLM-АСИСТОВАНИЙ РЕФАКТОРИНГ API-КОНТРАКТІВ: ТИПОВІ ПОМИЛКИ, GUARDRAILS, ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ.....	244
<i>Іван Євгенійович Зьора</i> ОПТИМІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ ПАМ'ЯТІ ПРИ ЕКСПОНЕНЦІЙНОМУ ЗРОСТАННІ БАГАТОВИМІРНОЇ МОДЕЛІ ПАСАЖИРОПОТОКУ З НЕЧІТКИМИ ПАРАМЕТРАМИ.....	247
<i>Дарія Олександрівна Гончаренко, Олександр Миколайович Ткаченко</i> АНАЛІЗ НАЙПОТУЖНІШИХ ВІДЕОКАРТ .....	250
<i>Оксана Володимирівна Романюк, В'ячеслав Анатолійович Іванчук</i> АНАЛІЗ СИСТЕМ ПРОЦЕДУРНОЇ АНІМАЦІЇ В 2D-ПЛАТФОРМЕРАХ.....	252
<i>Олександр Мирославович Хошаба, Олександр Віталійович Осадчук</i> DEVELOPMENT OF AN ONLINE CLIENT APPOINTMENT BOOKING SOFTWARE FOR SMALL SERVICE BUSINESSES .....	254
<i>Олександр Мирославович Хошаба, Дар'я Костянтинівна Походзей</i> DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR ONLINE BOOKING OF LEISURE AND ENTERTAINMENT SERVICES.....	257
<i>Анатолій Тимофійович Теренчук</i> ПСИХОДІАГНОСТИКА НА ОСНОВІ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ .....	259
<i>Ілля Ігорович Кузнець</i> АВТОМАТИЧНИЙ РЕФАКТОРИНГ ПРОГРАМНОГО КОДУ НА ОСНОВІ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ ТА ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ У ВИСОКОЕФЕКТИВНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ .....	261
<i>Олександр Никифорович Романюк, Володимир Павлович Майданюк, Оксана Володимирівна Романюк</i> НАПРЯМИ ДІЯЛЬНОСТІ ФАХІВЦІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ F2 - ІНЖЕНЕРІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ .....	264
<i>Олександр Дмитрович Коваль, Олександр Миколайович Ткаченко</i> ВЗАЄМОДІЯ З LLM-АСИСТЕНТАМИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЛАНДШАФТНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ В ІГРОВИХ РУШІЯХ .....	268
<i>Софія Павлівна Бабенко, Людмила Броніславівна Ліщинська</i> ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ВИМОГАМИ У ПРОЦЕСІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	271
<i>Олексій Юрійович Тіслін</i> ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ VOMM АЛГОРИТМУ ПРИ СТВОРЕННІ РЕКОМЕНДАЦІЙ.....	274
<i>Михайло Олександрович Кузьмін</i> МОБІЛЬНІ ДОДАТКИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ КОНТЕНТОМ ТА ПОСЛУГАМИ В ІНДУСТРІЇ КРАСИ.....	277
<i>Дмитро Романович Музичук, Вікторія Володимирівна Войтко</i> ІНСТРУМЕНТИ СТАТИЧНОГО АНАЛІЗУ КОДУ ANDROID-ЗАСТОСУНКІВ .....	279
<i>Ольга Павлівна Кудрань, Роман Юрійович Чехместрук</i> MECHANISM FOR BUILDING DIFFUSION MODELS FOR IMAGE GENERATION.....	283
<i>Маріна Русланівна Ільчук, Роман Юрійович Чехместрук</i> IMAGE SEGMENTATION: COMPARISON OF U-NET, MASK R-CNN AND DEEPLAB ALGORITHMS (PIXEL-WISE CLASSIFICATION) .....	285
<i>Роман Назаревич</i> ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЗАТРИМОК ТА ПРОДУКТИВНОСТІ ПРОТОКОЛІВ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ У CLOUD-EDGE СИСТЕМАХ .....	288
<i>Нікіта Сергійович Дудукало</i> ТЕХНОЛОГІЇ ФОРМУВАННЯ 3D-ВІДЕО: ПРИНЦИПИ СТЕРЕОСКОПІЇ, ЗАПИС ТА КОНВЕРТАЦІЯ 2D-КОНТЕНТУ .....	291
<i>Тетяна Валентинівна Черняк, Олексій Ярославович Стахов</i> РОЗРОБКА ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ З НОРМАТИВНИХ АКТІВ БЕЗПЕКИ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ.....	294

<i>Тетяна Валентинівна Черняк, Олексій Ярославович Стахов</i> РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ІНТЕРАКТИВНОГО ВИВЧЕННЯ СИГНАЛІЗАЦІЇ У МОБІЛЬНОМУ ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ЗАЛІЗНИЧНИКІВ .....	297
<i>Богдан Сергійович Дема</i> МЕТОД ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО РАНЖУВАННЯ КАНДИДАТІВ У СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ЛЮДСЬКИМИ РЕСУРСАМИ .....	300
<i>Костянтин Андрійович Лисий</i> ОПТИМІЗАЦІЯ КОРИСТУВАЦЬКОГО ІНТЕРФЕЙСУ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ПОВЕДІНКИ КОРИСТУВАЧІВ .....	302
<i>Владислав Вікторович Лисаківський</i> ПРОЄКТУВАННЯ СЕРВІСУ МІНІФІКАЦІЇ URL-ПОСИЛАНЬ НА БАЗІ SERVERLESS-ТЕХНОЛОГІЙ.....	305
<i>Максим Сергійович Мазур</i> РОЗРОБКА ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ АДАПТИВНОГО МУЛЬТИМЕДІЙНОГО СУПРОВОДУ ДЛЯ ЕЛЕКТРОННИХ ВИДАНЬ .....	307
<i>Дмитро Анатолійович Качур</i> ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ ВІДЕО .....	309
<i>Олексій Васильович Біленький, Сергій Олександрович Кот</i> СТВОРЕННЯ DSL ДЛЯ КЕРУВАННЯ РОБОТОТЕХНІЧНИМ МАНІПУЛЯТОРОМ .....	311
<i>Світлана Володимирівна Бевз, Тарас Віталійович Топольницький</i> РОЗРОБКА МЕТОДУ І ЗАСОБІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ВЕБСИСТЕМИ ДЛЯ НАДАННЯ ПСИХОЛОГІЧНОЇ ДОПОМОГИ.....	314
<i>Сергій Михайлович Бурбело, Влас Володимирович Наконечний</i> РОЗРОБКА МЕТОДУ ТА МОДЕЛІ РОБОТИ МОБІЛЬНОЇ СИСТЕМИ ФОРМУВАННЯ КОРИСНИХ ЗВИЧОК КОРИСТУВАЧА В СЕРЕДОВИЩІ ANDROID ЗАСТОСУНКУ .....	317
<i>Єгор Сергійович Близнюк</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СЛУЖБИ ДОСТАВКИ ПИТНОЇ ВОДИ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ.....	319
<i>Мерьям Відадіївна Рзаєва, Володимир Іванович Панченко</i> РОЗРОБКА ДИЗАЙНУ САЙТУ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ WEBFLOW .....	321
<i>Михайло Володимирович Міняйло, Олександр Васильович Мельник</i> ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ВЕБСЕРВІСІВ ПРИ РОБОТІ ІЗ ЗОВНІШНІМИ АРІ.....	323
<i>Вікторія Володимирівна Войтко, Галина Олександрівна Черноволик, Олена Віталіївна Гаврилюк, Наталія Євгенівна Барчук, Олександр Сергійович Коломісць</i> РОЗРОБКА МОБІЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ТРЕНУВАНЬ БАСКЕТБОЛІСТІВ .....	326
<i>Владислав Комарницький</i> ВЕБЗАСТОСУНОК БРОНЮВАННЯ ПОСЛУГ З ВИКОРИСТАННЯМ АРХІТЕКТУРИ REST.....	329
<i>Вадим Олексійович Бабенко</i> НОВИНИЙ МОБІЛЬНИЙ ЗАСТОСУНОК З ВИКОРИСТАННЯМ FLUTTER.....	331
<i>Павло Павлович Малініч, Вікторія Володимирівна Войтко</i> ЗАСТОСУВАННЯ ДАНИХ ТЕЛЕМЕТРІЇ ВІДЕОГОР ДЛЯ ПОВЕДІНКОВОГО ФІНГЕРПРИНТИНГУ КОРИСТУВАЧА .....	333
<i>Вікторія Володимирівна Войтко, Галина Олександрівна Черноволик, Олена Віталіївна Гаврилюк, Наталія Євгенівна Барчук, Роман Валентинович Чорнопиский</i> РОЗРОБКА МЕТОДУ І ЗАСОБІВ СТВОРЕННЯ 2D МУЛЬТИПЛЕЄРНОЇ ГРИ ЖАНРУ «ГОНКИ» .....	336
<i>Богдан Олександрович Богонос</i> ПРОГРАМНИЙ ЗАСІБ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ПОШУКУ НА ОСНОВІ RAG-МОДЕЛІ.....	339
<i>Денис Ігорович Чубенко</i> РОЗРОБКА СИСТЕМ ВИЯВЛЕННЯ МЕРЕЖЕВИХ ВТОРГНЕНЬ НА ОСНОВІ МАШИННОГО НАВЧАННЯ.....	344
<i>Катерина Вячеславівна Яценко</i> РОЗРОБКА ANDROID-ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ПЕРЕГЛЯДУ ВІДЕО З ДВОМОВНИМИ СУБТИТРАМИ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ВИВЧЕННЯ ІНОЗЕМНИХ МОВ.....	343
<i>Олександр Васильович Мельник, Дмитро Олександрович Середа, Олександр Володимирович Чорний</i> АРХІТЕКТУРНІ ПАТЕРНИ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПОШУКУ ТА АНАЛІЗУ ІНФОРМАЦІЇ В НЕСТРУКТУРОВАНИХ ДОКУМЕНТАХ У РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ .....	345

<i>Майданюк Володимир Павлович, Олексій Олегович Складанюк</i> МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ РЕДАГУВАННЯ СЦЕН У РЕДАКТОРАХ ВІДЕОІГОР .....	348
<i>Олеся Вадимівна Авраменко, Оксана Володимирівна Романюк</i> АНАЛІЗ ТА ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ВЕБ-ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ПСИХОЕМОЦІЙНОГО СТАНУ КОРИСТУВАЧІВ .....	350
<i>Ольга Кудрань, Галина Вікторівна Кухарчук</i> ARTIFICIAL INTELLIGENCE: FUTURE OR THREAT? .....	353
<i>Вікторія Володимирівна Войтко, Галина Олександрівна Черноволик, Олена Віталіївна Гаврилюк, Наталія Євгенівна Барчук, Єлізавета Сергіївна Краєвська</i> РОЗРОБКА МЕТОДІВ І ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ МОБІЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПОШУКУ МІСЦЬ ДЛЯ ПАРКУВАННЯ АВТОМОБІЛЯ.....	355
<i>Єгор Сергійович Близнюк</i> АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПРИЙМАННЯ ТА ОБРОБКИ ЗАМОВЛЕНЬ У СЛУЖБАХ ДОСТАВКИ ПИТНОЇ ВОДИ.....	358
<i>Денис Олександрович Козєєв</i> ПРОБЛЕМА ГІБРИДНИХ ІНТЕРФЕЙСІВ: АНАЛІЗ ДОВІРИ КОРИСТУВАЧІВ ДО «ПАНЕЛІ КЕРУВАННЯ» ПОРІВНЯНО З ДОДАТКОМ «НАЛАШТУВАННЯ».....	360
<i>Дмитро Валерійович Мельник, Олександр Никифорович Романюк</i> METHODS OF IMPLEMENTING CHAT AND COMMUNICATION TOOLS ON A COLLABORATIVE TRAVEL PLATFORM .....	362
<i>Олексій Вікторович Павлик, Олександр Никифорович Романюк</i> ALGORITHMS FOR VOLUNTEER DISTRIBUTION ACROSS CLEANING SECTORS BASED ON GEODATA.....	368
<i>Богдан Романович Прокопович, Олександр Никифорович Романюк</i> APPLICATION OF COMPUTER VISION FOR AUTOMATIC CLASSIFICATION OF ROAD PAVEMENT DEFECTS.....	373
<i>Ростислав Олегович Савелко, Олександр Никифорович Романюк</i> PERLIN NOISE AND ITS DERIVATIVES AS A BASIS FOR PROCEDURAL TEXTURES.....	377
<i>Максим Олександрович Лінійчук, Олександр Миколайович Рейда</i> HYBRID RATING MODEL FOR CULTURAL EVENTS BASED ON USER REVIEWS.....	382
<i>Максим Олександрович Лінійчук, Олександр Миколайович Рейда</i> METHODS FOR RATING CULTURAL EVENTS BASED ON USER REVIEWS .....	385
<i>Артем Вікторович Крушельницький, Олександр Миколайович Рейда</i> METHODS FOR BUILDING ANALYTICAL REPORTS ON FINANCIAL FLOWS IN INTERNET COMMERCE .....	388
<i>Артем Вікторович Крушельницький, Олександр Миколайович Рейда</i> THE ARCHITECTURE OF AN ANALYTICAL REPORTING SYSTEM BASED ON FINANCIAL FLOWS IN E-COMMERCE.....	392
<i>Арсен Олександрович Лавренюк, Володимир Павлович Майданюк</i> COMPARATIVE ANALYSIS OF DATA TRANSMISSION PROTOCOLS FOR EDUCATIONAL WEB PLATFORMS.....	395
<i>Вікторія Валеріївна Вишнівська, Олена Олексіївна Коваленко</i> ALGORITHMS FOR EVALUATING CREATIVE PLAYER ACTIONS IN GAME SIMULATORS.....	399
<i>Тетяна Іванівна Присяжнюк</i> ОСОБЛИВОСТІ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ 4-ВИМІРНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗАСОБАМИ МОВИ PYTHON .....	403
<i>Руслан Русланович Котовський</i> АДАПТИВНИЙ ДИЗАЙН ІНТЕРФЕЙСІВ ДЛЯ РІЗНИХ ПРИСТРОЇВ У ГАЛУЗІ ЛЮДИНО-МАШИНОЇ ВЗАЄМОДІЇ .....	407
<i>Аріна Тарасівна Аннілова</i> СОЦІАЛЬНА РОБОТОТЕХНІКА ТА ЛЮДИННО-МАШИННА ВЗАЄМОДІЯ: ПРОЕКТУВАННЯ ЕМОЦІЙНОГО ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ СЕРВІСНИХ РОБОТІВ.....	409
<i>Аліна Русланівна Гордаш, Оксана Володимирівна Романюк</i> РОЗРОБКА ВЕБЗАСТОСУНКУ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ БРОНЮВАННЯМ РОБОЧИХ МІСЦЬ У КОВОРКІНГУ.....	411

<i>Нікіта Олегович Панасов</i> РОЗРОБКА МЕТОДУ ТА ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ СИНХРОНІЗАЦІЇ ДАНИХ У ВЕБ-ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМАХ КОМАНДНОЇ РОЗРОБКИ .....	415
<i>Яна Сергіївна Гусятинська</i> СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ПРОЄКТУВАННЯ КОРИСТУВАЦЬКИХ ІНТЕРФЕЙСІВ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ .....	418
<i>Яна Сергіївна Гусятинська</i> ОПТИМІЗАЦІЯ АДМІНІСТРАТИВНИХ ПРОЦЕСІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ВЕБЗАСТОСУНКІВ .....	422
<i>Олександр Сергійович Бігас</i> АНАЛІЗ МЕТОДІВ СЕМАНТИЧНОГО ПОРІВНЯННЯ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО СИНТЕЗУ ПРОГРАМНОГО КОДУ .....	425
<i>Микола Олександрович Рейда, Олександр Миколайович Рейда</i> КОРЕКЦІЇ ГЕОМЕТРИЧНИХ СПОТВОРЕНЬ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ .....	427
<i>Віктор Романович Якубів, Дмитро Олександрович Терлецький</i> MINING SOURCE CODE FROM GITHUB REPOSITORIES .....	431
<i>Владислав Андрійович Турчановський</i> ВИКОРИСТАННЯ ТАКТИЛЬНОГО ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ ПРОСТОРОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ В ІГРАХ.....	436
<i>Андрій Михайлович Гладунчик</i> РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРИ В ЖАНРІ СТРАТЕГІЇ .....	438
<i>Інна Романівна Ткаченко</i> АНАЛІЗ РИНКУ АРКАДНИХ 2D-ІГОР .....	440
<i>Олександр Мирославович Хошаба, Олександр Володимирович Гордієць</i> DEVELOPMENT OF A SOFTWARE TOOL FOR CRM AUTOMATION OF COMMUNICATIONS WITH PROSPECTIVE AND EXISTING CLIENTS OF BANKING INSTITUTIONS.....	442
<i>Максим Васильович Мілецький, Анатолій Тимофійович Теренчук</i> DEVELOPMENT OF A REQUEST PRIORITIZATION SYSTEM FOR HUMANITARIAN AID UNDER RESOURCE CONSTRAINTS.....	447
<i>Іван Сергійович Ковальчук, Олександр Миколайович Рейда</i> METHODS FOR IMPLEMENTING MEDICATION REMINDER SYSTEMS IN WEB-BASED APPLICATIONS .....	452
<i>Георгій Дмитрович Дзюменко, Анатолій Тимофійович Теренчук</i> ETHICAL ASPECTS OF AUTOMATED SYSTEMS IN PSYCHOLOGICAL DIAGNOSTICS: AN ANALYTICAL REVIEW .....	457
<i>Олексій Вікторович Карпенко, Анатолій Тимофійович Теренчук</i> UX/UI SOLUTIONS ANALYSIS FOR ENHANCING USER ENGAGEMENT ON ANIMAL WELFARE PLATFORMS .....	461
<i>Софія Павлівна Бабенко, Наталя Петрівна Бабюк</i> ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СЕРВІСІВ STREAM CHAT ТА SENDBIRD ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ОНЛАЙН-ЧАТУ У ВЕБСИСТЕМІ ДЛЯ ПОПУЛЯРИЗАЦІЇ АВТОРСЬКОГО КОНТЕНТУ .....	466
<i>Софія Павлівна Бабенко, Наталя Петрівна Бабюк</i> МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПОПУЛЯРИЗАЦІЇ АВТОРСЬКОГО КОНТЕНТУ В СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ.....	469
<i>Микола Вячеславович Сопрун, Ганна Борисівна Ракитянська</i> МЕТОДИ АПАРАТНО-ПРИСКОРЕНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ СПЕКТРОГРАМ ЗВУКУ З ВИКОРИСТАННЯМ БІБЛІОТЕК ГРАФІЧНОГО РЕНДЕРИНГУ .....	473
<i>Євгеній Олегович Гавриш, Оксана Володимирівна Романюк</i> ПАРАМЕТРИ ДЛЯ ФІЛЬТРАЦІЇ У ТЕРАПЕВТИЧНОМУ МУЗИЧНОМУ ПЛЕСРІ .....	475
<i>Андрій Васильович Маковій</i> КРИТЕРІЇ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО СТЕКУ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ МОБІЛЬНИХ ПРОЄКТІВ.....	478
<i>Євгеній Євгенійович Сентюрін</i> РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРИ ВІРТУАЛЬНОГО МУЗИЧНОГО СИНТЕЗАТОРА У ФОРМАТІ VST3.....	481
<i>Олександр Мирославович Хошаба, Нікіта Володимирович Мельник</i> DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR ELECTRONIC CITIZEN APPEALS TO LOCAL SELF-GOVERNMENT BODIES...	483
<b>Секція захисту інформації</b>	
<i>Максим Юрійович Кривов'язюк</i> ПІДХІД РИЗИК-ОРІЄНОВАНОГО АУДИТУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ .....	486

# ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ВЕБСЕРВІСІВ ПРИ РОБОТІ ІЗ ЗОВНІШНІМИ API

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

Проведено аналіз основних підходів до забезпечення надійності вебсервісів під час взаємодії із зовнішніми API. Розглянуто патерни стійкості: Circuit Breaker, Retry з експоненційним відступом, Timeout, Bulkhead та Fallback. Досліджено вплив ненадійних зовнішніх залежностей на стабільність системи в цілому та запропоновано комплексний підхід до побудови відмовостійкої архітектури вебсервісів.

**Ключові слова:** вебсервіси; зовнішні API; надійність; Circuit Breaker; відмовостійкість; патерни стійкості; мікросервісна архітектура.

## Abstract

An analysis of the main approaches to ensuring the reliability of web services when interacting with external APIs has been conducted. Resilience patterns are considered: Circuit Breaker, Retry with exponential backoff, Timeout, Bulkhead, and Fallback. The impact of unreliable external dependencies on overall system stability has been studied, and a comprehensive approach to building fault-tolerant web service architectures has been proposed.

**Keywords:** web services; external APIs; reliability; Circuit Breaker; fault tolerance; resilience patterns; microservice architecture.

## Вступ

Сучасні вебсервіси рідко функціонують ізольовано. Зазвичай вони інтегруються з десятками зовнішніх API: платіжними шлюзами, картографічними сервісами, провайдерами автентифікації, системами аналітики тощо. Така залежність від зовнішніх компонентів створює принципово нові виклики для надійності: зовнішній сервіс може бути недоступним, відповідати з великою затримкою або повертати некоректні дані [1, 2].

Проблема надійності набуває особливої гостроти в контексті мікросервісної архітектури, де кількість міжсервісних залежностей зростає експоненційно. Збій одного зовнішнього API здатний спровокувати каскадний відмова всієї системи, якщо не вжити відповідних заходів [3]. Тому дослідження підходів до побудови стійких до збоїв вебсервісів є актуальним завданням.

## Основна частина

Надійність вебсервісів при взаємодії із зовнішніми API визначається здатністю системи продовжувати коректну роботу або деградувати контрольовано за умов часткової відмови зовнішніх залежностей. Для досягнення цієї мети в практиці розробки програмного забезпечення сформувався ряд архітектурних патернів стійкості [4, 5].

Патерн Circuit Breaker (автоматичний вимикач) є одним із ключових інструментів захисту від каскадних збоїв. Принцип його роботи подібний до електричного запобіжника: при перевищенні порогу помилок за одиницю часу з'єднання «розмикається», і подальші запити до недоступного сервісу одразу повертають помилку без реального виклику. Після закінчення часу очікування автоматичний вимикач переходить у напіврозімкнений стан і перевіряє, чи відновився зовнішній сервіс [4].

Патерн Retry з експоненційним відступом (exponential backoff) реалізує автоматичне повторення невдалих запитів із збільшенням інтервалу між спробами. Важливо комбінувати цей підхід із джиттером — випадковою складовою затримки, яка запобігає синхронізованому повторному навантаженню на відновлений сервіс від множини клієнтів одночасно [5].

Встановлення таймаутів (Timeout) є базовою, але критично важливою мірою. Відсутність обмеження часу очікування призводить до виснаження пулу потоків або з'єднань, коли зовнішній API відповідає повільно. Рекомендується встановлювати окремі таймаути для з'єднання (connection timeout) та читання відповіді (read timeout), оскільки вони мають різну природу [2, 6].

Патерн Bulkhead (переборка) запозичений з суднобудування: ізоляція водонепроникних відсіків запобігає затопленню всього судна. В контексті API-інтеграцій це означає виділення окремих пулів ресурсів (потоків, з'єднань) для кожного зовнішнього сервісу. Таким чином, зависання запитів до одного API не вичерпує ресурси, необхідні для роботи з іншими [4, 5].

Патерн Fallback (резервний варіант) визначає поведінку системи у разі неможливості отримати відповідь від зовнішнього API. Резервними варіантами можуть бути: повернення кешованих даних, використання статичної відповіді за замовчуванням, перенаправлення до альтернативного постачальника послуги або часткова деградація функціональності. Ключова ідея полягає в тому, щоб часткова недоступність не перетворювалась на повну відмову в обслуговуванні [1, 3].

Таблиця 1 – Характеристика патернів надійності для роботи із зовнішніми API

Патерн	Призначення	Переваги	Недоліки	Складність
Circuit Breaker	Запобігає каскадним збоям, переключаючись у розімкнений стан при перевищенні порогу помилок	Ізолює збої, швидкий відгук при недоступності сервісу	Потребує налаштування порогів; ризик хибних спрацювань	Середня
Retry з backoff	Автоматично повторює запит із збільшенням інтервалу після тимчасових збоїв	Підвищує стійкість до нестабільного мережевого з'єднання	Може затримати обробку; навантаження на API	Низька
Timeout	Обмежує час очікування відповіді від зовнішнього API	Запобігає блокуванню потоків; передбачувана затримка	Потребує ретельного підбору значень таймаутів	Низька
Bulkhead	Ізолює пул ресурсів для кожного зовнішнього сервісу	Збої в одному API не впливають на інші інтеграції	Підвищений споживання ресурсів	Висока
Fallback	Надає резервну відповідь або дані при збої зовнішнього API	Забезпечує деградацію функціональності замість повної відмови	Може повертати застарілі дані; складна логіка	Середня

Окрім перелічених патернів, важливу роль відіграє моніторинг та спостережуваність (observability) інтеграцій. Збір метрик часу відповіді, частоти помилок і пропускну здатності дозволяє вчасно виявляти деградацію зовнішніх сервісів та адаптувати параметри патернів стійкості [6]. Розподілене трасування запитів (distributed tracing) забезпечує можливість аналізу ланцюжків викликів та локалізації джерел затримок у складних системах.

Практична реалізація патернів стійкості може здійснюватись засобами спеціалізованих бібліотек. Для платформи .NET широко використовується Polly, яка надає декларативний DSL для конфігурування ланцюжків політик стійкості. В екосистемі Java популярним рішенням є Resilience4j. Це легковагова альтернатива Hystrix із підтримкою реактивного програмування. Для Node.js існують бібліотеки opossum та sockatiel. Хмарні провайдери також пропонують вбудовані механізми: AWS App Mesh, Azure API Management та Google Cloud Apigee надають керування таймаутами і повтором спроб на рівні інфраструктури [5, 6].

Вибір конкретних патернів і їх параметрів залежить від характеристик конкретного зовнішнього API та вимог до системи. Для API з нестабільним з'єднанням пріоритетними є Retry і Circuit Breaker; для API з непередбачуваною затримкою – Timeout і Bulkhead; для критично важливих даних – Fallback із кешуванням. Комплексне застосування кількох патернів у вигляді єдиного ланцюжка обробки запиту є рекомендованою практикою для production-систем [3, 4].

### Висновки

Забезпечення надійності вебсервісів при роботі із зовнішніми API вимагає комплексного підходу, що поєднує архітектурні патерни стійкості, інструменти моніторингу та продуману стратегію деградації функціональності. Патерни Circuit Breaker, Retry, Timeout, Bulkhead та Fallback є взаємодоповнюючими і в сукупності формують ефективний захист від каскадних збоїв. Їх впровадження дозволяє суттєво підвищити стійкість системи до часткових відмов зовнішніх залежностей, забезпечуючи прийнятний рівень обслуговування навіть в умовах нестабільного зовнішнього середовища.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Nygard M. T. Release It! Design and Deploy Production-Ready Software. 2nd ed. – Pragmatic Bookshelf, 2018. – 376 p. – ISBN 978-1-68050-239-8.
2. Richardson C. Microservices Patterns: With examples in Java. – Manning Publications, 2018. – 520 p. – ISBN 978-1-61729-454-9.
3. Fowler M. CircuitBreaker [Електронний ресурс] / Martin Fowler. – 2014. – Режим доступу: <https://martinfowler.com/bliki/CircuitBreaker.html>. Дата звернення: 07.03.2026 р.
4. Brooker M. Timeouts, retries and backoff with jitter [Електронний ресурс] / Amazon Builders' Library. – Режим доступу: <https://aws.amazon.com/builders-library/timeouts-retries-and-backoff-with-jitter/>. Дата звернення: 07.03.2026 р.
5. Документація Resilience4j — бібліотека стійкості для Java [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://resilience4j.readme.io/docs/circuitbreaker>. Дата звернення: 09.03.2026 р.
6. AWS Well-Architected Framework. Reliability Pillar. REL05-ВР03: Control and limit retry calls [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://docs.aws.amazon.com/wellarchitected/latest/reliability-pillar/rel\\_mitigate\\_interaction\\_failure\\_limit\\_retries.html](https://docs.aws.amazon.com/wellarchitected/latest/reliability-pillar/rel_mitigate_interaction_failure_limit_retries.html). Дата звернення: 10.03.2026 р.

**Мельник Олександр Васильович** – к.т.н., доцент кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [vinncei@gmail.com](mailto:vinncei@gmail.com)

**Міняйло Михайло Володимирович** – студент групи 2ПІ-22б, Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [mike.min.32@gmail.com](mailto:mike.min.32@gmail.com)

**Melnyk Oleksandr Vasylovych** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Software, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

**Miniailo Mykhailo Volodymyrovych** – student of the group 2PI-22b, Faculty of Information Technology and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

*Електронне наукове видання*

Матеріали LV науково-технічної конференції  
підрозділів Вінницького національного  
технічного університету (НТКП ВНТУ–2026)

**24-27 березня 2026 року**

**Збірник доповідей**

Матеріали подаються в авторській редакції

Підписано до видання 15. 06. 2026 р.

Гарнітура Times New Roman.

Зам. № P2026-076

Видавець та виготовлювач  
Вінницький національний технічний університет,  
Редакційно-видавничий відділ.

ВНТУ, ГНК, к. 114.

Хмельницьке шосе, 95,

м. Вінниця, 21021.

**press.vntu.edu.ua,**

Email: [irvc.vntu@gmail.com](mailto:irvc.vntu@gmail.com).

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.