

ТЕХНОЛОГІЯ AGENTIC AI ТА ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ В АКАДЕМІЧНИХ УСТАНОВАХ

AGENTIC AI TECHNOLOGY AND ITS USE IN ACADEMIC INSTITUTIONS

У статті досліджено проблематику впровадження агентних технологій штучного інтелекту (Agentic AI) у системі вищої освіти та наукових досліджень. Визначено основні виклики, серед яких – відсутність стандартизованих підходів до інтеграції, ризики порушення академічної доброчесності, етичні дилеми, захист персональних даних і забезпечення кібербезпеки. Проведено аналіз потенціалу Agentic AI для оптимізації дослідницької діяльності, підвищення ефективності навчального процесу та підтримки персоналізованих освітніх траєкторій. Окреслено напрями подальших досліджень, включаючи створення нормативно-правової бази, розроблення методологічних моделей впровадження та визначення стратегій адаптації викладачів і студентів до роботи з агентними системами. Підкреслено необхідність розробки етичних стандартів і впровадження ефективних механізмів моніторингу впливу Agentic AI, що сприятиме успішній цифровій трансформації академічних установ.

Ключові слова: Agentic AI, агентні технології, вища освіта, цифрова трансформація, штучний інтелект, академічна доброчесність, персоналізоване навчання.

This article examines the challenges, opportunities, and future prospects of implementing Agentic Artificial Intelligence (Agentic AI) technologies within higher education and scientific research ecosystems. The study identifies critical barriers hindering the effective and ethical adoption of such technologies, including the absence of unified standards, insufficient methodological guidance, low readiness of academic staff to utilize agent-based systems, potential violations of academic integrity due to uncontrolled use of generative models, and unresolved issues of data protection, ethics, transparency, and cybersecurity. It highlights the potential of Agentic AI to significantly enhance research productivity, automate knowledge management and administrative processes, and support personalized, adaptive learning pathways, particularly in STEM disciplines where intelligent tools can substantially improve the efficiency and quality of teaching and learning. The article emphasizes the urgent need to develop a comprehensive regulatory and methodological framework to ensure responsible, secure, and scalable integration of agent-based systems into academic institutions, accompanied by the creation of ethical standards, training programs for educators and researchers, and effective monitoring mechanisms to assess their real impact on educational outcomes, scientific productivity, and institutional governance. Furthermore, it outlines strategic directions for future research, including the design of hybrid digital ecosystems combining Agentic AI with cloud services, data analytics, and learning management platforms; the creation of transparent algorithms to mitigate bias and enhance accountability; and the formulation of adaptive strategies for aligning artificial intelligence deployment with principles of academic integrity, sustainable digital transformation, and long-term institutional development. By systematically addressing these challenges, Agentic AI can become a transformative driver of innovation in higher education and research, fostering more efficient, adaptive, ethical, and resilient academic ecosystems.

Key words: *Agentic AI, agent-based technologies, higher education, digital transformation, artificial intelligence, academic integrity, personalized learning, adaptive ecosystems.*

УДК 004

DOI: <https://doi.org/10.32782/dees.19-48>

Гужва В.М.¹

к.е.н., професор кафедри інформаційних систем в економіці, Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана

Huzhva Volodymyr

Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

Постановка проблеми. Поява та зростання технології агентного штучного інтелекту (Agentic AI) відкриває нові можливості для цифрової трансформації академічних установ, але їх інтеграція супроводжується суттєвими викликами. Відсутність стандартів, недостатня готовність викладачів, ризики для академічної доброчесності, етичні та безпекові проблеми обмежують ефективність використання цих технологій. Це зумовлює потребу у визначенні можливостей і обмежень Agentic AI та створенні методологічних і нормативних підходів для їх відповідального впровадження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Огляд останніх досліджень свідчить про зростаючу роль агентного та генеративного штучного інтелекту (ШІ) в освіті й науковій діяльності. Так, Л.А. Султан та ін. [1] підкреслюють, що стрімке

зростання академічної літератури створює виклики для дослідників, пропонуючи агентну архітектуру з двома агентами для автоматизації пошуку джерел і створення звітів. С. Ма та Дж. Ван [2] представили Alcademic – систему Agentic AI для адаптивного навчання у складних предметах, яка базується на великих мовних моделях (LLM) і оперативній інженерії. М. Модіба і М. Шекгола [3] розглядають використання чат-ботів ШІ для підтримки дослідницьких процесів у п'ятій промисловій революції, наголошуючи на їхніх перевагах і ризиках, зокрема упередженості та проблемах конфіденційності. О. Алі та ін. [4] аналізують ряд публікацій (2018–2023 рр.), виділяючи ключові проблеми впровадження ШІ в освіті: етичні, технологічні, користувацькі, операційні та екологічні. А. Коварі [5] акцентує увагу на викликах щодо використання ChatGPT у контексті збереженні

¹ ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0379-1480>

академічної доброчесності, включно з ризиками плагіату та упередженості, та пропонує стратегії їх мінімізації. Л. Чень, П. Чень та Ч. Лінг [6] показують, що ШІ сприяє автоматизації адміністративних процесів і персоналізації навчання. А. Алам [7] також підкреслює користь ШІ для адаптації навчальних програм і підвищення ефективності викладання. М.В. Поп та ін. [8] досліджують потенціал Agentic AI у STEM-освіті, включаючи персоналізовану підтримку та етичні аспекти. А. Зеб та ін. [9] вивчають вплив ChatGPT на обмін знаннями, етику та академічні бібліотеки. Кудзаї С. Тарісаї [10] окреслює виклики впровадження ШІ у вищу освіту та пропонує стратегічні рекомендації для його ефективної інтеграції.

Сукупно дослідження демонструють як потенціал ШІ у підвищенні ефективності навчання та досліджень, так і необхідність етичних та методологічних рамок для його безпечного використання. Впровадження Agentic AI в академічні установи супроводжується низькою викликів, зокрема відсутністю стандартів, низькою готовністю викладачів та ризиками порушення академічної доброчесності через генеративні моделі. Недостатня інтеграція агентних систем із цифровими платформами та обмежені механізми оцінки ефективності ускладнюють їхнє застосування. Дослідження також виявляє актуальні питання етики, захисту даних і кібербезпеки.

Постановка завдання. Метою статті є дослідження можливостей впровадження технології Agentic AI в академічних установах, її порівняння з традиційними мультиагентними системами та Retrieval-Augmented Generation (RAG), а також визначення перспектив для освітнього та наукового середовища. Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання: а) проаналізувати теоретичні основи Agentic AI та її відмінності від мультиагентних систем і RAG; б) визначити потенційні сфери застосування Agentic AI в управлінні, освіті та науці; в) оцінити переваги й обмеження Agentic AI в контексті академічних установ та г) сформулювати практичні рекомендації щодо інтеграції Agentic AI у цифрову трансформацію університетів.

Методологічну основу дослідження становлять:

- системний підхід до аналізу цифрової трансформації;
- методи порівняльного аналізу інтелектуальних технологій (Agentic AI, MAC, RAG);
- аналітичний огляд сучасних наукових публікацій (2020–2025 рр.) з питань мультиагентних систем, генеративного ШІ та освітніх технологій.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Термін «Agentic AI» (англ. *agentic* – здатність діяти самостійно) походить із соціально-психологічних концепцій, зокрема з робіт А. Бандури [11]. У його теорії соціального навчання «agentic perspective»

означає, що людина – активний суб'єкт, яка може свідомо діяти, приймати рішення й контролювати своє середовище. У контексті штучного інтелекту термін Agentic AI набув поширення як опис автономних систем, здатних самостійно приймати цілі, ухвалювати рішення та виконувати дії з мінімальним людським втручанням. Він ґрунтується на концепціях інтелектуальних агентів (*intelligent agents*), розвиток яких почався ще в 1990-х роках у сфері штучного інтелекту, коли з'явилася парадигма агентів, які «сприймають – управляють – діють» на основі теорій раціонального агента та теорії ухвалення рішень. Слід також звернути увагу на сучасні академічні джерела, які уточнюють та класифікують поняття. У статті Р. Сапкоти та ін. [12]) проведено чітке розмежування: AI Agents – модульні системи, що виконують конкретні завдання, а Agentic AI – це система, де кілька агентів об'єднані в оркестровану, автономну сукупність із пам'яттю, плануванням і автономною координацією. В іншій роботі за авторством В. Ботті [13] аналізується поняття Agentic та Multiagent AI з акцентом на те, що термін «agentic» має соціально-наукове коріння, а також філософські концепції наміру, і підкреслює, що багато сучасних систем уже мають властивості, визначені раніше в рамках мультиагентних систем (MAC).

По суті термін «Agentic AI» не має єдиного автора чи конкретного джерела походження. Він є еволюційним концептом, що сформувався в спільноті дослідників і практиків штучного інтелекту приблизно в 2022–2023 роках як природне розширення ідей автономних агентів у поєднанні з можливостями великих мовних моделей (Large Language Models – LLM). Виник термін саме тоді, коли дослідники зрозуміли, що LLM можуть виступати не просто як генератори текстів у відповідь на запити, а як «мізки» для автономних систем, здатних до:

- а) самостійного планування (визначення послідовності дій для досягнення мети);
- б) використання інструментів (API, бази даних, виконання коду);
- в) рефлексії та ітерації (аналізу власних помилок та їх виправлення).

В цьому контексті Agentic AI (агентний штучний інтелект) можна трактувати як концепцію побудови систем на основі взаємодії інтелектуальних агентів, які поєднують генеративні можливості сучасних LLM з класичними принципами мультиагентних систем. На відміну від традиційного ШІ, який часто функціонує як окремий інструмент для вирішення вузьких завдань, Agentic AI передбачає самоорганізацію та кооперацію множини агентів, здатних працювати у складних середовищах, адаптуватися до нових умов і навчатися на основі взаємодії з користувачем та зовнішніми ресурсами.

Якщо виділяти основні відмінностей між Agentic AI та мультиагентними системами (МАС), то насамперед слід мати на увазі наступні:

1) у класичних МАС агенти зазвичай мають жорстко визначені ролі та алгоритми поведінки, тоді як в Agentic AI вони можуть динамічно змінювати завдання завдяки використанню LLM;

2) МАС часто обмежені у знаннях заздалегідь заданими базами даних, тоді як Agentic AI має доступ до зовнішніх джерел знань через інтеграцію API, пошукових систем і дата-центрів;

3) Agentic AI здатний виконувати контекстуальні міркування та планування завдань, що наближає його до моделі інтелектуальної екосистеми, а не просто набору програмних агентів.

До переліку ключових характеристик технології Agentic AI, які підкреслюють її значущість як потужного інструмента для ЦТ соціально-економічних систем, слід віднести наступні: а) *автономність* – агенти здатні самостійно ініціювати дії, визначати пріоритети завдань і коригувати свою поведінку без безпосереднього втручання користувача; б) *адаптивність* – система враховує динамічні зміни середовища та навчальних/управлінських завдань, що дозволяє їй розширювати функціонал у режимі реального часу; в) *колаборація* агентів – окремі агенти можуть обмінюватися знаннями, розподіляти ролі й колективно розв'язувати комплексні проблеми (наприклад, дослідницькі проекти чи організацію навчального процесу); г) *інтеграція з зовнішніми сервісами* – Agentic AI легко підключається до ERP-систем, LMS-платформ (Moodle, Canvas), хмарних сховищ, API наукових баз (Scopus, Crossref) та комунікаційних сервісів (Microsoft Teams, Slack). Це робить його універсальним інструментом для цифрової трансформації академічних установ.

Доцільним також є порівняння Agentic AI з іншими підходами, а саме з:

а) RAG (Retrieval-Augmented Generation) – підхід збагачує LLM зовнішніми даними через пошук у базах знань, однак обмежується питально-відповідними сценаріями. Agentic AI є ширшим: він може планувати, делегувати та виконувати складні процеси, а не лише генерувати відповіді;

б) MCP (Model Context Protocol) – це протокол взаємодії моделей ШІ з зовнішніми інструментами. Agentic AI може використовувати MCP як інфраструктурний елемент, але виходить за його межі завдяки агентній кооперації;

в) AutoML (Automated Machine Learning) – забезпечує автоматизацію створення ML-моделей, проте зосереджений на моделюванні даних. Agentic AI інтегрує AutoML як компонент, але головний акцент робить на автономному управлінні процесами;

г) Традиційні агентні системи – ефективні у вузьких сценаріях (наприклад, управління мережевим

трафіком чи виробничими процесами), однак не здатні працювати з неконтрольованими та динамічними потоками даних, що є сильним боком Agentic AI.

Таким чином, Agentic AI можна розглядати як гібридний підхід, що поєднує генеративні можливості LLM з принципами мультиагентних систем, розширюючи їхню функціональність до рівня самоорганізованих інтелектуальних екосистем.

Для реалізації технології Agentic AI існує кілька підходів до організації взаємодії агентів:

а) кооперативна модель – агенти працюють як рівноправні учасники, спільно досягаючи мети (наприклад, у наукових колабораціях чи підготовці освітніх матеріалів);

б) ієрархічна модель – один або кілька агентів виступають координаторами, розподіляючи завдання між підлеглими агентами (типова для адміністративних процесів університету);

в) гібридна модель – поєднує кооперативні та ієрархічні механізми, забезпечуючи баланс між гнучкістю та ефективністю управління (наприклад, у системах «розумного кампусу»).

Сферами застосування Agentic AI в академічних установах можуть бути наступні:

1) *адміністративні процеси*:

– автоматизація документообігу та кадрових процедур – впровадження інтелектуальних агентів для прискорення обробки заяв, контрактів і внутрішніх документів;

– оптимізація розкладу та управління ресурсами кампусу – планування аудиторій, лабораторій, обладнання та персоналу;

– моніторинг ефективності навчального процесу – автоматичний збір і аналіз показників успішності студентів та навантаження викладачів.

2) *наукова діяльність*:

– інтелектуальний пошук і аналіз наукових публікацій (Scopus, Crossref) – автоматичне формування бібліографії та виявлення актуальних досліджень;

– генерація гіпотез та формування дослідницьких проєктів – створення пропозицій грантів і наукових планів;

– аналіз великих даних у міждисциплінарних дослідженнях – застосування мультиагентних систем для обробки великих обсягів наукової інформації.

3) *освітній процес*:

– персоналізовані навчальні траєкторії та адаптивні курси – динамічне підлаштування навчання під індивідуальні потреби студентів;

– інтелектуальні тьютори та віртуальні асистенти – підтримка студентів у режимі 24/7, відповіді на питання, пояснення складних тем;

– симуляційні середовища для практичного навчання – віртуальні лабораторії, тренажери та VR/AR-платформи.

4) *комунікація та співпраця:*

– інтеграція в Microsoft Teams, Moodle, Google Workspace – централізація навчальної та адміністративної взаємодії;

– підтримка міжуніверситетських колаборацій – створення спільних наукових середовищ і проектних груп;

– багатомовна взаємодія студентів та викладачів – автоматичний переклад і мультимовна підтримка.

Разом з тим доречно виділити виклики та ризики впровадження Agentic AI в академічних установах. Мова йде про наступні:

1) *етичні виклики:*

– загроза академічній доброчесності – автоматична генерація текстів може призвести до плагіату або підміни реальних досліджень;

– можливість зловживань – використання Agentic AI для створення хибних даних або маніпуляцій результатами.

2) *правові ризики:*

– авторські права – складність визначення правового статусу згенерованих матеріалів;

– використання персональних даних – ризики витоку або неналежної обробки конфіденційної інформації;

– відповідність регуляціям (GDPR та ін.) – необхідність дотримання міжнародних стандартів захисту даних.

3) *технічні виклики:*

– складність інтеграції з існуючими системами університетів – потреба у створенні інтерфейсів між LMS, ERP та Agentic AI-рішеннями;

– високі вимоги до обчислювальних ресурсів – необхідність масштабованих хмарних сервісів і потужних GPU.

4) *організаційні ризики:*

– недостатня готовність персоналу – відсутність необхідних навичок у викладачів та адміністративного персоналу;

– необхідність навчання викладачів і студентів – потреба у програмах підвищення кваліфікації.

Що ж до перспектив розвитку Agentic AI в академічному середовищі, то можна виділити наступні основні напрямки: а) створення «розумного кампусу», де агентні системи керують усіма процесами – від навчання до наукової діяльності; б) інтеграція з концепціями Smart University та Digital Governance; в) формування відкритих наукових екосистем і міжнародних дослідницьких колаборацій на основі Agentic AI та г) очікуване зростання ринку освітніх технологій на основі Agentic AI у найближчі 5–10 років.

Сучасний розвиток Agentic AI спирається на низку програмних платформ та фреймворків, що забезпечують створення та управління агентами. До найпоширеніших належать наступні:

• **AutoGen (Microsoft Research) (AutoGen – Microsoft Research)** – фреймворк для оркестрації LLM-агентів із можливістю створення сценаріїв багатокрокової взаємодії, кооперації агентів та інтеграції з API;

• **LangGraph (LangChain Academy)** – бібліотека, орієнтована на побудову графів агентної взаємодії з підтримкою складних робочих процесів. Забезпечує прозорість виконання завдань та можливість масштабування;

• **CrewAI (The Leading Multi-Agent Platform)** – рішення, що спеціалізується на створенні команд агентів із різними ролями, які можуть колективно виконувати завдання в академічному чи корпоративному середовищі;

• **Microsoft AutoGen Studio (Introducing AutoGen Studio: A low-code interface for building multi-agent workflows – Microsoft Research)** – платформа для візуального конструювання багатокomпонентних агентних систем із інтеграцією у Microsoft Teams та Azure AI Services, що робить її особливо актуальною для освітніх та наукових установ.

Хмарні сервіси стали ключовим середовищем для розгортання Agentic AI, оскільки вони надають масштабовані обчислювальні ресурси та інтегровані інструменти штучного інтелекту:

• **Azure AI (Microsoft) (AI Services | Microsoft Azure)** – пропонує інтеграцію Agentic AI з Microsoft 365, Teams та навчальними системами (LMS), що дозволяє автоматизувати управління освітнім процесом;

• **Google Vertex AI (Vertex AI Platform | Google Cloud)** – забезпечує гнучкі інструменти для створення та управління моделями, орієнтовані на обробку великих обсягів академічних даних і дослідницьких проектів;

• **AWS Bedrock (AI Agents – Amazon Bedrock Agents – AWS)** – надає доступ до різних моделей LLM через API, що дозволяє створювати багатofункціональні агентні системи без потреби у власному навчанні моделей.

У табл. 1 наведено результати порівняльного аналізу указанного вище інструментарію для реалізації технології Agentic AI.

На основі наведеної таблиці можна зробити наступні рекомендації щодо застосування фреймворків Agentic AI та хмарних сервісів для цифрової трансформації академічних установ:

1) AutoGen (Microsoft Research):

а) *Рекомендації:* використовувати для розробки інтелектуальних агентів, що автоматизують науково-дослідницькі процеси (аналіз літератури, формування звітів, генерація навчальних матеріалів);

б) *Особливість впровадження:* підходить для лабораторій і дослідницьких центрів, які потребують створення кастомних сценаріїв багатокрокової взаємодії агентів.

Порівняльний аналіз фреймворків Agentic AI та хмарних сервісів

Назва	Призначення	Ключові можливості	Інтеграції	Сфера застосування
AutoGen (Microsoft Research)	Оркестрація LLM-агентів	Багатокрокова взаємодія, кооперація агентів, інтеграція з API	API, кастомні сервіси	Розробка сценаріїв, наука, освіта
LangGraph	Побудова графів агентної взаємодії	Складні робочі процеси, прозорість виконання, масштабованість	Різні платформи через API	Розробка складних агентних систем
CrewAI	Створення команд агентів	Розподіл ролей, колективне виконання завдань	Інтеграція з корпоративними та академічними сервісами	Академічні та корпоративні проекти
Microsoft AutoGen Studio	Візуальне конструювання агентних систем	Інтеграція з Teams та Azure AI, мультимодальні сценарії	Microsoft Teams, Azure AI Services	Освіта, наука, управління процесами
Azure AI (Microsoft)	Інтеграція Agentic AI з Microsoft екосистемою	Інтеграція з Microsoft 365, Teams, LMS	Microsoft 365, Teams, Azure	Освіта, дослідження, управління
Google Vertex AI	Керування моделями та обробка даних	Гнучкі інструменти для створення та навчання моделей	Google Cloud екосистема	Дослідницькі проекти, великі дані
AWS Bedrock	Доступ до різних LLM моделей	API-доступ, без необхідності власного навчання моделей	AWS екосистема	Багатофункціональні агентні системи

Джерело: складено автором

2) LangGraph:

а) *Рекомендації*: доцільно застосовувати для побудови складних робочих процесів у навчальних системах, таких як автоматизоване формування навчальних планів або адаптивні навчальні траєкторії;

б) *Особливість впровадження*: корисний у великих університетах, де є потреба у прозорості взаємодії між різними підсистемами (LMS, наукові бази, адміністративні модулі).

3) CrewAI:

а) *Рекомендації*: використовувати для формування віртуальних команд агентів-асистентів (наприклад, для підтримки студентів, викладачів або адміністрації);

б) *Особливість впровадження*: ідеально підходить для академічних проектів, міжнародних грантів, управління науковими групами.

4) Microsoft AutoGen Studio:

а) *Рекомендації*: впроваджувати як центральний інструмент для інтеграції агентних рішень у Microsoft Teams, що вже використовується в більшості закладів освіти;

б) *Особливість впровадження*: підходить для масштабної цифрової трансформації університетів, особливо коли вже розгорнуті Azure AI Services та Microsoft 365.

5) Azure AI (Microsoft):

а) *Рекомендації*: інтегрувати для автоматизації освітніх процесів, електронного документообігу, чат-ботів для студентів;

б) *Особливість впровадження*: максимально ефективний у закладах, що використовують Microsoft 365, Teams та LMS (Moodle, Canvas, Blackboard).

6) Google Vertex AI:

а) *Рекомендації*: використовувати для аналітики великих академічних даних, прогнозування студентських успіхів, наукових обчислень;

б) *Особливість впровадження*: доцільний у випадку інтеграції з екосистемою Google (Google Workspace for Education).

7) AWS Bedrock:

а) *Рекомендації*: застосовувати для створення масштабованих мультиагентних систем без власного навчання моделей, наприклад, для університетів, які працюють із зовнішніми LLM;

б) *Особливість впровадження*: найбільш ефективний для міжнародних академічних проектів та дослідницьких хмарних рішень.

Таким чином, сучасні інструменти Agentic AI пропонують широку гнучкість та можливості адаптації під потреби академічних установ, забезпечуючи перехід від традиційних інформаційних систем до інтелектуальних освітніх екосистем.

Практичний кейс. В якості практичного кейсу пропонується розглянути застосування платформи **CrewAI** для створення мультиагентного персонального асистента на основі ШІ для допомоги студентам в опануванні дисципліни «Інтернет речей», яку автор викладає в Інституті інформа-

ційних технологій в економіці при університеті. На рис. 1 предстало основне робоче вікно з описом завдання для створення за допомогою платформи CrewAI мультиагентної системи, яка б виконувала роль персонального асистента.

Структура згенерованої мультиагентної системи з описом призначення і функцій кожного із агентів наведені на рис. 2, а-б.

Виконання MAC конкретного запиту з виданими результатами проілюстровані на рис. 3–5.

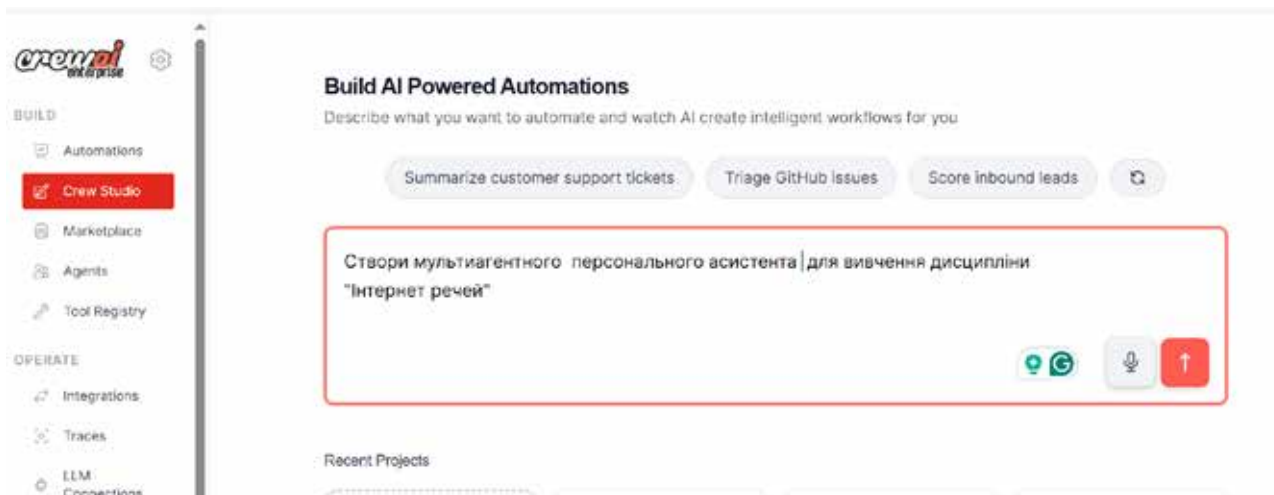
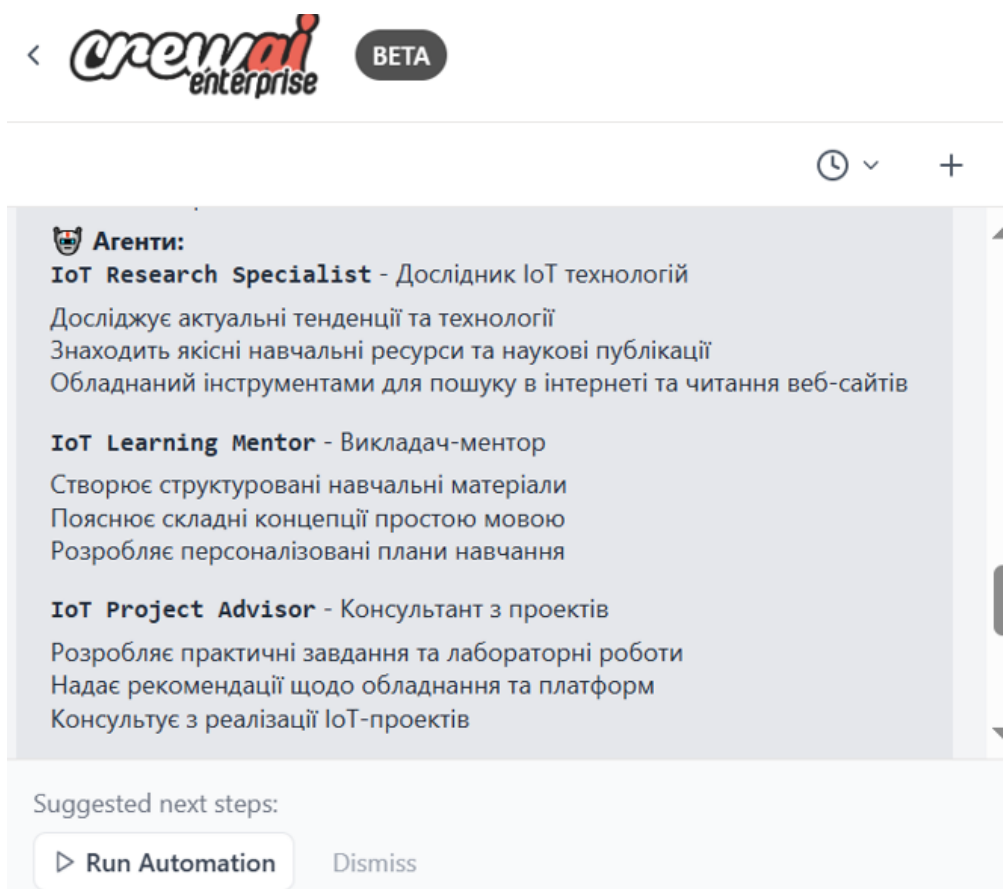
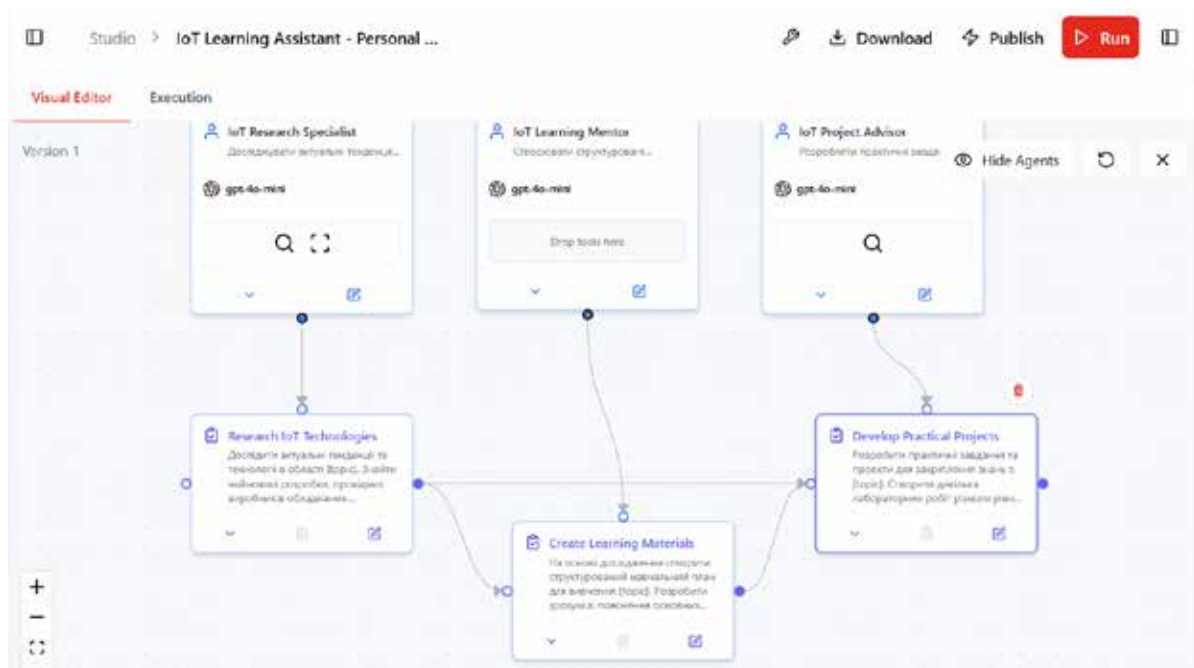


Рис. 1. Основне робоче вікно зі сформованим завдання на виконання

Джерело: розроблено автором



а) перелік агентів та опис їх функцій



б) структурна схема мультиагентної системи

Рис. 2. Структура мультиагентної системи на основі ШІ з описом призначення та функцій окремих агентів

Джерело: розроблено автором

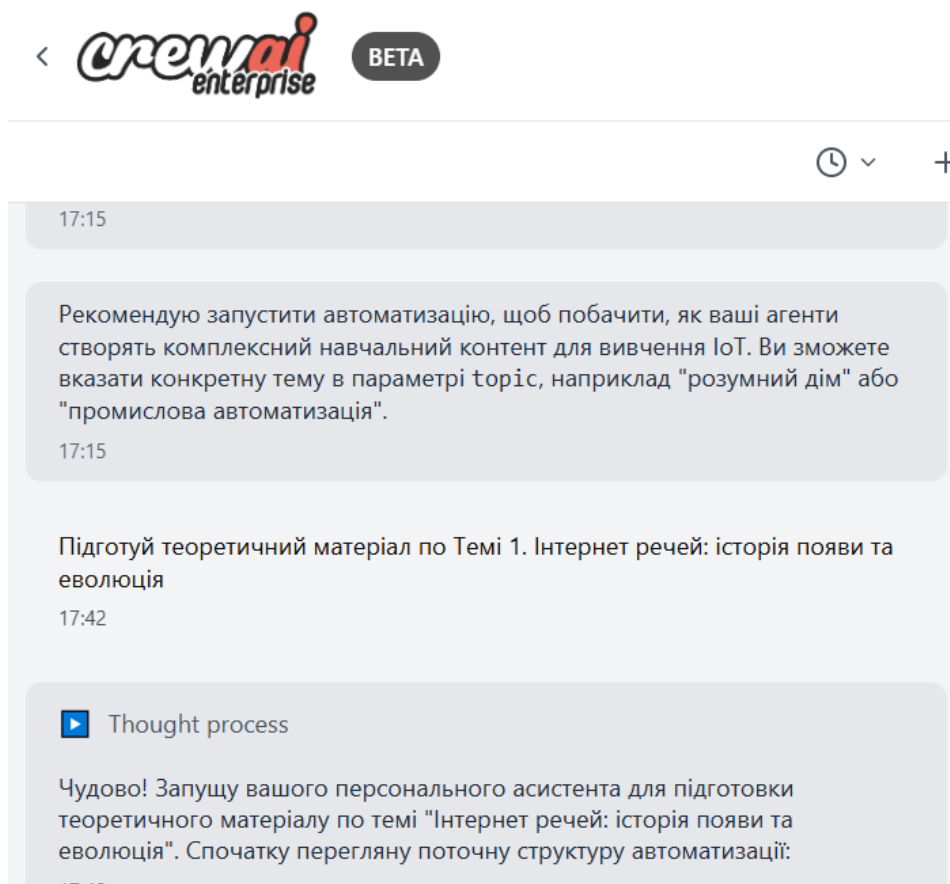


Рис. 3. Запит на виконання мультиагентною системою на основі ШІ конкретного завдання

Джерело: розроблено автором

 **Що ви отримаєте:**

Повний теоретичний матеріал у форматі Markdown

Історичну хронологію розвитку IoT (1990-2020+)


Ключові персоналії та компанії-піонери

Технологічні віхи та прориви

Еволюцію від концепції до масового впровадження


Термінологію та визначення IoT

Майбутні тренди та прогнози

Запустіть автоматизацію зараз з параметром topic = "Інтернет речей: історія появи та еволюція" - ваші агенти створять комплексний теоретичний матеріал для навчання! 

17:43

а) перелік завдань, які повинна виконати мультиагентна система

 **Editing Create IoT History Theory Material**
×

Configure your task's name, description, and expected output.

Cancel Save

Name

Create IoT History Theory Material

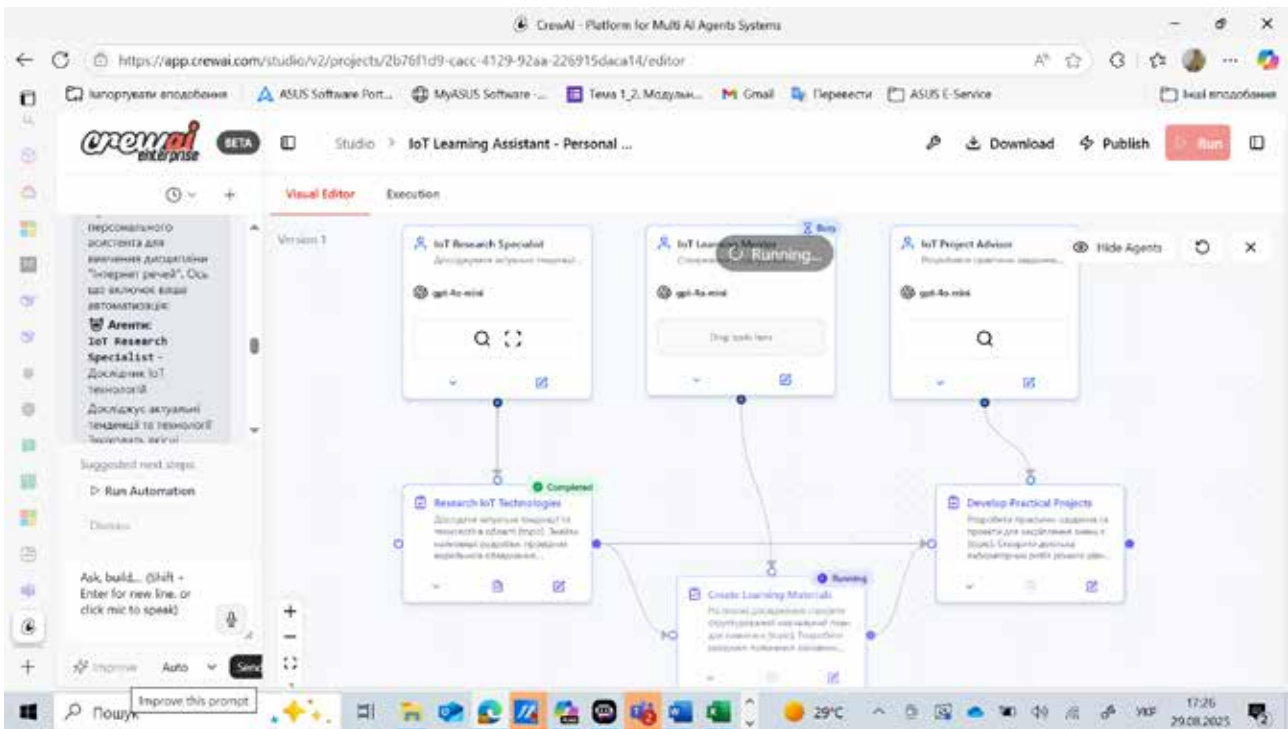
Description

Підготувати повний теоретичний матеріал по темі "{topic}" з детальним розглядом історії появи та еволюції Інтернету речей. Створити структурований академічний контент, що включає: 1) Передумови появи IoT (розвиток комп'ютерних мереж, вбудованих систем, датчиків), 2) Ключові етапи розвитку (1990-2000-2010-2020), 3) Персоналії та

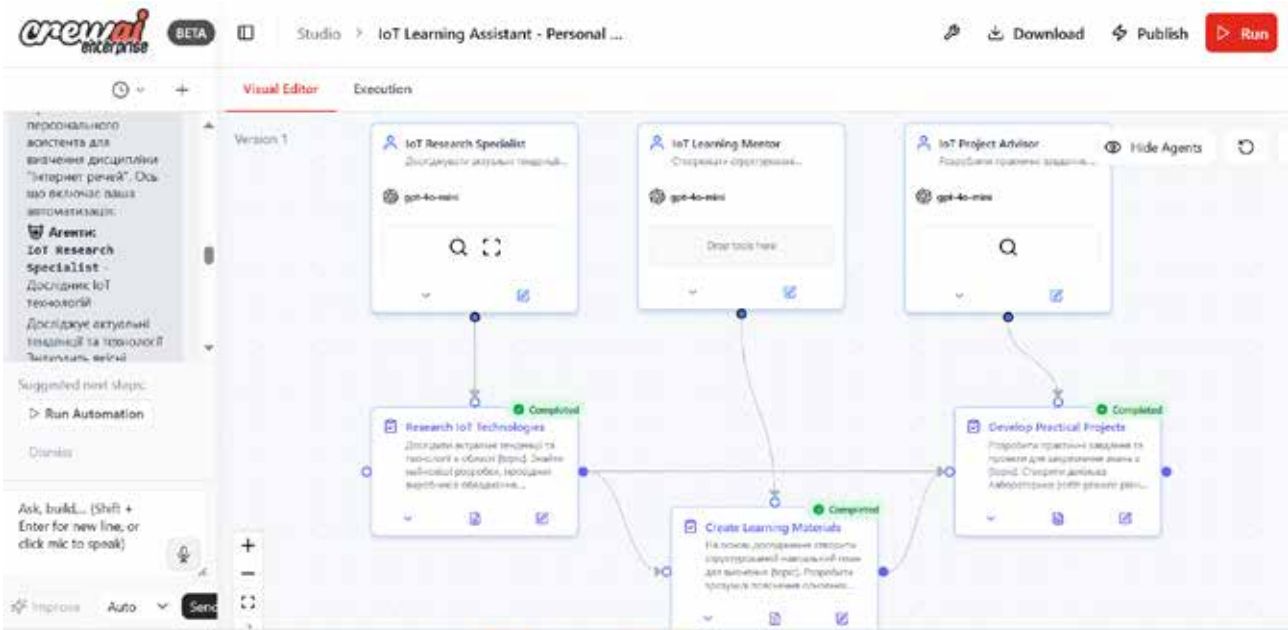
Expected Output

Повний теоретичний матеріал у форматі markdown з детальною історією появи та еволюції IoT, включаючи хронологію подій, ключові технології, персоналії, компанії та терміни. Матеріал структурований за розділами з поясненнями для студентів

б) вікно для уточнення і редагування завдань



в) відображення роботи мультиагентної системи в процесі виконання запиту



г) завершення виконання запиту

Рис. 4. Ілюстрації виконання запиту мультиагентною системою на основі ШІ конкретного завдання

Джерело: розроблено автором

Create IoT History Theory Material

[Markdown](#) [Raw](#)

Інтернет речей: Виникнення, еволюція та сучасний стан

1. Передумови появи IoT

Інтернет речей (IoT) виник завдяки поєднанню декількох технологічних трендів, що сприяли розвитку комп'ютерних мереж, вбудованих систем і сенсорних технологій.

- **Розвиток комп'ютерних мереж:** У 1980-х роках розпочався бурхливий розвиток Інтернету, що створив інфраструктуру для підключення пристроїв.
- **Вбудовані системи:** З появою мікроконтролерів у 1970-х роках стало можливим створення недорогих пристроїв, що виконують специфічні завдання.
- **Сенсори:** Розвиток сенсорних технологій дозволив здійснювати збір даних про навколишнє середовище, що стало основою для IoT.

а)

Create IoT History Theory Material

[Markdown](#) [Raw](#)

2. Ключові етапи розвитку

1990-ті

- **1991:** Введення терміна "Інтернет речей" Кевіном Ештоном, який описав ідею підключення фізичних об'єктів до Інтернету.
- **1999:** Перші IoT-проекти, що використовували RFID-технології для відстеження товарів.

2000-ті

- **2005:** ООН опублікувала доповідь, в якій зазначалась важливість IoT для розвитку суспільства.
- **2008:** Кількість підключених пристроїв перевищила кількість людей на Землі.

2010-ті

- **2011:** Продовження масового впровадження IoT у промисловість, медицину та побут.
- **2013:** Введення стандартів IoT від IEEE, що сприяло інтеграції різних пристроїв.

б)

Create IoT History Theory Material

[Markdown](#) [Raw](#)

3. Персоналії та компанії-піонери

- **Кевін Ештон:** Вважається "батьком" IoT за свій внесок у розвиток концепції.
- **Cisco, IBM, Intel:** Компанії, які стали піонерами у створенні інфраструктури для IoT.

4. Технологічні прориви та віхи

- **RFID та сенсори:** Зробили можливим автоматизований збір даних.
- **Хмарні технології:** Забезпечили зберігання та обробку великих обсягів даних, що генеруються IoT.
- **5G:** Розгортання мереж 5G, яке забезпечить швидкий і надійний зв'язок для мільярдів пристроїв.

5. Еволюція від концепції до масового впровадження

IoT пройшов шлях від теоретичних концепцій до практичних застосувань у різних сферах: від розумних будинків до промислової автоматизації. Сьогодні IoT активно використовується для покращення ефективності бізнесу, зниження витрат і підвищення якості життя.

в)

Create IoT History Theory Material

[Markdown](#) [Raw](#)

автоматизації. Сьогодні IoT активно використовується для покращення ефективності бізнесу, зниження витрат і підвищення якості життя.

6. Визначення та термінологія IoT

IoT визначається як мережа фізичних об'єктів, які мають вбудовані сенсори, програмне забезпечення та інші технології для збирання та обміну даними з іншими пристроями через Інтернет.

7. Майбутні тренди та прогнози

- **AIoT:** Інтеграція штучного інтелекту в IoT для автоматизації процесів.
- **Зелені технології:** Впровадження екологічно чистих рішень для зменшення впливу на навколишнє середовище.
- **Захист даних:** Підвищений акцент на безпеку даних і захист приватності користувачів.

Цей матеріал покликаний надати студентам технічних спеціальностей глибоке розуміння еволюції та сучасного стану Інтернету речей.

г)

Рис. 5. Результати виконання запиту мультиагентною системою на основі ШІ конкретного завдання

Джерело: розроблено автором

Висновки. Agentic AI є стратегічним напрямом розвитку сучасних технологій штучного інтелекту, що відкриває нові можливості для цифрової трансформації академічних установ. Його впровадження дозволяє автоматизувати рутинні процеси, підвищити ефективність управління освітнім процесом та науковою діяльністю, забезпечити персоналізацію навчання й створити умови для гнучкого прийняття рішень, адаптованих до потреб університетського середовища. Використання Agentic AI сприяє підвищенню якості освітніх послуг і конкурентоспроможності закладів вищої освіти на міжнародному рівні. Водночас успішна інтеграція цих технологій вимагає врахування національного законодавства, етичних норм, освітніх стандартів і рівня цифрової готовності закладів. Подальші дослідження мають бути спрямовані на створення адаптивних моделей впровадження Agentic AI в університетах, розробку методологічних підходів, формування етичних рамок їх використання та розвиток міждисциплінарних досліджень для забезпечення сталого та безпечного застосування агентних систем у сфері вищої освіти.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Sultan L.A., Sultan S., Kaddura M. (2025). Enhancing Research Productivity Through Agentic AI Workflows: A Multi-Agent Framework for Intelligent Research Assistance. *Saudi Journal of Engineering and Technology*. 2025. Vol. 10. Iss.-06. 3. 277–282. DOI: <https://doi.org/10.36348/sjet.2025.v10i06.004>
2. Ma X., Wang J. (2024). WIP: Active Learning Through Prompt Engineering and Agentic AI Simulation-A Pilot Project in Computer Networks Education. *2024 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. 2024. P. 1–5. DOI: <https://doi.org/10.1109/FIE61694.2024.10892925>
3. Modiba M, Shekgola M. (2025). Utilising artificial intelligence chatbots for Conducting research in the fifth industrial revolution. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*. 2025. Vol. 9(3): 11334. p. 1–15. DOI: <https://doi.org/10.24294/jipd11334>
4. Ali O., Murray P.A., Momin M.M., Dwivedi Y.K. Malik T. The effects of artificial intelligence applications in educational settings: Challenges and strategies. *Technological Forecasting and Social Change*. 2024. No. 199. P. 1–18 123076. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123076>
5. Kovari A. Ethical use of ChatGPT in education— Best practices to combat AI-induced plagiarism. *Frontiers in Education*. 2025. P. 1–6. DOI: <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1465703>
6. Chen L., Chen P., Lin Z. Artificial Intelligence in Education: A Review. *IEEE Access*. 2020. No. 8. P. 75264–75278. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
7. Alam A. Should Robots Replace Teachers? Mobilisation of AI and Learning Analytics in Education. *2021 International Conference on Advances in Computing, Communication, and Control (ICAC3)*. 2021. P. 1–12. DOI: <https://doi.org/10.1109/icac353642.2021.9697300>
8. Pop M. V., Tonç G., Flonta F. V., Flore M. Agentic AI in STEM Education: Enhancing Cognitive Flexibility and Workforce Readiness. *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*. 2025. Vol. 16, Special Issue 1. P. 239–249. DOI: <https://doi.org/10.70594/brain/16.s1/20>
9. Zeb A., Rehman F.U., Bin Othayman M., Rabnawaz M. Artificial intelligence and ChatGPT are fostering knowledge sharing, ethics, academia and libraries. *The International Journal of Information and Learning Technology. International Journal of Information and Learning Technology*. 2024. Vol. 42 (1). P. 67–83. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJILT-03-2024-0046>
10. Kudzayi S. Tarisayi. Strategic leadership for responsible artificial intelligence adoption in higher education. *CTE Workshop Proceedings*. 2024. Vol. 11. P. 4–14. DOI: <https://doi.org/10.55056/cte.616>
11. Bandura A. Social cognitive theory: An agentic perspective. *Annual Review of Psychology*. 2001. Vol. 52(1). P. 1–26. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.1>
12. Sapkota R., Roumeliotis K. I., Karkee M. AI Agents vs. Agentic AI: A Conceptual Taxonomy, Applications and Challenges. *ArXiv*. 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2025.103599>
13. Botti V. Agentic AI and Multiagentic: Are We Reinventing the Wheel? *ArXiv*. 2025. URL: <https://arxiv.org/abs/2506.01463>