

DOI: <https://doi.org/10.32782/2521-666X/2026-94-14>
УДК 004

Гужва В.М.

кандидат економічних наук, доцент,
професор кафедри комп'ютерних наук,
Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0379-1480>

Huzhva Volodymyr

Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ УНІВЕРСИТЕТІВ: АГЕНТНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ОСНОВІ ГЕНЕРАТИВНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

DIGITAL TRANSFORMATION OF UNIVERSITIES: AGENT TECHNOLOGIES BASED ON GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE ORGANIZATION OF THE EDUCATIONAL PROCESS

У статті досліджено особливості цифрової трансформації університетів в умовах стрімкого розвитку генеративного штучного інтелекту. Визначено ключові проблеми традиційної організації навчального процесу, зокрема інертність адміністрування, обмежену персоналізацію та перевантаження викладачів. Обґрунтовано доцільність застосування агентних технологій як інструменту інтелектуалізації освітнього середовища. Запропоновано архітектуру мультиагентної системи та типологію ШІ-агентів, що включає агентів-викладачів, тьюторів і адміністративних агентів. Показано їх функціональні можливості в автоматизації процесів, підтримці студентів і аналітиці результатів навчання. Визначено переваги впровадження таких систем для підвищення ефективності освітньої діяльності та якості управлінських рішень.

Ключові слова: цифрова трансформація, університет, генеративний штучний інтелект, ШІ-агенти, мультиагентні системи, персоналізація навчання, LMS, автоматизація освітніх процесів.

The article examines the specifics of digital transformation in universities in the context of the rapid development of generative artificial intelligence. It identifies key limitations of the traditional organization of the educational process, including administrative inertia, low level of personalization, and excessive workload on academic staff. It is argued that existing approaches to digitalization are mainly focused on data storage rather than on the transformation of core educational processes. The study substantiates the feasibility of applying agent-based technologies as a foundation for the intellectualization of educational environments. A conceptual architecture of a multi-agent system is proposed, integrating generative AI into the organizational contours of university activities. The paper develops a typology of AI agents, including instructor agents, tutor agents, and administrative agents, and defines their functional roles in content generation, student support, process automation, and learning analytics. It is demonstrated that the interaction of these agents enables the formation of a closed-loop educational management cycle, covering planning, content creation, student assistance, performance analysis, and adaptive adjustment of the learning process. The implementation of such systems contributes to reducing routine workload, enhancing personalization, improving feedback quality, and supporting data-driven decision-making in academic environments. At the same time, the study highlights key challenges related to the use of generative AI, including content reliability, ethical considerations, data privacy, and the necessity of human-in-the-loop control mechanisms. The findings emphasize the importance of developing methodological and organizational frameworks for the effective and responsible integration of AI technologies into higher education systems.

Keywords: digital transformation, universities, generative artificial intelligence, AI agents, multi-agent systems, personalized learning, LMS, educational process automation.

Постановка проблеми. Сучасний етап розвитку вищої освіти характеризується глибокою суперечністю. З одного боку, університети декларують курс на цифрову трансформацію, інвестують в електронні кабінети, LMS (Learning Management Systems) та хмарні сервіси. З іншого – базова організація навчального процесу залишається значною мірою аналоговою та рутинною.

Можна виділити три ключові виклики традиційної моделі, які неможливо вирішити простим нарощуванням ІТ-інфраструктури:

1) інертність адміністрування. Формування груп, створення розкладів, генерація звітів, підготовка наказів про практику чи атестацію – ці процеси досі вимагають десятків людино-годин щотижня. Дослідження шведських університетів (2005–2019)

свідчить, що кількість *високоосвічених адміністраторів зростає майже в сім разів* порівняно з викладачами та дослідниками, що вказує на відволікання ресурсів від основної діяльності. Адміністративний прошарок (від лаборанта до декана) перевантажений паперовою або «електронно-паперовою» роботою, що не залишає часу на стратегічний розвиток [1];

2) низька персоналізація навчання. У масових університетських курсах (100+ студентів) реалізувати індивідуальну траєкторію практично неможливо. Студенти отримують однакові завдання, з однаковими дедлайнами, без урахування їх попередніх знань, стилю навчання або темпу засвоєння матеріалу. Це призводить до втрати мотивації у сильних студентів (їм нудно) та академічної заборгованості у слабких (їм важко) [2];

3) надмірне навантаження на викладачів як ключовий фактор ризику професійного вигорання. Перевірка домашніх робіт, написання коментарів до десятків однотипних есе, оновлення силабусів, створення варіантів тестів, консультації в месенджерах – усе це формує хронічне перевантаження. Емпіричні дослідження фіксують такі показники:

– *тривалість робочого тижня.* Університетські викладачі в дослідницьких університетах Канади повідомляють про середню тривалість робочого тижня 56,97 години [3];

– *розподіл часу.* Близько 44% цього часу витрачається безпосередньо на викладання, 35% – на дослідження, а решта – на адміністрування та сервіс. Водночас, як показують дослідження китайських університетів (на вибірці 500 викладачів), сумарно на викладання та дослідження витрачається близько 80% робочого часу, тоді як на адміністрування та сервіс – лише 20%. Це свідчить про те, що адміністративне навантаження часто є «невидимим» і не фіксується як окрема стаття, хоча об'єктивно існує [4];

– *моделі навантаження.* Аналіз академічного робочого тижня показує, що навантаження 4+4 (4 курси восени + 4 навесні) призводить до розподілу зусиль 90% на викладання, 0% на дослідження та 10% на сервіс, формуючи 41-годинний робочий тиждень. Додавання адміністративного навантаження створює шестиденний робочий тиждень [5].

Сьогодні стверджувати, що цифрова трансформація в університетах має характер всебічної та повномасштабної не доводиться, оскільки автоматизовано переважно *зберігання* інформації (файли, журнали), але не *процеси* організації навчання. Понад 50-годинне робоче навантаження викладачів з перекосом у бік рутинної перевірки робіт (до 90% зусиль за окремими моделями) створює передумови для професійного вигорання та знижує якість освіти. Агентні технології на базі генеративного штуч-

ного інтелекту (GenAI) здатні взяти на себе значну частину цієї рутини, звільняючи час викладача для творчої взаємодії зі студентами.

Останні два роки демонструють вибуховий розвиток генеративного штучного інтелекту – моделей типу GPT-4, Claude, Llama тощо, які здатні створювати текст, код, плани, сценарії, відповідати на запитання з контекстом. Потенціал GenAI для освіти очевидний: миттєва генерація завдань, адаптивний зворотний зв'язок, створення пояснень на різних рівнях складності.

Однак існує глибокий розрив між цим потенціалом та реальною інтеграцією в операційну діяльність університетів. Більшість спроб обмежується двома сценаріями:

1) викладачі використовують GenAI «для себе» (підготувати тези, перефразувати текст) – це несистемне, залежить від цифрової грамотності окремої людини;

2) університети забороняють GenAI через страх академічного шахрайства – що теж не вирішує проблему, а заганяє її в тінь.

Ключова науково-практична проблема полягає у відсутності архітектурних рішень та методологій, які б дозволили вбудувати генеративний ШІ безпосередньо в *організаційні контури* навчального процесу – у планування, комунікацію, оцінювання, адміністрування. Окремі чат-боти або плагіни до Moodle не створюють системного ефекту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

В умовах сьогодення проблематика ефективного застосування генеративного штучного інтелекту в академічному середовищі є предметом дослідження як закордонних, так і вітчизняних науковців і практиків. Так, в статті О.В. Співаковського та ін. [6] аналізується вплив генеративного ШІ на освіту й наукову роботу та обґрунтовує потребу в інституційних політиках університетів, щоб визначити допустимі межі використання й уникати етичних порушень. Метою публікації є узагальнення досвіду формування таких політик на прикладі Херсонського державного університету та надання рекомендації для студентів, викладачів і дослідників щодо відповідального застосування ШІ. Подальші дослідження пропонують вести за трьома напрямками: база знань, прозорість/етика та цифрова трансформація організацій і суспільств. Х. Дінг [7] у своїй роботі акцентує увагу на тому, як стрімкий розвиток ШІ відкриває нові можливості для трансформації освіти, зокрема в курсі структур даних – базовому для комп'ютерних наук. Автор аналізує стратегії застосування ШІ для реформування викладання цього предмета, поєднуючи теорію та емпіричні дослідження. Запропоновано моделі викладання структур даних на основі ШІ, спрямовані на підвищення якості навчання,

посилення мотивації студентів і розвиток майбутніх технологічних талантів із інноваційними здібностями. Габриська та К. Прібілова [8] у своїй публікації наголошують на тому, що у сучасній освіті штучний інтелект, зокрема генеративний, дедалі активніше досліджується та впроваджується. Він має значний потенціал для покращення навчального процесу, але водночас змінює підходи як студентів, так і викладачів, створюючи потребу в професійних дискусіях. В статті підкреслюється, що ШІ повинен бути орієнтований на підтримку обох сторін освітнього процесу та розглядатися через аналіз і порівняння експертних думок і наукових підходів. Також зазначається, що використання генеративного ШІ в університетському середовищі прогноують на основі наявних тенденцій і переваг. Загальний висновок: ШІ виступає практичним інструментом для оптимізації освітніх операцій та формує напрям майбутнього розвитку освіти. В дослідженні О.І. Карія та ін. [9] розглянуто поширені технології ШІ та їхні тенденції застосування в освіті, зокрема можливості персоналізації навчання протягом усього життя. Аналізується потенціал сучасних LMS як частини глобалізованих освітніх інтелектуальних екосистем та результати опитування викладачів щодо очікуваного зростання ефективності LMS за рахунок ШІ. Також запропоновано підхід до аналізу застосування ШІ через триаду моделей «студент – освітній суб'єкт – освітній процес», схему інтегрованого індикатора ефективності та підхід до вибору оптимальної системи оцінювання знань. Наведено математичні моделі для узагальненої оцінки та оптимізації навчання студентів у фазовому просторі знань з урахуванням можливостей ШІ. Метою статті А. Бруйка та ін. [10] було дослідження стану, загроз та викликів використання генеративного ШІ (GAI) в освіті вищів, з огляду на його швидке поширення в академічному середовищі. Визначено три напрями: розвиток цифрової та AI-грамотності, індивідуалізація навчання, а також етичні й регуляторні рамки. Серед ризиків – порушення академічної доброчесності (плагіат, неконтрольоване застосування) та потреба в нових методологічних підходах. В якості висновку зазначається, що GAI має значний потенціал для персоналізації навчання й адаптивного контенту, але успішна інтеграція потребує компетентностей у викладачів і студентів та чітких етичних норм; подальші дослідження мають бути зосереджені на розвитку критичного мислення, креативності та впливі на мотивацію й оцінювання. На думку О. Е. Апати [11] поява штучного інтелекту (ШІ) докорінно змінила спосіб надання освіти та результатів студентів. Від моменту запуску ChatGPT, популярний інструмент генеративного ШІ, викликав змішані відгуки. Як зазначає автор, викладачі та студенти мали різні погля-

ди на використання ChatGPT у вищій освіті. Деякі викладачі вважають ChatGPT корисним інструментом для навчання та навчання, тоді як інші мають інші думки. Автор дійшов висновку, що слід вжити відповідних заходів для забезпечення правильного та чесного використання ChatGPT у вищій освіті.

Мета статті. Мета статті полягає в обґрунтуванні концепції та архітектури застосування агентних технологій на основі генеративного штучного інтелекту для організації навчального процесу в університетах, а також у розробці типології ШІ-агентів і визначенні їх функціональної ролі в автоматизації, персоналізації та оптимізації освітньої діяльності.

Виклад основного матеріалу дослідження. Цифрова трансформація вищої освіти пройшла кілька якісних етапів, кожен з яких змінював уявлення про роль технологій у навчальному процесі. Сучасний етап характеризується переходом від пасивних систем зберігання контенту до інтелектуальних екосистем, здатних до адаптивного навчання та предиктивної аналітики.

На основі аналізу джерел [12-14] можна виділити наступні технологічні етапи цифрової трансформації освіти:

1) *Перший етап (1990-ті – початок 2000-х): цифровізація зберігання.* На цьому етапі університети впроваджували перші Learning Management Systems (LMS) – Moodle, Blackboard, Canvas. Основним завданням було перенесення навчальних матеріалів у цифровий формат: PDF-файли, презентації, тексти лекцій. LMS виконувала функцію електронного сховища, а комунікація між викладачем та студентом залишалася переважно синхронною (лекції, семінари) або через електронну пошту.

2) *Другий етап (2010-ті – 2020): автоматизація адміністрування.* У цей період LMS еволюціонували в інструменти управління навчальним процесом. З'явилися системи для автоматизації оцінювання (тести з автоматичною перевіркою), електронні журнали успішності, інструменти для комунікації (форуми, чати). Водночас університети почали інтегрувати LMS з іншими системами – Student Information Systems (SIS) для обліку контингенту студентів та Enterprise Resource Planning (ERP) для фінансового та кадрового адміністрування.

Однак, як слушно зазначають дослідники, "істинна цінність LMS-платформ проявляється лише тоді, коли вони інтегровані з іншими трансформаційними технологіями". Автоматизація окремих дій (завантаження файлів, створення тестів) не створює системного ефекту – навчальний процес залишається фрагментованим, а викладач – перевантаженим рутинними операціями.

3) *Третій етап (2020 – дотепер): інтелектуалізація екосистем.* Сучасний етап характеризується

переходом від LMS як "інструменту" до інтелектуальної освітньої екосистеми. Ключові ознаки цього етапу:

а) *адаптивне навчання* – системи аналізують прогрес студента в реальному часі та динамічно змінюють складність матеріалу, пропонують персоналізовані траєкторії.

б) *предиктивна аналітика* – алгоритми виявляють студентів із ризиком академічної неуспішності ще до появи перших ознак, дозволяючи вчасно втрутитися.

в) *інтеграція з WorkTech* – LMS починають пов'язувати навчання з кар'єрними траєкторіями – формування цифрових портфоліо, верифікація навичок через мікрокредити та блокчейн-сертифікати.

Архітектура агентних технологій в організації навчального процесу. Перш ніж перейти до типології агентів, необхідно чітко визначити, що розуміється під ШІ-агентом. У загальному сенсі, інтелектуальний агент – це програмна сутність, яка сприймає середовище через сенсори (дані з LMS, запити користувачів, внутрішній стан системи) та діє на це середовище через актуатори (API-виклики, генерація контенту, надсилання сповіщень) для досягнення поставлених цілей. У контексті університетського навчального процесу ШІ-агент характеризується такими ознаками: а) *автономність* – агент функціонує без постійного втручання людини, самостійно виконуючи рутинні задачі в межах визначеної області відповідальності; б) *реактивність* – агент здатний сприймати зміни в навчальному середовищі (нове завдання від студента, оновлення в розкладі, наближення дедлайну) та відповідати на них у реальному часі; в) *проактивність* – агент не просто реагує на події, але й ініціює дії для досягнення цілей – наприклад, надсилає нагадування студенту про пропущені завдання або пропонує викладачу оптимізувати структуру курсу; г) *соціальна здатність* – агент взаємодіє з іншими агентами та людьми (викладачами, студентами, адміністраторами) через природномовний інтерфейс або структуровані про-

токоли та д) *здатність до навчання та адаптації* – агент використовує LLM для генерації відповідей, а також може коригувати свою поведінку на основі зворотного зв'язку.

Ключова відмінність агента від простого чат-бота полягає в наступному: чат-бот відповідає на одне запитання в межах однієї сесії, в той час як агент, особливо в мультиагентній системі, може виконувати *багатокрокові плани* – розбивати складну задачу на підзадачі, використовувати інструменти (API LMS, пошук, калькулятор), координувати дії з іншими агентами та пам'ятати контекст протягом тривалого періоду.

Загальна типологія ШІ-агентів в університеті. Виходячи з аналізу навчального процесу як сукупності бізнес-процесів, пропонується виділити *три фундаментальні типи агентів*, які відповідають трьом ключовим ролям щодо організації освіти в університетському середовищі (табл. 1).

Детальніше розглянемо ролі та основні функції зазначених типів агентів в контексті їх застосування в організації навчального процесу університетів.

1) Агенти-викладачі (Instructor Agents). Агенти-викладачі можуть виконувати функції, які традиційно належать до підготовчої та організаційної роботи викладача. Вони *асистують*, а не *замінують викладача*, автоматизуючи рутинні задачі зі створення контенту та структурування курсу.

До переліку основних функцій та сценарії використання цього типу агентів слід віднести:

– *генерацію силабусів та робочих програм курсів*. Агент-викладач здатний на основі мінімального вхідного опису (назва курсу, кількість кредитів, очікувані результати навчання) створити повноцінний силабус, що включає: а) структуру курсу за тижнями/модулями; б) теми лекцій та практичних занять; в) перелік компетентностей, що формуються; г) систему оцінювання (розподіл балів, критерії); д) рекомендовану літературу (з можливістю пошуку актуальних джерел через API бібліотеки) та е) календарний графік контрольних заходів.

Таблиця 1

Типологія агентів в університетській екосистемі

Тип агента	Основна функція	Ключові задачі	Основний користувач
Агент-викладач	Створення та структурування навчального контенту	Генерація силабусів, тестів, кейсів, лекційних матеріалів	Викладач (асистує)
Агент-тьютор	Інтерактивна підтримка студентів	Відповіді на запитання, перевірка базових завдань, пояснення помилок	Студент
Адміністративний агент	Управління організаційними процесами	Формування груп, розклад, аналітика успішності, генерація звітів	Деканат, кафедра

Джерело: складено автором

Технічна реалізація цієї функції може наступною: агент отримує prompt з параметрами курсу, виконує пошук релевантних освітніх стандартів (через RAG – Retrieval-Augmented Generation) та генерує структурований документ у форматі, сумісному з LMS (наприклад, LTI Deep Linking для автоматичного створення розділів у Moodle).

– **генерацію тестових завдань різного рівня складності.** Агент створює банк тестових питань на основі наданих матеріалів (лекцій, підручників, статей). До переліку ключових можливостей слід віднести: а) *генерацію питань різних типів: множинний вибір, відповідність, впорядкування, відкриті питання, кейси*; б) *адаптацію складності за таксономією Блума (згадування, розуміння, застосування, аналіз, синтез, оцінювання)*; в) *створення паралельних варіантів тесту для запобігання списуванню та г) автоматичну генерацію пояснень до правильних та неправильних відповідей (для зворотного зв'язку).*

Приклад: Для теми "Основи машинного навчання" агент може згенерувати: 5 питань рівня "згадування" (що таке перцептрон?), 3 питання рівня "застосування" (наведіть приклад задачі, яка вирішується методом k-найближчих сусідів) та 2 питання рівня "аналіз" (порівняйте переваги та недоліки дерев рішень та нейронних мереж для задачі класифікації текстів).

– **створення навчальних кейсів та прикладів.** Агент генерує реалістичні сценарії для практичних занять, що базуються на реальних даних (або синтетичних, але правдоподібних). Для цього агент може: а) *аналізувати реальні кейси з відкритих джерел (адаптуючи їх під навчальні цілі)*; б) *генерувати синтетичні дані для задач аналізу (наприклад, таблиці з продажами, медичними показниками, фінансовими транзакціями)* та в) *створювати постановки проблеми та питання для аналізу кейсу.*

– **адаптація існуючих матеріалів.** Агент може модифікувати наявні навчальні матеріали відповідно до нових вимог або потреб конкретної групи студентів: а) *переписувати текст лекції у більш доступному стилі для студентів-початківців*; б) *додавати візуалізації та приклади до абстрактних понять*; в) *перекладати матеріали іншою мовою зі збереженням термінологічної точності та г) оновлювати застарілі приклади на актуальні.*

Для агентів цього типу повинні бути чітко визначені вимоги до безпеки та контролю: оскільки агент-викладач створює контент, який безпосередньо впливає на навчання студентів, обов'язковим є **механізм верифікації викладачем** (Human-in-the-loop). Агент генерує чернетку, викладач перевіряє, редагує (за потреби) та публікує. Усі зміни мають логуватися для аудиту.

2) Агенти-тьютори (Tutor Agents). Агенти-тьютори – це найбільш "видима" для студента частина системи. Вони можуть забезпечувати цілодобову підтримку, відповідають на запитання, допомагають із засвоєнням матеріалу та виконанням завдань. На відміну від агентів-викладачів, які здатні працювати "за лаштунками", тьютори можуть безпосередньо взаємодіяти зі студентами в природномовному форматі.

До переліку основних функцій та сценарії використання цього типу агентів слід віднести:

– **відповіді на запитання студентів (24/7).** Агент-тьютор виступає в ролі "цифрового асистента", який може відповісти на широке коло запитань, а саме на: а) *концептуальні питання:* "Поясни, будь ласка, що таке градієнтний спуск, простими словами"; б) *процедурні питання:* "Коли дедлайн здачі курсової роботи?", "Як зареєструватися на факультатив?"; в) *питання щодо завдань:* "Що означає пункт 3 в завданні до лабораторної роботи №5?" та г) *питання щодо оцінювання:* "Чому за це завдання я отримав лише 7 балів з 10?".

Для технічної реалізації цей тип агентів повинен мати доступ до контексту курсу (силабус, матеріали лекцій, завдання), до журналу оцінок (з відповідними правами доступу) та до історії попередніх діалогів з цим студентом (зберігається в межах сесії або постійно). Для відповідей на фактичні питання агент має використовувати технологію RAG, отримуючи релевантні фрагменти з навчальних матеріалів, а не покладаючись виключно на внутрішні знання LLM. Це зменшує ризик галюцинацій.

– **перевірка базових завдань.** Агент-тьютор здатний автоматично перевіряти завдання певних типів, надаючи студенту миттєвий зворотний зв'язок (табл. 2).

При цьому слід зазначити, що агент-тьютор виконує *первинну перевірку* та надає студенту можливість виправити помилки до того, як робота потрапить до викладача. Викладач отримує вже "відфільтровані" роботи або перевіряє лише ті, де агент не впевнений у своїй оцінці (випадки на межі).

– **пояснення помилок та рекомендації.** Коли студент робить помилку (у тесті, задачі, коді), агент не просто повідомляє про неправильну відповідь, але й:

- а) пояснює, *чому* ця відповідь неправильна;
- б) вказує на конкретне місце помилки (наприклад, рядок у коді або формулу);
- в) надає навідні питання, щоб студент міг дійти правильної відповіді самостійно;
- г) пропонує додаткові матеріали для опрацювання теми (посилання на лекцію, відео, вправу).

– **персоналізація навчальної траєкторії.** На основі аналізу успішності та взаємодії студента з системою, агент-тьютор може:

Можливості агентів при створенні навчальних завдань

Тип завдання	Можливості агента
Тести з закритими питаннями	Автоматична перевірка, надання пояснень до правильної/неправильної відповіді
Програмний код	Перевірка синтаксису, запуск тестів, аналіз стилю коду (за критеріями), виявлення помилок
Короткі текстові відповіді (1-3 речення)	Перевірка на ключові слова/концепції; оцінка за рубрикою (наприклад, "повнота", "точність", "приклад")
Есе (базова перевірка)	Аналіз структури (вступ, основна частина, висновки), виявлення граматичних помилок, перевірка на плагіат (через інтеграцію з Turnitin або аналогами)
Математичні задачі	Перевірка проміжних обчислень, виявлення типових помилок, надання покрокових пояснень

Джерело: складено автором

а) рекомендувати додаткові матеріали для тем, з якими у студента проблеми;

б) пропонувати більш складні завдання студентам, які швидко засвоюють матеріал;

в) коригувати темп вивчення (наприклад, зменшувати кількість завдань на тиждень для студентів, які навчаються за індивідуальним графіком).

Оскільки агент-тьютор покликаний взаємодіяти безпосередньо зі студентами, критично важливими є:

а) прозорість – студент має знати, що спілкується з ШІ, а не з людиною;

б) конфіденційність – діалоги студента з агентом не повинні бути доступні іншим студентам або викладачам без згоди;

в) батьківський контроль – для неповнолітніх студентів (де це застосовно);

г) механізм ескалації – якщо агент не може відповісти на запитання або студент незадоволений, система має автоматично переадресувати запит викладачу або адміністратору.

3) Адміністративні агенти (Administrative Agents). Адміністративні агенти працюють "за лаштунками", автоматизуючи рутинні організаційні процеси, які традиційно виконуються деканатами, навчальними відділами, кафедрами. Вони не взаємодіють безпосередньо зі студентами (або взаємодіють лише через структуровані повідомлення), але значно знижують адміністративне навантаження на персонал.

До переліку основних функцій та сценарії використання цього типу агентів слід віднести:

– **формування навчальних груп.** Агент автоматизує процес розподілу студентів за навчальними групами з урахуванням множини критеріїв:

а) кількість студентів у групі (обмеження аудиторій);

б) побажання студентів (мова навчання, спеціалізація, графік роботи для вечірньої форми);

в) рівень підготовки (розподіл сильних та слабких студентів для збалансованості груп);

г) сумісність розкладів (студенти однієї групи мають відвідувати однакові заняття).

– **складання розкладу занять.** Це одна з найбільш ресурсомістких задач університетського адміністрування. Адміністративний агент може:

а) генерувати оптимальний розклад на основі даних про: викладачів (їхню доступність), аудиторії (місткість, обладнання), групи (курс, спеціальність), дисципліни (лекції/практики/лабораторні);

б) виявляти конфлікти (один викладач у двох місцях одночасно, дві групи в одній аудиторії тощо) та пропонувати варіанти їх вирішення;

в) адаптувати розклад у разі змін (хвороба викладача, закриття аудиторії) – або автоматично, або з пропозиціями для адміністратора.

З точки зору технічної реалізації слід відмітити, що задача складання розкладу є NP-складною (комбінаторна оптимізація). Агент може використовувати не лише LLM для інтерпретації природномовних обмежень, але й спеціалізовані алгоритми оптимізації (евристики, генетичні алгоритми). LLM виступає як "перекладач" між адміністратором (який формулює обмеження природною мовою) та оптимізаційним ядром.

– **аналітика успішності та предиктивні моделі.** Адміністративний агент аналізує дані про успішність студентів та генерує звіти та рекомендації:

а) індивідуальна аналітика для студента – наприклад, "У тебе є ризик не здати іспит з вищої математики. Рекомендуємо відвідати додаткові консультації (розклад додається)";

б) групова аналітика для викладача – наприклад: "У вашій групі ІН-301 середній бал за тест №3 на 15% нижчий, ніж у паралельних групах. Можливо, варто повторити тему 'Онтологічне моделювання знань'";

в) аналітика для деканату – наприклад: "Напряв 'Комп'ютерні науки' показує найвищі показники відрахування на 2-му курсі. Рекомендовано переглянути навчальний план з фізики";

г) предиктивне виявлення "групи ризику" - агент використовує моделі машинного навчання (на основі історичних даних) для прогнозування, які студенти мають високий ризик відрахування або академічної заборгованості, дозволяючи втрутитися завчасно.

– **генерація адміністративних документів та звітів.** Агент автоматизує підготовку типових документів:

а) проєкти наказів (про відрахування, переведення, надання академічної відпустки, затвердження тем дипломних робіт);

б) довідки для студентів (про навчання, про стипендію, про склад сім'ї);

в) звіти для акредитації (заповнення стандартизованих форм на основі даних з LMS та SIS);

г) протоколи засідань кафедр/вчених рад (на основі запису обговорення або ключових тез).

Адміністративні агенти працюють з особливо чутливими даними (персональні дані студентів, академічні оцінки, фінансова інформація). Тому:

– усі дії агента мають повністю логуватися;

– генерація документів, що мають юридичну силу, обов'язково вимагає *затвердження людиною* перед підписанням;

– доступ до даних має відповідати принципу найменших привілеїв (агент отримує доступ лише

до тих даних, які необхідні для виконання конкретної задачі).

На рис. 1 наведено компонентну діаграму взаємодії розглянутих агентів для організації навчального процесу в університеті.

Деталізація взаємодії між агентами (приклад сценарію). Для ілюстрації того, як три описані вище типи агентів працюють разом, розглянемо наскрізний сценарій:

1) *Адміністративний агент* формує розклад на новий семестр та надсилає сповіщення студентам та викладачам.

2) *Агент-викладач* (на прохання викладача) генерує силабус та тести до курсу "Алгоритми та структури даних" на основі затвердженого розкладу (кількість тижнів, годин).

3) *Студент* починає вивчати курс. Він має запитання щодо теми "Складність алгоритмів";

4) *Агент-тьютор* відповідає, наводить приклади та пропонує пройти невеликий тест для самоперевірки;

5) *Студент* виконує тест.

б) *Агент-тьютор* перевіряє, пояснює помилки. Якщо студент не може розв'язати задачу після трьох спроб, агент ескалює запит до *викладача* (через систему).

7) *Адміністративний агент* наприкінці модуля аналізує результати тестування всіх студентів, виявляє, що 40% студентів мають проблеми з темою "рекурсія", та генерує звіт для викладача з рекомендацією провести додаткове заняття.

Таблиця 3

Порівняльна характеристика типів агентів

Характеристика	Агент-викладач	Агент-тьютор	Адміністративний агент
Основний користувач	Викладач	Студент	Деканат/адміністрація
Основний канал взаємодії	Веб-інтерфейс (LMS), API	Чат-бот, інтегрований у LMS	Веб-інтерфейс, API, генерація документів
Ключові дії	Генерація, структурування, адаптація	Відповіді, перевірка, пояснення, рекомендації	Планування, оптимізація, аналіз, генерація звітів
Рівень автономії	Середній (потребує верифікації викладачем)	Високий (самостійно відповідає на більшість запитань)	Високий (але ключові рішення затверджує людина)
LLM-залежність	Висока (генерація контенту)	Висока (розуміння природної мови, генерація пояснень)	Середня (комбінація LLM + оптимізаційні алгоритми)
Інтеграція з LMS	LTI Deep Linking (створення контенту)	LTI + API для отримання даних про студента	SIS, ERP, API для читання/запису даних
Ризики	Якість контенту (галюцинації), застарілі знання	Неправильні пояснення, надмірна залежність студента	Помилки в юридично значущих документах, порушення приватності
Необхідність Human-in-the-loop	Так (обов'язково)	Частково (ескаляція до викладача при складних питаннях)	Так (для документів, що підписуються)

Джерело: складено автором

8) *Агент-викладач* на основі звіту створює додаткові вправи на рекурсію та завантажує їх у LMS.

На рис. 2 наведено графічну ілюстрацію описаного сценарію на основі використання стандарту моделювання бізнес-процесів BPMN (Business Process Model and Notation) [15]. Діаграма послідовностей для цього сценарію представлена на рис. 3.

Цей приклад демонструє, що *синергія трьох типів агентів* дозволяє створити замкнений цикл управління навчальним процесом: планування → генерація контенту → підтримка студентів → аналіз результатів → коригування.

Висновки. У статті встановлено, що цифрова трансформація університетів залишається неповною: попри впровадження LMS та IT-рішень, ключові процеси навчання залишаються рутинними, з низьким рівнем персоналізації та високим навантаженням на викладачів.

Обґрунтовано доцільність використання агентних технологій на основі генеративного штучного інтелекту як засобу переходу до інтелектуальних освітніх екосистем. Запропоновано архітектурний підхід і типологію ШІ-агентів (агент-викладач, агент-тьютор, адміністративний агент), взаємодія яких забезпечує цілісний цикл управління навчальним процесом.

Показано, що впровадження мультиагентних систем сприяє автоматизації рутинних задач, підвищенню персоналізації навчання та якості управлінських рішень. Водночас актуальними залишаються питання якості контенту, етики, захисту даних і необхідності контролю з боку людини.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на практичне впровадження та оцінювання ефективності таких систем у реальних університетських середовищах.

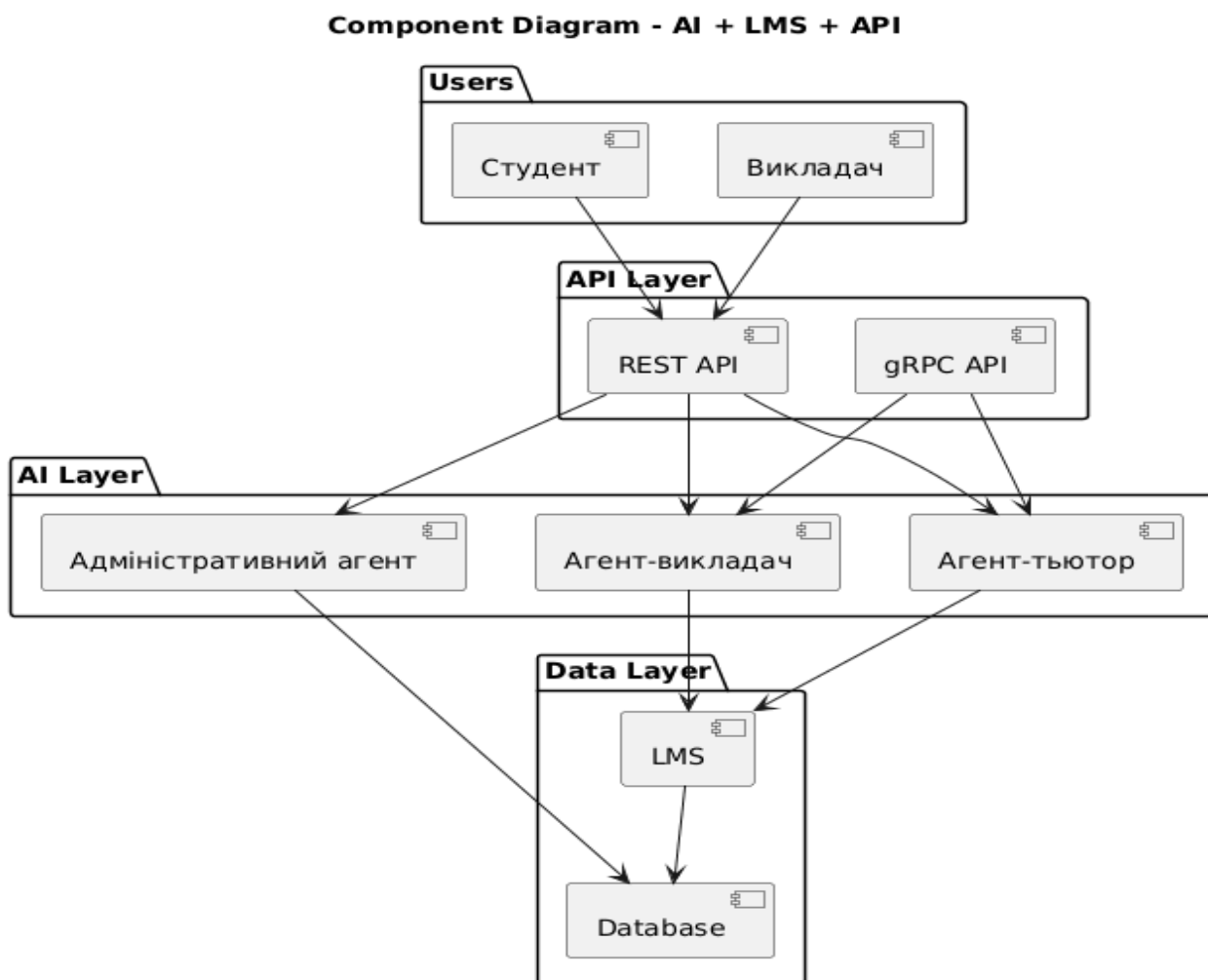


Рис. 1. Компонентна діаграма агентів для організації навчального процесу в університеті

Джерело: розроблено автором

BPMN 2.0 - Наскрізний сценарій (Pools + Message Flow)

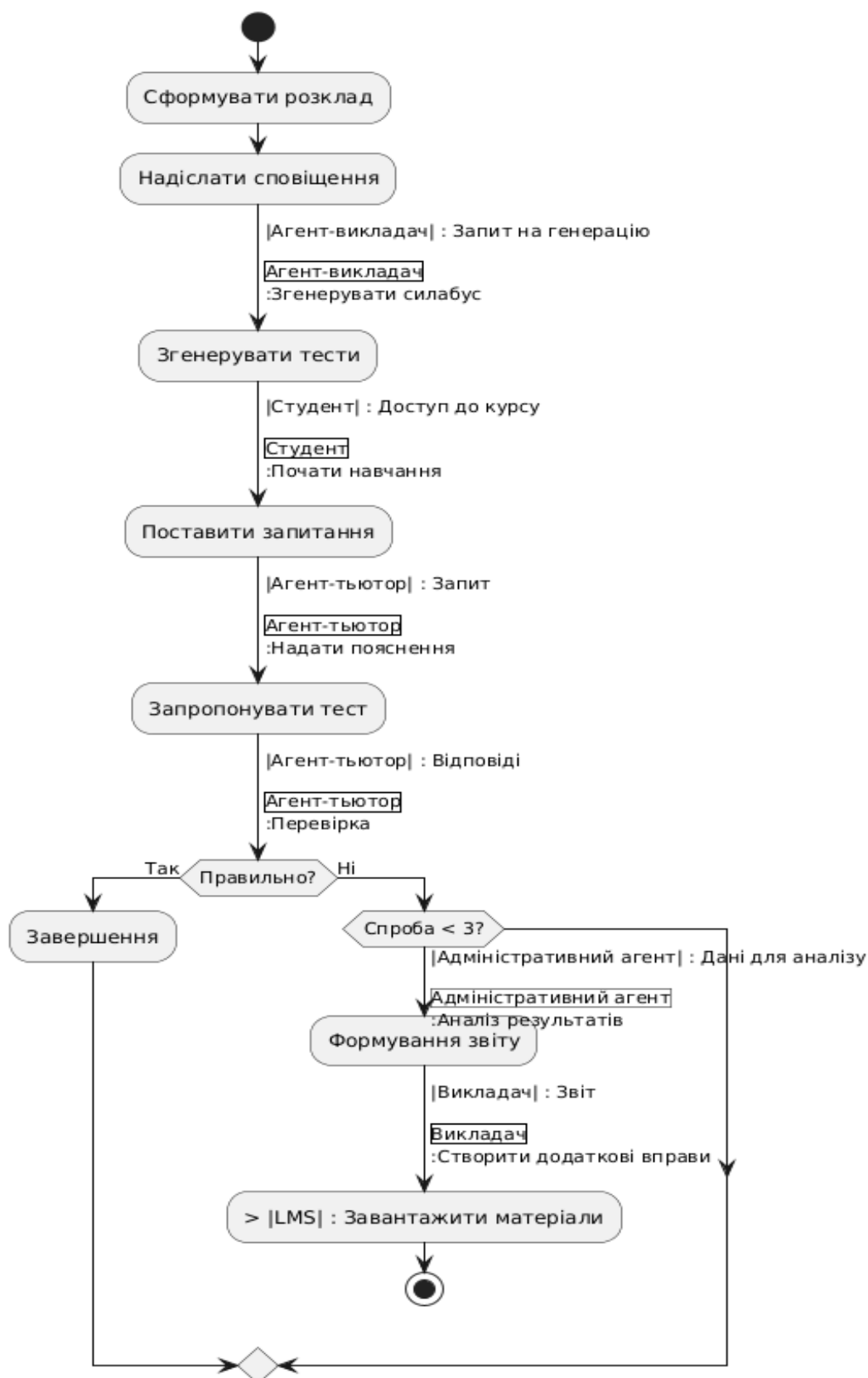


Рис. 2. Ілюстрація наскрізного сценарію взаємодії агентів у вигляді BPMN-діаграми

Джерело: розроблено автором

Sequence Diagram - Взаємодія агентів

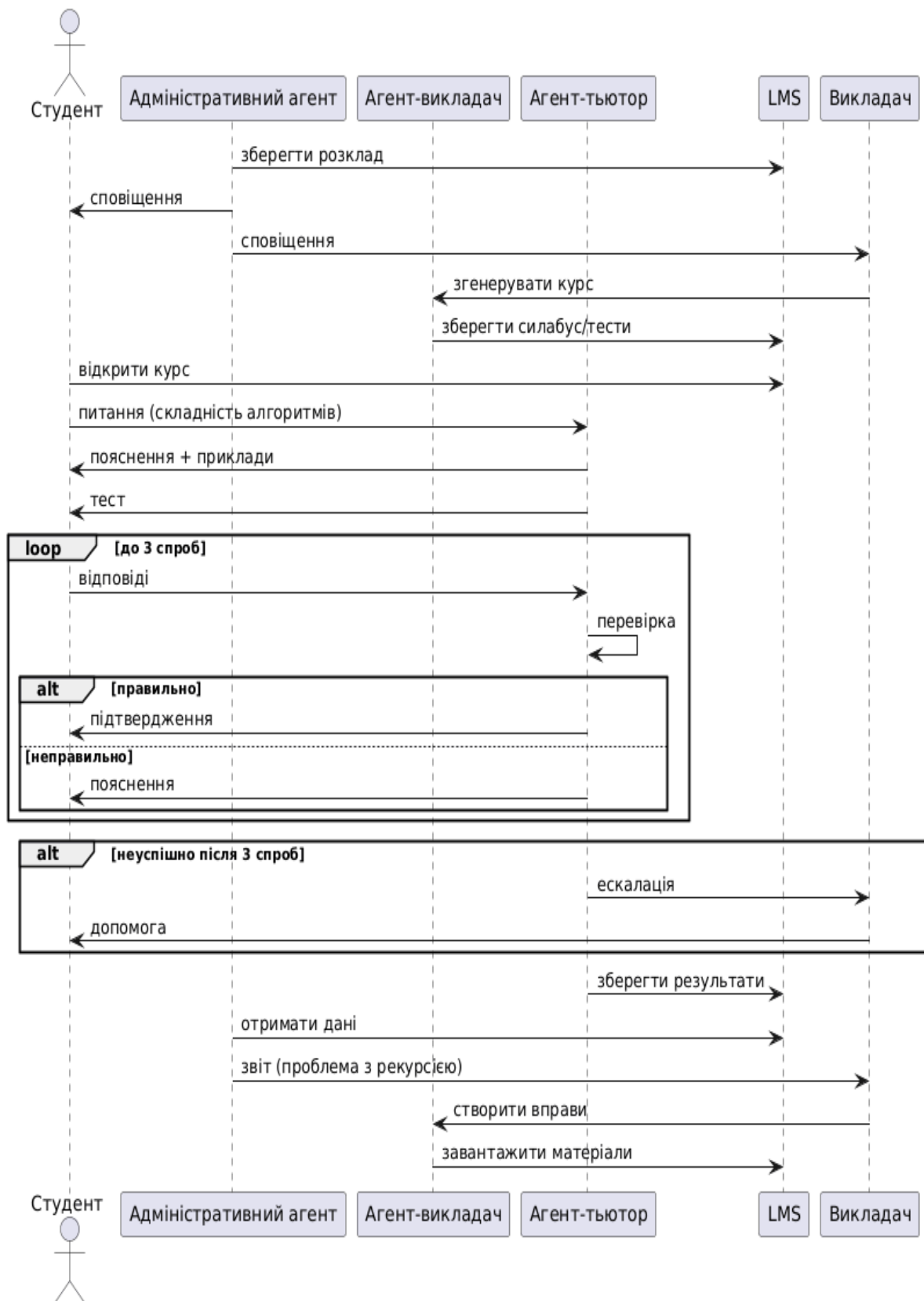


Рис. 3. Діаграма послідовностей з відображенням взаємодії агентів

Джерело: розроблено автором

Список літератури:

1. Andersson F. W., Jordahl H., Kärnä A. Ballooning bureaucracy? Stylized facts of growing administration in Swedish higher education. *Constitutional Political Economy*. 2023. Vol. 35, No. 2. P. 303–326. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10602-023-09408-x>
2. Tze V. M. C., Klassen R. M., Daniels L. M. Patterns of boredom and its relationship with perceived autonomy support and engagement. *Contemporary Educational Psychology*. 2014. Vol. 39, No. 3. P. 175–187. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2014.05.001>
3. Crespo M., Bertrand D. Faculty workload in a research intensive university: a case study. Montreal: CIRANO, 2013. (Rapports de projets; 2013RP-11). URL: <https://cirano.qc.ca/index.php/fr/sommaires/2013RP-11>
4. Lu G. S., Li W. H., Zhang Q. Y., Du P., Lu N. G. An analysis of the types and characteristics of academic work at the university level. *Fudan Education Forum*. 2010. Vol. 8, No. 6. P. 38–44.
5. Siconolfi S. F. An analytics-based integrated decision tool for evaluating faculty workloads. *International Journal of Management and Decision Making*. 2025. P. 452–468. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJMDM.2025.148353>
6. Spivakovsky O. V., Omelchuk S. A., Kobets V. V., Valko N. V., Malchykova D. S. Institutional policies on artificial intelligence in university learning, teaching and research. *Information Technologies and Learning Tools*. 2023. Vol. 97, No. 5. P. 181–202. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v97i5.5395>
7. Ding X. Teaching reform and exploration of data structure course based on artificial intelligence. 2024 International Conference on Artificial Intelligence and Digital Libraries (AIDL). Nanjing, 2024. P. 18–21. DOI: <https://doi.org/10.1109/AIDL66202.2024.00011>
8. Gabriska D., Pribilova K. Artificial intelligence in education, issues and potential of use in the teaching process. 2023 21st International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA). Stary Smokovec, 2023. P. 141–146. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICETA61311.2023.10344286>
9. Karyy O. I., Novakivskyi I., Kis Y., Kulyniak I. Y., Adamovsky A. Model of educational process organizing using artificial intelligence technologies. *CEUR Workshop Proceedings*. 2023. P. 332–347.
10. Bruyaka A., Kovalenko V., Marienko M., Semerikov S., Shyshkina M. The current state, threats, and challenges of using generative artificial intelligence to support student learning in higher education institutions. *Educological Discourse*. 2025. Vol. 50, No. 3. P. 6–18. DOI: <https://doi.org/10.28925/2312-5829/2025.3.1>
11. Apata O. E. ChatGPT in higher education: a systematic review of opportunities, perceptions, and challenges // Preprints. 2025. DOI: <https://doi.org/10.20944/preprints202507.0567.v1>
12. Moore P. The great history of e-learning platforms. 2026. URL: <https://www.didask.com/en/post/la-grande-histoire-des-plateformes-e-learning>
13. eLeaP. Is a learning content management system in the cards for your organization? 2025. URL: <https://www.eleapsoftware.com/learning-content-management-system/>
14. Feldstein M. Canvas edges out Blackboard in LMS market share. 2018. URL: <https://edscoop.com/canvas-edges-out-blackboard-in-lms-market-share/>
15. Object Management Group. Business Process Model and Notation (BPMN) specification. URL: <https://www.bpmn.org/>

References:

1. Andersson, F. W., Jordahl, H., & Kärnä, A. (2023). Ballooning bureaucracy? Stylized facts of growing administration in Swedish higher education. *Constitutional Political Economy*, 35(2), 303–326. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10602-023-09408-x>
2. Tze, V. M. C., Klassen, R. M., & Daniels, L. M. (2014). Patterns of boredom and its relationship with perceived autonomy support and engagement. *Contemporary Educational Psychology*, 39(3), 175–187. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2014.05.001>
3. Crespo, M., & Bertrand, D. (2013). *Faculty workload in a research intensive university: A case study* (Rapports de projets No. 2013RP-11). CIRANO. <https://cirano.qc.ca/index.php/fr/sommaires/2013RP-11>
4. Lu, G. S., Li, W. H., Zhang, Q. Y., Du, P., & Lu, N. G. (2010). An analysis of the types and characteristics of academic work at the university level. *Fudan Education Forum*, 8(6), 38–44.
5. Siconolfi, S. F. (2025). An analytics-based integrated decision tool for evaluating faculty workloads. *International Journal of Management and Decision Making*, 452–468. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJMDM.2025.148353>
6. Spivakovsky, O. V., Omelchuk, S. A., Kobets, V. V., Valko, N. V., & Malchykova, D. S. (2023). Institutional policies on artificial intelligence in university learning, teaching and research. *Information Technologies and Learning Tools*, 97(5), 181–202. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v97i5.5395>
7. Ding, X. (2024). Teaching reform and exploration of data structure course based on artificial intelligence. In *Proceedings of the 2024 International Conference on Artificial Intelligence and Digital Libraries (AIDL)* (pp. 18–21). IEEE. DOI: <https://doi.org/10.1109/AIDL66202.2024.00011>
8. Gabriska, D., & Pribilova, K. (2023). Artificial intelligence in education, issues and potential of use in the teaching process. In *Proceedings of the 21st International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA)* (pp. 141–146). IEEE. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICETA61311.2023.10344286>
9. Karyy, O. I., Novakivskyi, I., Kis, Y., Kulyniak, I. Y., & Adamovsky, A. (2023). Model of educational process organizing using artificial intelligence technologies. In *CEUR Workshop Proceedings* (pp. 332–347).

10. Bruyaka, A., Kovalenko, V., Marienko, M., Semerikov, S., & Shyshkina, M. (2025). The current state, threats, and challenges of using generative artificial intelligence to support student learning in higher education institutions. *Educological Discourse*, 50(3), 6–18. DOI: <https://doi.org/10.28925/2312-5829/2025.3.1>
11. Apata, O. E. (2025). ChatGPT in higher education: A systematic review of opportunities, perceptions, and challenges. *Preprints*. DOI: <https://doi.org/10.20944/preprints202507.0567.v1>
12. Moore, P. (2026, January 14). The great history of e-learning platforms. *Didask*. Available at: <https://www.didask.com/en/post/la-grande-histoire-des-plateformes-e-learning>
13. eLeaP. (2025, November 10). Is a learning content management system in the cards for your organization? Available at: <https://www.eleapsoftware.com/learning-content-management-system/>
14. Feldstein, M. (2018, July 11). Canvas edges out Blackboard in LMS market share. *EdScoop*. Available at: <https://edscoop.com/canvas-edges-out-blackboard-in-lms-market-share/>
15. Object Management Group. (n.d.). *Business Process Model and Notation (BPMN) specification*. Available at: <https://www.bpmn.org/>

Дата надходження статті: 28.04.2026

Дата прийняття статті: 28.05.2026

Дата публікації статті: 26.06.2026