

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МІЖНАРОДНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

# МІЖНАРОДНА КОНФЕРЕНЦІЯ

## ПЕРЕДОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ (ATICE'2025)

ОДЕСА, УКРАЇНА, 18 ЛИПНЯ 2025 Р.

### МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

ОДЕСА

2025

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE  
**INTERNATIONAL HUMANITARIAN UNIVERSITY**

# **INTERNATIONAL CONFERENCE**

**ADVANCED TECHNOLOGY**

**IN INFORMATION AND COMMUNICATION**

**ENGINEERING**

**(ATICE'2025)**

ODESA, UKRAINE, JULY 18, 2025

## **CONFERENCE PROCEEDINGS**

ODESA

2025

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МІЖНАРОДНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ПЕРЕДОВІ ТЕХНОЛОГІЇ  
В ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІЙ  
ІНЖЕНЕРІЇ  
МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**Одеса, Україна, 18 липня 2025 р.**



Видавничий дім  
«Гельветика»  
2025

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE  
INTERNATIONAL HUMANITARIAN UNIVERSITY**

**International Conference “Advanced Technology in  
Information and Communication Engineering”  
(ATICE’2025)**

**Odesa, Ukraine, July 18, 2025**

**Conference Proceedings**



Видавничий дім  
«Гельветика»  
2025

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МІЖНАРОДНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Міжнародна конференція «Передові технології  
в інформаційно-комунікаційній інженерії»  
(ПТІКІ'2025)**

**Одеса, Україна, 18 липня 2025 р.**

**Матеріали конференції**



Видавничий дім  
«Гельветика»  
2025

International Conference “Advanced Technology in Information and Communication Engineering” (ATICE'2025): Conference Proceedings. Odesa : International humanitarian university, 2025, 123 p.

**DOI:**

Міжнародна конференція «Передові технології в інформаційно-комунікаційній інженерії» (ATICE'2025): Матеріали конференції. Міжнародний гуманітарний університет, 2025. – Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2025. – 123 с.

ISBN 978-617-554-582-9

Збірка містить праці Міжнародної конференції з інформаційних систем, технологій захисту інформації, використання сучасних інформаційних технологій в управлінні системами за різними галузями народного господарства.

Матеріали публікуються в авторській редакції.

#### **ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ**

##### **Голова**

КІВАЛОВ С.В. – д.т.н., проф., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

##### **Співголови**

СТРЕЛКОВСЬКА І.В. – д.т.н., проф., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

УРИВСЬКИЙ Л.О. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.

##### **Члени організаційного комітету**

БЕРКМАН Л.Н. – д.т.н., проф., Державний університет телекомунікацій, м.Київ, Україна.

КЛИМАШ М.М. – д.т.н., проф., Національний університет «Львівська політехніка», м.Львів, Україна.

ЛЕМЕШКО А. В. – д.т.н., проф., Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків, Україна.

РОЗЕНВАССЕР Д.М. – к.т.н., доц., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

РИХЛІК А. – к.т.н., Лодзький технічний університет, м.Лодзь, Польща

СЕМЕНКО А.І. – д.т.н., проф., Національний авіаційний університет, Київ, Україна.

СІМЕНС Е. – д.т.н., проф., Анхальтський університет прикладних наук, м.Кетен, Німеччина.

СОЛОВСЬКА І.М. – к.т.н., доц., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

СУНДУЧКОВ К.С. – д.т.н., проф., Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна.

#### **РЕДАКЦІЙНИЙ КОМІТЕТ**

СОЛОВСЬКА І.М. – к.т.н., доц., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

РОЗЕНВАССЕР Д.М. – к.т.н., доц., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

## **КОМІТЕТ МІЖНАРОДНИХ ЗВ'ЯЗКІВ**

СТРЕЛКОВСЬКА І.В. – д.т.н., проф., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

ГЛОБА Л. С. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.

## **ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР**

СОЛОВСЬКА І.М. – к.т.н., доц., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

ГРИГОР'ЄВА Т.І. – к.т.н., доц., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

## **ТЕХНІЧНО-ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ**

СТРЕЛКОВСЬКА І.В. – д.т.н., проф., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

УРИВСЬКИЙ Л.О. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.

ГЛОБА Л.С. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.

## **СЕКЦІЇ**

### **СЕКЦІЯ 1. ІНЖЕНЕРІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

СТРЕЛКОВСЬКА І.В. – д.т.н., проф., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

ГЛОБА Л.С. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.

ГРИГОР'ЄВА Т.І. – к.т.н., доц., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

### **СЕКЦІЯ 2. КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ**

МІРОШНИК М.А. – д.т.н., проф., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

СОЛОВСЬКА І.М. – к.т.н., доц., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

РУСУ О.П. – к.т.н., доц., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

### **СЕКЦІЯ 3. КІБЕРБЕЗПЕКА ТА ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ**

ЛУНТОВСЬКИЙ А.О. – д.т.н., проф., Державна академія Саксонії «Беруфсакадемія», м. Дрезден, Німеччина.

ЙОНА Л.Г. – к.т.н., доц., Міжнародний гуманітарний університет, Одеса, Україна.

МАНЬКО Д.Г. – д.ю.н., проф., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

### **СЕКЦІЯ 4. ЕЛЕКТРОННІ КОМУНІКАЦІЇ ТА РАДІОТЕХНІКА**

УРИВСЬКИЙ Л.О. – д.т.н., проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна.

ЛЕМЕСЬКО А.В. – д.т.н., проф., Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків, Україна.

ПЕДЯШ В.В. – к.т.н., доц., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

### **СЕКЦІЯ 5. ІНФОРМАТИКА ТА ПРОГРАМУВАННЯ В ОСВІТІ**

КУЧАЙ О.В. - д.п.н., проф., Національний університет біоресурсів і природокористування України.

ЖИГУЛІН О.А. – д.е.н., проф., Міжнародний гуманітарний університет, Одеса, Україна

ГОРБАЧОВ В.Е. – к.т.н., доц., Міжнародний гуманітарний університет, м.Одеса, Україна.

1. Introduction to Proteus. The Engineering Knowledge. URL: <https://www.theengineeringknowledge.com/introduction-to-proteus/>.
2. Official Guide to TInkercad Circuits. Tinkercad. URL: <https://www.tinkercad.com/blog/official-guide-to-tinkercad-circuits>
3. Introduction. Get started with Nuxt v3. URL: <https://nuxt.com/docs/getting-started/introduction>
4. Installing Tailwind CSS with Vite. Tailwind CSS. URL: <https://tailwindcss.com/docs/installation/using-vite>
5. Getting started with SVG.js v3.1. SVG.js. URL: <https://svgjs.dev/docs/3.1/getting-started>
6. vee-validate. Node Package Manager. URL: <https://www.npmjs.com/package/vee-validate>
7. Intro to Zod. Zod. URL: <https://zod.dev/v4>
8. Node.js Documentation. Node.js. URL: [https://nodejs.org/api/all.html#all\\_synopsis\\_usage](https://nodejs.org/api/all.html#all_synopsis_usage)
9. Directus Docs. Directus CMS. URL: <https://directus.io/docs>
10. Docs Home Page. Cloudinary Image & Video API Platform. URL: <https://cloudinary.com/documentation>

**Проценко М.М.**

*здобувач вищої освіти третього (аспірантського рівня)*

*спеціальності 123 – Комп'ютерна інженерія*

*Науковий керівник: Мірошник М. А.*

*доктор технічних наук, професор*

*Міжнародний гуманітарний університет*

*місто Одеса, Україна*

## **БЕЗПЕРЕРВНА ЕВОЛЮЦІЯ АРХІТЕКТУРИ ЧЕРЕЗ АВТОНОМНІ МУЛЬТИАГЕНТНІ RAG-СИСТЕМИ**

**Анотація.** *Запропоновано теоретичну модель безперервної еволюції програмної архітектури через інтеграцію автономних мультіагентних систем з технологіями доповненої генерації на основі пошуку (RAG) для автоматизації архітектурного проектування та адаптації. Проведено аналіз фреймворку MAAD з чотирма спеціалізованими агентами (аналітик, моделювальник, дизайнер, оцінювач), механізмів їх координації та використання RAG для доступу до архітектурних знань. Обґрунтовано теоретичні переваги мультіагентного підходу для вирішення проблем традиційного*



*архітектурного управління та запропоновано напрямки подальших досліджень щодо експериментальної валідації та розробки практичних інструментів.*

У сучасному світі програмні системи характеризуються зростаючою складністю та динамічністю вимог, що створює значні виклики для традиційних методів архітектурного управління. Проведене дослідження зосереджується на теоретичному аналізі можливостей інтеграції автономних мультиагентних систем з технологіями доповненої генерації на основі пошуку (RAG) для забезпечення безперервної еволюції програмної архітектури. Актуальність цієї проблематики зумовлена розривом між швидкістю змін бізнес-вимог та здатністю архітектурних команд адаптувати системи до цих змін [1].

Традиційні підходи до архітектурного проектування базуються на періодичних оглядах та експертних рішеннях, що вимагає значних часових ресурсів. Концепція еволюційної архітектури передбачає постійні інкрементальні зміни з автоматизованою валідацією через фітнес-функції. Аналіз літератури виявив, що спроби використання окремих LLM стикаються з проблемою генерації неточного контенту. Дослідження показують, що мультиагентна взаємодія суттєво підвищує якість результатів через взаємну валідацію та дебати між агентами [2].

Особливу увагу приділено аналізу фреймворку Knowledge-based Multi-Agent Architecture Design (MAAD), який демонструє ефективність використання чотирьох спеціалізованих агентів для автоматизації архітектурного проектування. Фреймворк використовує знання з трьох джерел: існуючих системних проектів, авторитетної літератури та експертних знань. На основі цього аналізу пропонується розширена теоретична модель для забезпечення безперервної архітектурної еволюції [1].

У запропонованій моделі агент-аналітик обробляє та інтерпретує вимоги до системи, виявляючи приховані залежності та архітектурно-значущі аспекти. Агент-моделювальник формує високорівневі архітектурні рішення, включаючи вибір архітектурних стилів, технологічного стеку та створення концептуальних представлень. Використання RAG-технологій дозволяє звертатися до бази знань з успішними архітектурними рішеннями [3].

Агент-дизайнер деталізує архітектурні рішення до рівня імплементації через створення UML-діаграм та специфікацій інтерфейсів. Теоретична модель передбачає вбудовані механізми перевірки відповідності принципам SOLID. Агент-оцінювач забезпечує безперервну валідацію через систему фітнес-функцій, які охоплюють продуктивність, безпеку, підтримуваність та масштабованість [1].

Ключовим елементом системи є механізми координації між агентами через структуровані протоколи комунікації. Обмін інформацією відбувається з використанням механізмів фільтрації та пріоритизації. При конфліктах застосовуються протоколи

переговорів або арбітражні механізми. Колективне прийняття рішень враховує індивідуальні переваги агентів [2].

Інтеграція RAG-технологій створює додатковий рівень інтелектуальності через доступ до обширних баз архітектурних патернів та документації. Дослідження показують, що RAG покращує прийняття рішень через заземлення агентів на зовнішніх знаннях. Поєднання семантичного пошуку з контекстуальним аналізом дозволяє знаходити релевантні рішення [4].

Дослідження автоматизації оркестрації мікросервісів демонструє ефективність фітнес-функцій для тестування через множинні виміри: продуктивність, безпеку, коректність та якість коду. Безперервна еволюція дозволяє системам адаптуватися без масштабних переробок. Автоматизована валідація забезпечує раннє виявлення проблем [5].

Теоретичний аналіз виявив потенційні виклики: складність початкового налаштування, питання довіри до автоматизованих рішень, масштабованість для великих проєктів. Водночас переваги включають скорочення часу на архітектурні зміни, підвищення якості рішень та зниження технічного боргу.

Результати дослідження свідчать про значний потенціал безперервної еволюції архітектури через автономні мультиагентні RAG-системи. Запропонована модель демонструє можливість вирішення ключових проблем сучасного архітектурного управління. Подальші дослідження мають зосередитися на експериментальній валідації та розробці механізмів реалізації для різних типів систем.

## Література

1. Zhang Y., Li R., Liang P., Sun W., Liu Y. Knowledge-Based Multi-Agent Framework for Automated Software Architecture Design. arXiv preprint arXiv:2503.20536, 2025. URL: <https://arxiv.org/abs/2503.20536> (дата звернення: 13.07.2025).
2. Talebirad Y., Nadiri A. Multi-agent collaboration: Harnessing the power of intelligent LLM agents. arXiv preprint arXiv:2306.03314, 2023. URL: <https://arxiv.org/abs/2306.03314> (дата звернення: 13.07.2025).
3. Du Y., Li S., Torralba A., Tenenbaum J.B., Mordatch I. Improving factuality and reasoning in language models through multiagent debate. arXiv preprint arXiv:2305.14325, 2023. URL: <https://arxiv.org/abs/2305.14325> (дата звернення: 13.07.2025).
4. Wang L., Ma C., Feng X., Zhang Z., et al. A Survey on Large Language Model based Autonomous Agents. Frontiers of Computer Science, 2024. Vol. 18(6). URL: <https://arxiv.org/abs/2308.11432> (дата звернення: 13.07.2025).

5. Bucchiarone A., Dragoni N., Dustdar S., et al. Towards automating microservices orchestration through data-driven evolutionary architectures. Software and Systems Modeling, 2024. Vol. 23, P. 387–409. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11761-024-00387-x> (дата звернення: 13.07.2025).

УДК 004.4:517.96

Григор'єва Т.І., к.т.н., доцент  
Крохмаль М.В., аспірант  
n.krokhmal@gmail.com

Міжнародний гуманітарний університет, місто Одеса

## ЗАСТОСУВАННЯ ТЕНЗОРНОГО АНАЛІЗУ В ПРОГРАМНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ

**Анотація.** Робота присвячена вирішенню проблеми аналізу багатовимірних даних у програмній інженерії, де традиційні векторно-матричні методи є недостатньо ефективними. Запропоновано використання тензорного аналізу для представлення даних у вигляді багатовимірних масивів, що зберігає структурні та контекстуальні взаємозв'язки. Такий підхід дозволяє підвищити точність прогнозування дефектів, аналізувати технічні недоліки та оптимізувати тестування. Обґрунтовано доцільність інтеграції тензорних моделей та їх синтезу з глибоким навчанням.

Розвиток сучасних програмних систем характеризується експоненціальним зростанням обсягів даних та ускладненням їх архітектурних залежностей. Традиційні методи аналізу, що базуються на векторно-матричних представленнях, демонструють обмежену ефективність при моделюванні багатовимірних взаємозв'язків між параметрами програмного продукту (модулі, користувачі, конфігурації, часові ряди) [1]. Ця обмеженість призводить до втрати контекстуальної інформації та, як наслідок, до зниження точності предиктивних моделей та аналітичних висновків. Відповідно виникає задача розробки методів, що здатні адекватно репрезентувати та аналізувати багатовимірні структури даних у програмній інженерії [2].

Тензорний підхід забезпечує представлення даних у вигляді багатовимірних масивів, де кожна вісь (мода) відповідає за окремий атрибут системи, такий як функціональний модуль, метрика коду, автор зміни чи версія. Це дозволяє зберігати структурну цілісність та глибокі контекстуальні взаємозв'язки, що існують між цими атрибутами. На відміну від векторних моделей, які вимагають "випрямлення" даних у двовимірну таблицю і неминуче призводять до втрати інформації про взаємодію, тензор зберігає цілісну картину. Це дає можливість виявляти складні, нелінійні патерни.

Ефективність тензорних моделей проявляється у вирішенні прикладних задач. Замість аналізу окремих, ізольованих факторів, тензорний підхід дозволяє моделювати систему як єдиний багатовимірний простір, що відкриває нові аналітичні можливості. У галузі прогнозування дефектів, тензорний аналіз дозволяє вийти за межі кореляцій низького порядку та ідентифікувати нетривіальні, багатофакторні комбінації, що є предикторами програмних помилок. Стає можливим виявлення латентних патернів, що передують виникненню дефектів. Аналогічним чином, підхід забезпечує методологічну основу для кількісної оцінки та аналізу ризиків, пов'язаних із технічним боргом.

Тензорні моделі також надають потужний інструментарій для оптимізації процесів регресійного тестування. Шляхом моделювання складних взаємозв'язків між змінами у