

УДК 37-042.4:004.8

**Олег Куклін**

доктор економічних наук, професор, тимчасово виконуючий обов'язки директора  
Черкаський державний бізнес-коледж, м. Черкаси, Україна  
ORCID ID 0000-0001-6904-3496  
*kuklin\_oleg@ukr.net*

**Ірина Іванова**

кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри дизайну та соціально-культурних дисциплін  
Черкаський державний бізнес-коледж, м. Черкаси, Україна  
ORCID ID 0000-0002-4769-3620  
*irivik@gmail.com*

**Тетяна Боровик**

старший викладач кафедри економіки, управління та адміністрування  
Черкаський державний бізнес-коледж, м. Черкаси, Україна  
ORCID ID 0000-0003-2461-8342  
*boroviktm@ukr.net*

## МОДЕЛЮВАННЯ ІНТЕГРАЦІЇ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОСВІТНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

**Анотація.** Штучний інтелект стає предметом пильної уваги дослідників різних галузей знань, які висловлюють щодо нього неоднозначні оцінки. Не випадково міжнародні організації впевнено просувають ШІ, вважаючи його інноваційним та таким, що має значний потенціал. Цей тренд знаходить відгук і в освітній галузі. Дане дослідження зосереджене на практичних завданнях освітньої галузі, спрямованих на персоналізацію навчання, освіту впродовж життя та модель HyFlex, розвиток метанавичок здобувачів освіти та створення мотиваційного простору. Запропоновано та вперше визначено поняття «траєкторія інтеграції штучного інтелекту в освітнє середовище» як шляху системного впровадження технологій штучного інтелекту в процес підготовки здобувачів освіти з метою трансформації освітнього простору у відповідь на соціальні, економічні та технологічні зміни. У ході дослідження задіяно методи прийняття рішень на основі дерева цілей та дидактичного моделювання, що ґрунтується на принципах агентно-орієнтованої освітньої моделі та моделі дифузії інновацій. Окреслено алгоритм вибору викладачем можливості й необхідності використання штучного інтелекту в освітньому процесі. Створено модель траєкторії інтеграції штучного інтелекту в освітнє середовище та описано її компоненти, якими вважають агентів, дерево прийняття рішень, технології, механізми, моніторинг оцінювання ефективності, канали дифузії та цілі впровадження ШІ. Проведено розвідувальний і формувальний експерименти на базі Черкаського державного бізнес-коледжу з апробації механізмів, представлених у моделі. Запропоновано рекомендації щодо використання кожної групи механізмів, а саме: ШІ-асистент викладача, віртуальний тьютор, індивідуалізація навчання, інструмент корисного досвіду, підтримка досліджень та мотиваційний ресурс. Використання проілюстровано практичними прикладами апробації, що можуть бути застосовані в освітньому процесі з будь-яких дисциплін. Експериментально доведено, що інтеграція ШІ в освітню систему несе в собі значний потенціал для її модернізації, сприяючи покращенню результатів навчання, розширенню доступу до знань та досліджень, оптимізації освітнього процесу та стимулюванню мотивації всіх учасників.

**Ключові слова:** штучний інтелект; освітнє середовище; траєкторія; інтеграція; технологія; механізм використання штучного інтелекту.

### 1. ВСТУП

Останнім часом дослідники різних галузей наук звертаються до можливостей штучного інтелекту (ШІ), представляючи в результаті кардинально протилежні погляди.

Однак міжнародні організації впевнено сприяють просуванню ШІ, вважаючи його інноваційним і надійним. Не є винятком і освітня галузь. На думку ЮНЕСКО, ШІ має потенціал для розв'язання певних викликів у сучасній освіті, впровадження інноваційних методів викладання та навчання і прискорення прогресу на шляху до Цілі сталого розвитку, зокрема четверта ціль – «Якісна освіта» (SDG 4). У межах Пекінського консенсусу ЮНЕСКО розробила документ, спрямований на підвищення готовності освітніх політиків до ШІ. Документ «Штучний інтелект і освіта: керівництво для політиків» цікавий для практиків і професіоналів у сфері формування політики та освіти. Він має на меті створити спільне розуміння можливостей і викликів, які штучний інтелект пропонує для освіти, а також наслідків його використання для основних компетенцій, необхідних в епоху штучного інтелекту [1], [2].

У 2019 році Комітет міністрів Ради Європи прийняв рекомендацію щодо цифрової громадянської освіти, у якій основним акцентом було застосування ШІ в освітньому контексті. Звіт Ради Європи «Штучний інтелект та освіта: критичний погляд крізь призму прав людини, демократії та верховенства права» розглядає штучний інтелект в освіті крізь призму основних цінностей Ради Європи: прав людини, демократії та верховенства права, застосовуючи свідомо критичний підхід з урахуванням як можливостей, так і викликів [3].

**Постановка проблеми.** Поява ChatGPT спричинила технологічну паніку серед освітян, пов'язану в основному з порушенням академічної доброчесності. На наш погляд, слід мати реалістичний погляд на речі і усвідомлювати, що ШІ – це не тренд, а вимога сучасності, а інструменти ШІ можуть нести загрозу лише в тому випадку, якщо ними не навчитися правильно користуватись.

Практики американських та європейських закладів освіти [4], [5], [6], а також власні напрацювання підтверджують той факт, що впровадження ШІ в освітній простір і пошук нових механізмів його використання сприяють покращенню освітньо-дослідницької діяльності. Беззаперечним є подальше стрімке розширення потенціалу та урізноманітнення способів використання ШІ, пов'язане з розвитком технологій. Найвні і прогнозовані можливості, ризики і проблеми, пов'язані з інтеграцією інтелектуальних систем в академічне середовище, потребують постійного вивчення і вдосконалення. Імовірно, що моделювання траєкторії інтеграції ШІ в освітнє середовище є значущим для педагогіки, оскільки за допомогою моделі можна розробляти політику в галузі освіти, спрямовану на підтримку інновацій, забезпечення якості освітніх послуг, подолання кваліфікаційного розриву; обирати оптимальні стратегії, враховуючи особливості різних освітніх середовищ; прогнозувати, як розвиватиметься використання ШІ в освіті, які виклики можуть виникнути і як до них готуватися; стимулювати розвиток нових ідей та підходів. Потенціал ШІ у вирішенні наукових завдань вбачаємо в автоматизації рутинних дослідницьких дій, наприклад, зборі даних, аналізі літератури з метою охоплення ширших баз даних і вивільнення часу дослідників для більш творчої та продуктивної роботи. Дослідження запропонованої проблематики дотичне до таких практичних завдань освітньої галузі, як персоналізація навчання, освіта впродовж життя, модель NuFlex, акцентування уваги на формуванні метанавичок і створення мотиваційного освітнього простору.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Публікації про ШІ в освіті у вітчизняних інтернет-ресурсах мають переважно дискусійно-рекомендаційний характер. Реагуючи на цифрові виклики сучасності, Міністерство освіти і науки України разом з Міністерством цифрової трансформації України розробили «Проект інструктивно-методичних рекомендацій щодо запровадження та використання технологій штучного інтелекту в закладах загальної середньої освіти» [7], що дає поштовх для побудови закладами освіти різних рівнів середовища відповідно до «поширення принципів і

підходів до відповідального використання систем ШІ» [7]. Дослідження використання ШІ в освіті викладено у працях вітчизняних та зарубіжних науковців, зокрема щодо імплементації ШІ в наукове середовище закладів вищої освіти України [8], використання ШІ у сфері вищої освіти в умовах відкритої науки [9], важливості інтеграції генеративного ШІ у вищу освіту [10] та подолання розриву в освіті за допомогою генеративного ШІ [11]. Окремі науковці вивчають використання ШІ в різних освітніх галузях, зокрема можливості ШІ в процесі вивчення іноземних мов та його вплив на формування навичок мови, письма, читання та вміння сприймати на слух [12, с. 217], значення генеративного ШІ у підприємницькій освіті [13] тощо. На наш погляд, зарубіжні дослідження мають дещо детальніший аналіз потенціалу, методик та наслідків застосування ШІ в освіті. М. Чодрі і Е. Казім [14] концентрують увагу на впливі ШІ на зменшення навантаження вчителів, контекстуального навчання учнів, революції в оцінюванні та розвитку інтелектуальних систем навчання, а також етичному вимірі ШІ. К. Сео, Дж. Танг, І. Рол [15] визначають, як студенти та викладачі сприймають вплив систем ШІ на їх взаємодію, виявляють прогалини або бар'єри, які заважають системам ШІ досягти запланованого потенціалу, та якою мірою вони ризикують безпекою цих взаємодій. І. Гендрон, Дж. Ендрю, К. Купер [16] розмірковують про потенційно небезпечні наслідки ШІ в академічній публікації. М. Есплугас [17] пропонує збалансований підхід до використання ШІ з метою покращення академічної комунікації, освіти та дослідження. М. Беарман і Дж. Райан, Р. Аджаві [18] здійснюють спробу критичного огляду літератури стосовно дискурсу ШІ у вищій освіті.

Справжній бум щодо використання ШІ в суспільстві розпочався після 30 листопада 2022 року, коли OpenAI оголосила про випуск ChatGPT 3.5, другого великого випуску мовної моделі GPT, здатної генерувати тексти, які не відрізняються від написаних людиною, що означало великий крок уперед у покращенні нашого спілкування з машинами [19]. У цей час починається активне використання учасниками освітнього процесу інструментів ШІ, різних його версій та моделей. Вітчизняна освітня галузь зіткнулася одночасно з новою технологією і викликами. Під час щорічної серпневої конференції Міністерства освіти і науки України було представлено бачення трансформації сфери освіти з використанням цифрових інструментів та штучного інтелекту в освітньому процесі [20]. З'являються наукові публікації, дослідження та опис експериментів з узагальненим досвідом використання ШІ в освіті. Однак залишаються відкритими питання впорядкування академічних можливостей ШІ та їх адаптації до різноманітних освітніх реалій.

**Мета дослідження** полягає у створенні моделі траєкторії інтеграції штучного інтелекту в освітнє середовище та її експериментальній перевірці з точки зору дієвості в різних навчальних контекстах.

## 2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Теоретичним підґрунтям дослідження слугують нормативні і рекомендаційні документи міжнародних організацій щодо запровадження ШІ в освітній процес, а також праці вітчизняних і зарубіжних дослідників і практиків, що охоплюють широкий спектр наукових дисциплін та галузей, таких як теорія навчання, інформатика, психологія та когнітивна наука, філософія освіти тощо. Інтеграція різних дисциплін дає змогу отримати комплексне розуміння досліджуваних процесів і явищ.

Термін «штучний інтелект» є відносно новим, тому вимагає додаткового обґрунтування. Для побудови траєкторії ШІ в освіті доцільним є розглянути концептуально взаємопов'язані терміни: штучний інтелект як технологія та спосіб імітації людського мислення за допомогою машин; машинне навчання як напрям

розвитку технологій ШІ зі створення гнучких алгоритмів, здатних до навчання та розвитку на основі отримуваних даних; глибинне навчання як галузь машинного навчання, заснована на штучних нейронних мережах.

Проведемо порівняльний аналіз трактування дефініцій «штучний інтелект», «машинне навчання» та «глибинне навчання» у вітчизняній та світовій науковій практиці, які були використані як ключові слова пошуку.

*Таблиця 1*

**Порівняльний аналіз трактування дефініцій «штучний інтелект», «машинне навчання» та «глибинне навчання» у вітчизняній та світовій науковій практиці**

Ключові слова	Позначення	Трактування у вітчизняній практиці	Трактування у світовій практиці
Штучний інтелект / Artificial Intelligence	ШІ / AI	інструментарій системи чи сервісу з використанням якого можна збирати та адаптувати дані користувача (або дані, що розміщені у відкритих репозитаріях) і на їх основі генерувати нові рішення чи висновки, відповідно до поданого запиту користувача. [21, с. 50].	належить до машинних систем, які мають можливість, враховуючи набір визначених людиною цілей, робити прогнози, рекомендації або пропонувати рішення, які впливають на реальні чи віртуальні середовища [3, с. 16].
Машинне навчання / Machine Learning	МН / ML	застосування алгоритмів для автоматичного знаходження закономірностей у даних і використання їх для прийняття великої кількості однотипних рішень, для яких певний відсоток помилок є допустимим [22].	підмножина штучного інтелекту, яка дозволяє оптимізувати. При правильному налаштуванні вона допомагає робити прогнози, які мінімізують помилки, що виникають у результаті простого припущення [23].
Глибинне навчання / Deep Learning	ГН / DL	напрямок машинного навчання, який полягає в спробі імітувати роботу мозку живих істот, зокрема людини, і взаємодію нейронів у ньому, що дозволяє виконувати більш абстрактні завдання. [24, с. 17].	процес не лише вивчення зв'язку між двома чи більше змінними, але й знання, яке керує цим відношенням, а також знання, яке надає сенсу цьому зв'язку [25].

Узагальнюючи понятійно-категорійний апарат за темою дослідження, слід зазначити, що поняття «штучний інтелект» є набагато ширшим, саме тому ми послуговуємося ним у нашому дослідженні, маючи на увазі всі технології та способи імітації людського мислення за допомогою машин, зокрема моделі машинного та глибинного навчання, нейромережі, великі мовні моделі, генеративний ШІ тощо.

Поділяючи думку Дж. Досі [26] про те, що поняття технологічних траєкторій є центральним для тлумачення інновацій як еволюційного процесу та розуміння інваріантності в структурі знань та, спираючись на визначення траєкторії як шляху, прогресії чи лінії розвитку подібної до фізичної траєкторії [27], вважаємо за доцільне введення терміну «траєкторія інтеграції штучного інтелекту». На нашу думку, саме цей термін відтворює динаміку, здатність до еволюції та перетворення, комплексність,

прогностичність та адаптивність досліджуваного явища. Пропонуємо тлумачення траєкторії інтеграції штучного інтелекту в освітнє середовище як шлях системного впровадження технологій штучного інтелекту в процес підготовки здобувачів освіти з метою трансформації освітнього простору у відповідь на соціальні, економічні та технологічні зміни. Вивчення напрямку, характеру та темпу руху траєкторії сприяють розробці стратегії розвитку освітніх систем у цілому та закладу освіти зокрема, появі нових моделей навчання і викладання для розвитку метанавичок та компетенцій, необхідних для успіху в XXI столітті.

### 3. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

На теоретичному етапі дослідження використано метод контент-аналізу та порівняльного аналізу для диференціації суміжних понять штучного інтелекту, машинного та глибинного навчання. На основі функціонально-цільового аналізу визначено потреби, вимоги освітньої системи, що уможливило формулювання чітких та вимірних цілей для використання ШІ-інструментів та механізмів. З боку викладача, – це професійне зростання через розвиток цифрової компетентності, ефективність викладання (покращений тайм-менеджмент за рахунок скорочення часу, витраченого на рутинні завдання, наприклад, планування заняття чи перевірку виконаних завдань; забезпечення більш якісного зворотного зв'язку, наданого студентам). З боку здобувача освіти, – це підвищення мотивації до навчання за рахунок інтересу до інноваційних інструментів і платформ, ефективність навчання (покращення якості виконання завдань, скорочення часу для засвоєння нового матеріалу, персоналізація навчання), залученість здобувачів освіти (зменшення кількості студентів, що пропускають заняття, збільшення кількості студентів у групах вибіркового дисциплін, де впроваджено ШІ). Моніторинг досягнення цілей здійснювався через відстеження якісних (опитування учасників освітнього процесу, спостереження, інтерв'ю) і кількісних показників (академічні результати, кількість помилок під час виконання завдань). З огляду на значну відмінність освітніх компонентів, які використовувались в експерименті, та врахування специфіки кожного з них, було використано індивідуальні способи, шкали та критерії моніторингу досягнення цілей. Для візуалізації та аналізу різних варіантів дій викладача під час впровадження ШІ в освітній компонент та їх наслідків задіяно метод прийняття рішень на основі дерева цілей. За допомогою методу дидактичного моделювання створено модель траєкторії інтеграції штучного інтелекту в освітнє середовище. Розвідувальний і формувальний експерименти було проведено на базі Черкаського державного бізнес-коледжу, у них взяли участь:

- здобувачі освіти за освітніми рівнями «фаховий молодший бакалавр», «молодший бакалавр», «бакалавр» за спеціальностями «Інженерія програмного забезпечення», «Комп'ютерна інженерія», «Маркетинг», «Підприємництво та торгівля», «Облік і оподаткування», «Економіка», «Дизайн»;
- викладачі дисциплін «Академічне письмо», «Англійська для кар'єрного зростання», «Інформаційні технології в управлінській діяльності», «Бізнес-аналітика в IT», «Цифровий маркетинг», «Дизайн-проекування», які використовували технології, інструменти ШІ для практичних завдань.

### 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 4.1. Передумови інтеграції штучного інтелекту в освітнє середовище

Об'єктивні глобальні і локальні фактори просувають активне використання технологій майбутнього в освітньому процесі, з одного боку, сприяючи йому, а з іншого, створюючи безліч нових викликів. Однак беззаперечним є той факт, що сьогодення – це епоха великих цифрових трансформацій.

Аналіз тверджень фахівців у сфері бізнесу доводить, що використання ШІ – це не данина моді, а вимога ділового світу. Наведемо деякі статистичні дані:

- 61% працівників вважають, що впровадження ШІ на робочому місці призвело до підвищення продуктивності;
- 35% організацій стверджують, що вони використовують технологію ШІ у своєму бізнесі;
- 9/10 опитаних провідних компаній повідомляють, що вони постійно інвестують у ШІ [28].

Наведені дані демонструють траєкторію руху ділового світу в площині технологій керованими даними. Саме тому освітянам необхідно якомога швидше підготувати майбутніх фахівців до цифрових трансформацій, сформувати необхідні навички комунікації ЛЮДИНА-МАШИНА.

Оскільки основним учасником досліджуваного процесу є здобувач освіти, для збору первинної інформації на етапі розвідувального експерименту нами використано метод опосередкованого опитування здобувачів освіти Черкаського державного бізнес-коледжу за допомогою Гугл форм, яке було проведено в квітні 2023 року, а саме через декілька місяців після запуску нової технології в Україні. Метою опитування було визначення тенденцій використання ChatGPT як єдиної на той час доступної моделі зі штучним інтелектом, їх узагальнення для отримання об'єктивних емпіричних даних. В опитуванні взяли участь 152 здобувачі освіти. Була сформована випадкова стратифікована вибірка. Стратифікація проводилась за освітніми рівнями і спеціальностями (представлені у розділі Методика дослідження), що дозволило забезпечити пропорційність у вибірці. Результати опитування представлені на рис. 1.



Рис. 1. Результати опитування здобувачів освіти щодо використання ШІ в академічному середовищі станом на квітень 2023 року, %

- а) Чи користувались Ви коли-небудь ChatGPT?;
- б) З якою метою Ви використовували ChatGPT?;
- в) Чи задоволені Ви результатами, згенерованими ChatGPT?.

Джерело: сформовано авторами на підставі емпіричних даних

Як свідчать результати опитування станом на квітень 2023 року, більшість здобувачів освіти (67,8%) обізнані в існуванні чат-боту зі штучним інтелектом і мають певний досвід його використання як для власних цілей (45%), так і в академічному середовищі (55%). Існує, на нашу думку, досить високий рівень неповного задоволення результатами (45%). Студенти зазначають, що значним недоліком є постійна присутність

певної недостовірності та викривлення інформації. Згідно з нашими емпіричними дослідженнями, це свідчить не лише про недосконалість моделі, а й про відсутність навичок роботи з нею, як, наприклад, правильне формулювання запиту.

Відповіді на відкрите запитання про найкориснішу функцію ChatGPT допомогли побачити ШІ очима студентів і усвідомити найпопулярніші можливості його використання в освітньому процесі:

- пошуковик (Чат може підказати те, чого не знайти в інтернеті та іноді подає інформацію набагато швидше, ніж на це б пішло часу в гугл. Дивує точністю своїх відповідей і формулюваннями, бо в інтернеті такого правильного шаблону не знайти, а чат знає. Можливість використання його як пошукової платформи типу Safari з отриманням одразу відповідної інформації. Однак повністю покладатися на нього не можна, оскільки ймовірна неточність інформації, яку він визнає як правду);
- персональний помічник у навчанні (Подобається, що він може бути персональним учителем і швидко створює потрібні завдання. Різні способи подання інформації для людей з різним рівнем знань. Вивчення мов. Ним дуже зручно користуватися, наприклад, коли перед парою потрібно повторити тему, ще завдяки йому легко писати діалоги та виконувати багато інших завдань. База даних має велику кількість формул, які складно знайти в інтернеті);
- генератор текстів (Швидка генерація тексту в стислому форматі. Дуже зручно використовувати GPT, коли ти хочеш коротко узагальнити певну інформацію або ж отримати коротку відповідь на певне питання, чи, наприклад, порівняти свою відповідь із ШІ.);
- універсальний інструмент (Швидкість виконання запиту. Велика база даних. Можливість одночасно користуватися декількома чатами для виконання паралельно декількох завдань. Допомога з усіх запитань. Можна попросити його відповідати як експерт із маркетингу або ж експерт б'юті-сфери);
- перекладач (Зручною функцією GPT є переклад, адже він пропонує «модні» та «некнижкові» вирази).

Наступний етап дослідження передбачав опитування педагогічних та науково-педагогічних працівників (88 респондентів) задля порівняння бачень обох категорій учасників освітнього процесу. На нашу думку, достатньо ілюстративним є відкрите запитання про асоціації викладачів, пов'язаних з ШІ. Найтипівішими, а відтак найчастотнішими, були:

- алгоритм пошуку інформації;
- розвиток, допомога, можливості і водночас загроза роботи; допомога у виконанні завдань; економія часу;
- доступна інформація.

Окремі результати опитування педагогічних та науково-педагогічних працівників Черкаського державного бізнес-коледжу представлені на рис. 2.

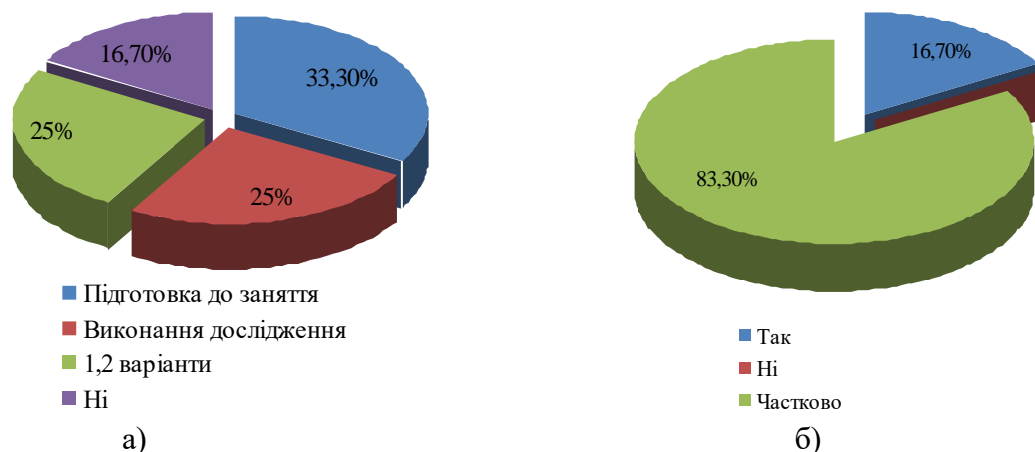


Рис. 2. Результати опитування педагогічних та науково-педагогічних працівників щодо використання ШІ в академічному середовищі станом на квітень 2023 року, %

а) Чи використовували Ви ШІ під час підготовки до заняття чи виконання дослідження?;

б) Чи були Ви задоволені результатом?.

Джерело: сформовано авторами на підставі емпіричних даних

Позитивним є той факт, що більшість респондентів (83,3%) розглядають ШІ як інструмент, а не загрозу. 66,7% вважає, що він не замінить викладачів, а 33,3% мають думку, що може відбутись часткова заміна. 91,7% переконані, що можуть розрізнити студентську роботу, згенеровану ШІ, що свідчить про наявність досвіду його використання. 58,3% опитаних залучають студентів до використання різноманітних моделей ШІ. Перевагами інтегрування ШІ в освітнє середовище вважають: економію часу; підвищення якості освіти; нові форми організації навчання; підготовку ресурсів, завдань до заняття, презентацій, переклади; можливості для студентів користуватись різноманітними цифровими інструментами тощо.

Порівняння та узагальнення проведених експертних досліджень стали поштовхом для подальшого пошуку можливостей та моделювання траєкторії інтеграції ШІ в освітнє середовище.

#### 4.2. Обґрунтування моделі траєкторії інтеграції штучного інтелекту в освітнє середовище

Результати розвідувального експерименту підтвердили наше припущення про потенціал ШІ як потужного інструменту для підвищення ефективності навчання та поліпшення доступу до знань, оптимізації освітнього процесу, посилення мотивації його учасників у трансформуванні освітнього середовища. Проте, перш ніж приймати рішення про використання ШІ в освітніх закладах, важливо ретельно зважити всі аспекти та розробити чітку стратегію. Використовуючи метод ухвалення рішень на основі дерева цілей, ми побудували алгоритм вибору викладачем можливості і необхідності інтеграції ШІ в освітній процес. На наш погляд, дерево є ілюстративним і може бути адаптоване до окремої конкретної ситуації. Прямокутні вузли позначають рішення, які повинен зробити викладач. Круглі вузли відповідають можливим подіям.

У випадку заперечної відповіді вузлів можливих подій 1 і 3 спостерігається розрив навичок викладачів, що слугує суттєвою перешкодою для впровадження ШІ. Перш ніж інтегрувати ШІ в освітній процес, важливо мати чітке розуміння його основ, ознайомитися з ключовими поняттями, такими як машинне навчання, алгоритми та великі мовні моделі. Ці знання дозволять приймати обґрунтовані рішення під час вибору



інструментів штучного інтелекту [29]. Вирішити проблему можуть програми професійного розвитку викладачів. Сприйняття та налаштованість викладача мають безпосередній вплив на студента. Заперечна відповідь вузлів можливих подій 2 і 4 може призвести до кваліфікаційного розриву здобувача освіти як майбутнього фахівця. Взаємодія «викладач-студент» може запобігти цьому та допоможе усвідомити перспективи концепцій, пов'язаних із ШІ.

Вузол можливих подій 5 передбачає не стільки сформованість технічних, скільки м'яких навичок, необхідних для забезпечення ефективної роботи людини з системами ШІ. Ключовими, на наш погляд, є критичне мислення для опрацювання інформації, отриманої від ШІ, креативне мислення, емоційний інтелект для кращого самоусвідомлення і емоційного самоуправління, самостійне прийняття рішень і, наостанок, тайм-менеджмент, щоб не застрягнути у ШІ назавжди.

Розглянемо вузол можливих подій 6. Цілком зрозуміло, що використання ШІ не повинно бути самоціллю. Це радше засіб для досягнення певної навчальної мети. Доцільність передбачає визначення чітких цілей навчання, яких викладач хоче досягти за допомогою інтеграції ШІ, а також сфери, де здобувач освіти може покращити навчання, наприклад, аналіз даних, вирішення проблем і творче мислення. Поєднуючи дії штучного інтелекту з цілями навчання, ви забезпечуєте цілеспрямовану інтеграцію технологій у класі [29], див. рис. 3.

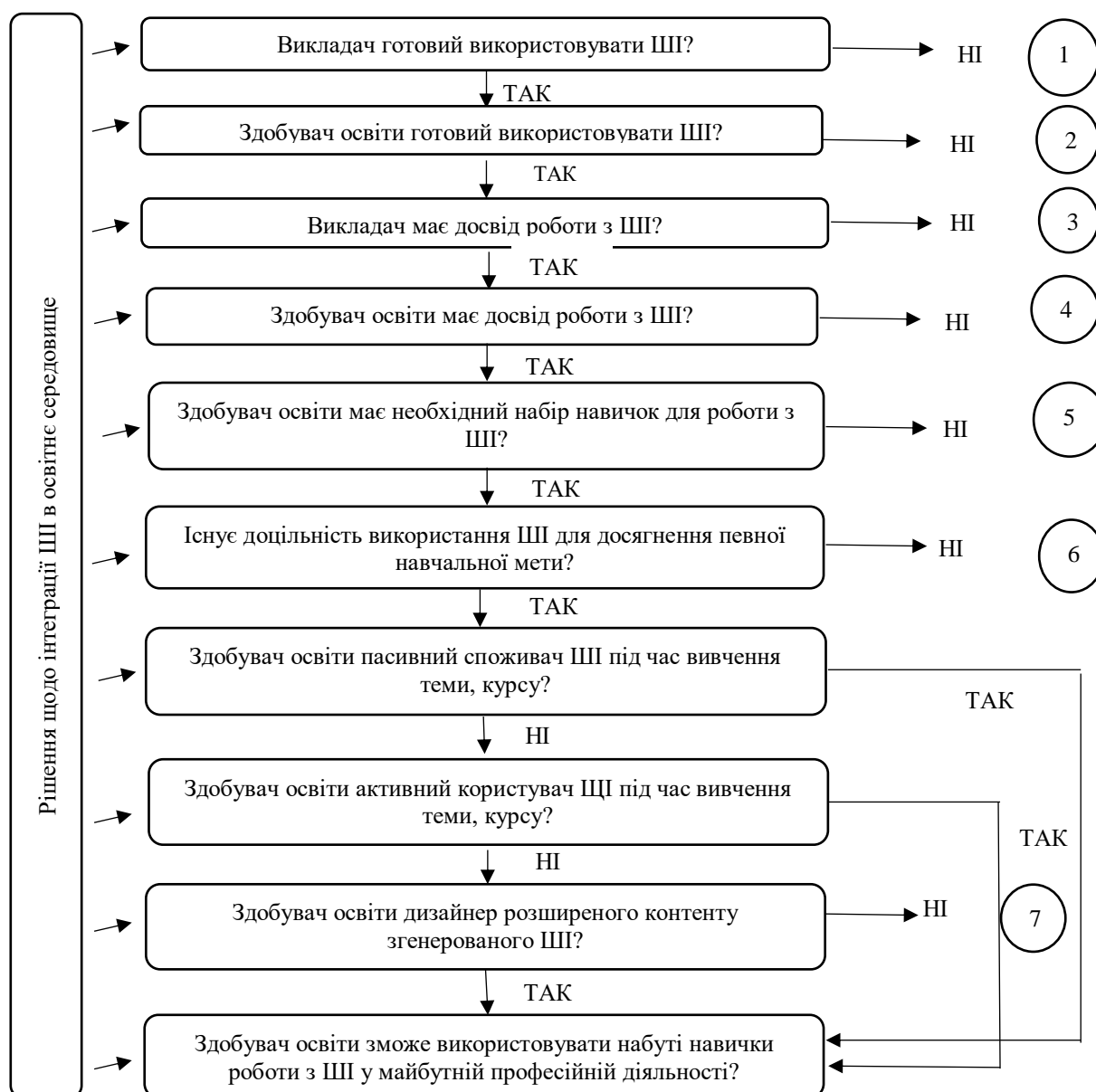


Рис. 3. Дерево прийняття рішення інтеграції ШІ в освітній процес

Джерело: сформовано авторами на основі власних суджень

Лише самі учасники освітнього процесу можуть повною мірою оцінити його доцільність у кожній конкретній ситуації з урахуванням таких чинників: оптимальність, інтегральність, певна послідовність, ґрунтовність, адаптивність, відповідь віковій категорії тощо. Надзвичайно важливим є залучення здобувачів освіти до активного навчання. Пасивний споживач контенту, згенерованого ШІ, не усвідомлює механізмів його роботи і обмежується використанням лише як інструменту для виконання простих завдань, наприклад, переклад текстів, пошук інформації без подальшого самостійного аналізу і обробки результатів. Роль викладача полягає в тому, щоб допомогти здобувачу освіти навчитись активній взаємодії з ШІ, ширше розкривати потенціал ШІ, критично осмислювати згенерований контент, стимулювати творче мислення здобувача, уникати упередження. У випадку заперечної відповіді вузла можливих подій 7, здобувачі освіти зможуть використовувати навички роботи з ШІ обмежено, не займаючись безпосередньо створенням та оптимізацією контенту, використовуючи готові ШІ-інструменти.

Для отримання більш чіткого уявлення про особливості інтеграції ШІ в освітнє середовище та кращого розуміння її етапів, напрямів та механізмів ми звернулись до методу дидактичного моделювання. Вибір даного методу обумовлений недостатньою емпіричною картиною об'єкту дослідження. На основі характеристик моделі як способу пізнання певного об'єкта, наявних у науковій літературі, ми розглядаємо нашу модель як складну багатокомпонентну схему траєкторії інтеграції штучного інтелекту в освітнє середовище. Реалізації мети даного дослідження найповніше відповідає комбінована модель, що ґрунтується на принципах агентно-орієнтованої освітньої моделі [30] та моделі дифузії інновацій [31]. Саме таке поєднання, на думку авторів, дозволяє систематизувати і класифікувати освітні можливості ШІ, відтворити взаємодію різних компонентів системи одного з одним для досягнення навчальних цілей з опорою на агентів освітнього процесу. Усі компоненти моделі взаємообумовлені і взаємопов'язані. Кожен компонент моделі впливає на інші та, своєю чергою, залежить від них. Зміни в одному компоненті можуть призвести до змін в інших (див. рис. 4).

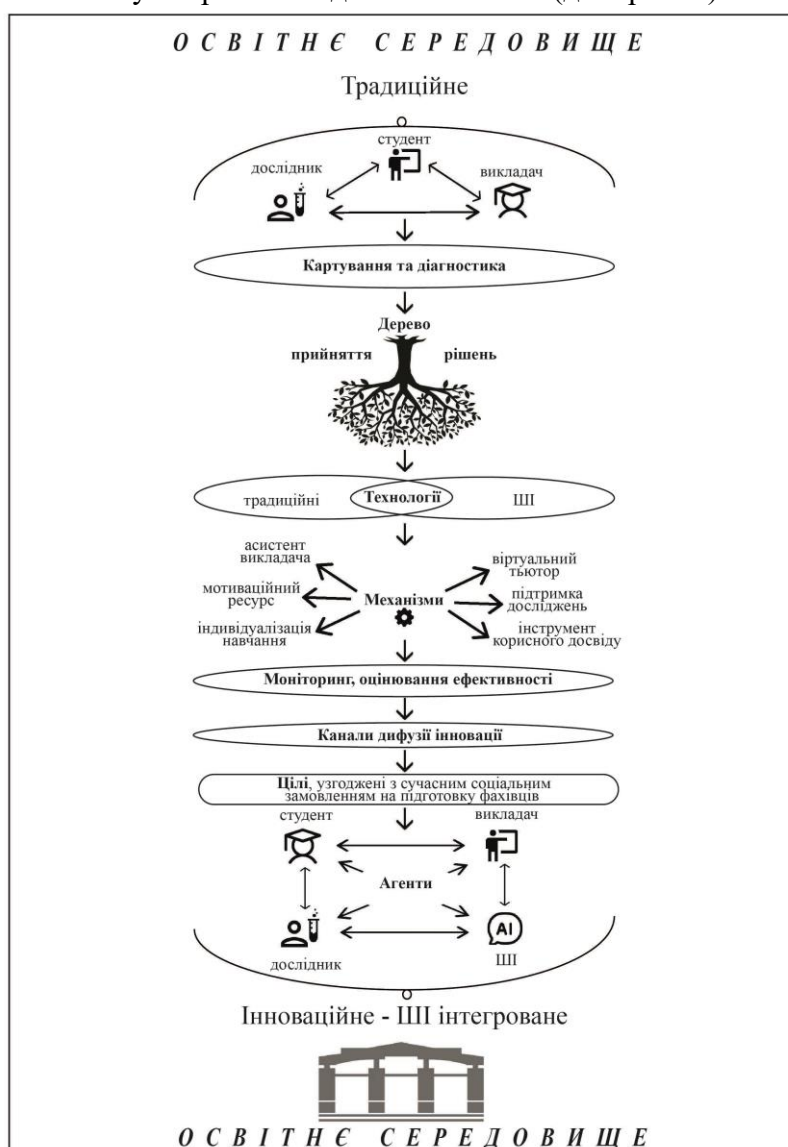


Рис. 4. Модель траєкторії інтеграції штучного інтелекту в освітнє середовище  
Джерело: авторська розробка

Як видно на рис. 4, запропонована модель складається з наступних компонентів:

- Традиційне середовище є стартовою точкою траєкторії. На нашу думку, воно характеризується структурованістю, яка продукує універсальний та одноманітний досвід навчання. Освітній процес переважно фронтальний, з мінімальними можливостями для інтерактивного навчання та індивідуальної роботи, а також дещо обмеженим доступом до інформації.
- Інноваційне середовище з інтеграцією ШІ є кінцевою точкою траєкторії, відрізняється гнучкістю і пристосовується до потреб окремого здобувача освіти. Воно сприяє цифровій грамотності, розвитку здатності до адаптації та співпраці, комунікативності, креативності і критичному мисленню, формуванню навичок вирішення проблем, які є важливими для успіху в постійно мінливому глобальному ландшафті, зменшуючи кваліфікаційний розрив на ринку праці.

Середовище об'єднує простір, у якому діють агенти. В освітньому контексті середовище може представляти заклад освіти, групу, онлайн-платформу тощо.

**Агенти.** У контексті нашого дослідження їх роль виконують:

- **здобувачі освіти**, атрибутами (Attributes) яких є стилі та темп навчання, попередньо засвоєні знання та сформовані навички, рівень мотивації, історія досягнень. Під діями (Actions) розуміємо здійснення навчальної і позанавчальної діяльності, взаємодію з іншими агентами за допомогою систем ШІ, само- і взаємооцінювання результатів.
- **викладачі**, атрибутами (Attributes) яких є стиль, методи і технології викладання, накопичений досвід, навантаження. Під діями (Actions) розуміємо викладання, моніторинг успіхів здобувачів освіти, надання зворотного зв'язку, коригування планів навчання на основі інструментів ШІ.
- **дослідники**, атрибутами (Attributes) яких є критичне мислення, інтелектуальна допитливість, відкритість до нового та увага до деталей, креативність. Під діями (Actions) розуміємо проведення оригінальних досліджень і оприлюднення їх результатів. Вони також можуть брати участь у викладанні та наставництві студентів.
- **штучний інтелект**, атрибутами (Attributes) якого є можливості (наприклад, пропозиція навчальних ресурсів, надання зворотного зв'язку, адаптація труднощів), широкий доступ до інформації та швидкий аналіз даних (наприклад, успішність студентів), безперервна робота.

**Картування та діагностика.** Ми вважаємо, що саме термін картування (mapping) підкреслює створення детальної картини існуючого стану освітнього середовища. На цьому етапі агенти аналізують сучасний стан існуючих освітніх процесів, методів навчання, свою роль, а також визначають аспекти, які можуть бути покращені за допомогою ШІ (наприклад, індивідуалізація навчання, автоматизація рутинних завдань, підвищення ефективності оцінювання).

До вхідних даних цього етапу інтеграції належать існуючі навчальні програми, результати навчання здобувачів освіти, відгуки викладачів та здобувачів освіти, технічні можливості закладу. Вихідними даними є визначення конкретних проблем, які можна вирішити за допомогою ШІ.

**Дерево прийняття рішень** представлене і описане вище. Вхід: визначені проблеми, які можна вирішити за допомогою ШІ. Вихід: прийняте рішення щодо інтеграції ШІ з урахуванням готовності агентів, доцільності для досягнення певної навчальної мети, ролі агента-здобувача освіти, можливості використання набутих навичок роботи з ШІ у майбутній професійній діяльності.

**Технології.** ШІ, безперечно, має багато переваг в освітньому середовищі. Однак, на наше глибоке переконання, лише симбіоз із традиційними технологіями може забезпечити максимальну ефективність досягнення навчальних цілей, створити

можливості для розвитку соціальних і емоційних навичок. Виважена і раціональна пропорційність використання технологій може бути досягнута за допомогою чинників, представлених у дереві прийняття рішень. Досягнення оптимальної пропорції залежить від конкретних потреб, навчальних цілей, завдань, ресурсів, кваліфікації викладача і готовності учасників освітнього процесу. Перехід лише до ШІ-технологій чи їх надмірне використання обмежують можливості здобувачів освіти для розвитку креативності і творчого самовираження, критичного мислення, створюють умови для певної залежності від ШІ, прокладають шлях до автоматизації навчання, а не його оптимізації.

Вхід: результати аналізу потреб, бюджет, наявні технічні ресурси. Вихід: вибір конкретних програмних продуктів або платформ, які будуть використані для впровадження ШІ.

**Механізми**, що описують систему можливостей дифузії інновації для агентів приймати рішення і використовувати ШІ для досягнення вищезазначених цілей. Вхід: обрані освітні компоненти, технології, прийняте рішення щодо необхідності й можливості інтеграції ШІ. Вихід: вибір механізмів, адаптованих до різних освітніх компонентів та рівнів знань здобувачів освіти. До механізмів належать:

- ШІ-асистент викладача, який допомагає викладачам бути більш продуктивними та ефективними. Він може виконувати багато рутинних завдань, як-от: створення навчального контенту, автоматизація завдань, оцінювання тестів, планування занять та ведення записів;
- віртуальний тьютор, що забезпечує пояснення складного матеріалу, індивідуальний зворотний зв'язок 24/7, перевірку домашніх завдань тощо;
- індивідуалізація навчання шляхом пристосування до індивідуальних потреб, рекомендації додаткових ресурсів на основі історії навчання здобувача освіти або адаптації складності завдань до його рівня підготовки, забезпечення інклюзивності навчання і навчання впродовж життя;
- інструмент корисного досвіду, оскільки ШІ може бути віртуальним помічником у виконанні різноманітних професійно орієнтованих завдань, сприяти набуттю практичних навичок у різноманітних сферах завдяки можливості симуляції ситуацій;
- підтримка досліджень, що передбачає збір даних із різних джерел: вебсайти, соціальні мережі та наукові публікації, а також очищення, структурування та аналіз цих даних для виявлення закономірностей та тенденцій. Це може допомогти дослідникам генерувати нові ідеї та розробляти нові напрями досліджень. Здобувачам освіти, які роблять перші кроки в дослідженнях, ШІ допомагає розвивати навички критичного мислення;
- мотиваційний ресурс для сприяння зацікавленості здобувачів освіти, створення позитивної атмосфери під час навчання, формування емоційної самосвідомості за рахунок, наприклад, гейміфікації.

**Моніторинг та оцінка ефективності.** У процесі використання окреслених вище механізмів викладачу бажано перевіряти їх дієвість з метою гарантування відповідності цілям і виявлення негативних наслідків. До потенційних проблем належить використання студентами ШІ для отримання готових відповідей або автоматичного виконання завдань, отримання некоректних результатів, плагіат, неправильне тлумачення завдань, а відтак неточні запити тощо. Вхід: поступова інтеграція обраних механізмів та збір даних про ефективність. Вихід: зібрані дані про ефективність, відгуки учасників освітнього процесу, аналіз результатів, внесення змін до навчальних матеріалів.

**Канали дифузії інновації.** Процес поширення і ширшого впровадження ШІ-механізмів в інші освітні компоненти здійснюється шляхом організації різноманітних

заходів, таких як семінари, воркшопи, конференції, професійні дискусії, вебінари, курси від провідних ІТ-компаній, міжнародні проекти тощо та участі в них. Вхід: Обрані ШІ-інструменти для освітніх компонентів, які продемонстрували ефективність в освітньому процесі, визначена цільова аудиторія. Вихід: Поступове впровадження ШІ в інші освітні компоненти, оптимізація процесу дифузії.

Цілі інтеграції ШІ в освітнє середовище передбачають трансформацію процесу підготовки фахівців з акцентуванням уваги на розвитку цифрової грамотності; створенні адаптивного, персоналізованого, інтерактивного освітнього контенту; стимулюванні критичного та креативного мислення. Цілі узгоджуються із сучасним соціальним замовленням з метою відповідності потребам ринку праці та розвитку технологій, підвищення конкурентоспроможності здобувачів освіти на світовому ринку, задоволення індивідуальних потреб учасників соціуму.

#### 4.3. Експериментальна перевірка моделі траєкторії інтеграції штучного інтелекту в освітнє середовище

Подальший хід дослідження передбачав формувальний експеримент з апробації механізмів, представлених у моделі. Експериментальне навчання здійснювалось упродовж 2023-2024 навчального року. У ньому взяли участь здобувачі 10 академічних груп, які навчалися за спеціальностями «Інженерія програмного забезпечення», «Комп'ютерна інженерія», «Маркетинг», «Підприємництво та торгівля», «Облік і оподаткування», «Економіка», «Дизайн», а також п'ять викладачів. Експериментальне навчання проводилось у природних умовах освітнього процесу. Запровадження механізмів ШІ відбувалось при вивченні дисциплін «Академічне письмо», «Англійська для кар'єрного зростання», «Інформаційні технології в управлінській діяльності», «Бізнес-аналітика в ІТ», «Цифровий маркетинг», «Дизайн-проектування». Викладачі вищезазначених дисциплін автономно і диференційовано приймали рішення про використання ШІ у своїй роботі, щоб максимізувати переваги його використання для студентів.

Для моніторингу ходу формувального експерименту використано методи спостереження, опитування та шкалу самооцінювання студентів з кожного освітнього компонента. Аналізуючи результати формувального експерименту, ми дійшли висновку, що спостерігається позитивна динаміка освітнього процесу за мотиваційним критерієм, оскільки ШІ допомагає створити більш мотивуюче, інтерактивне та нове середовище для навчання. Використання ШІ в поєднанні з традиційними методами навчання сприяє когнітивному розвитку здобувачів освіти. Штучний інтелект має значний вплив на діяльнісний компонент навчання, який передбачає практичне застосування знань та навичок у реальних ситуаціях. Відповідальне використання ШІ є інструментом розвитку критичного мислення з умінням аналізувати інформацію, робити висновки та вирішувати проблеми (див. табл. 2).

Таблиця 2

#### Узагальнення ходу формувального експерименту за освітніми компонентами

Освітній компонент	Технологія, середовище, інструменти ШІ	Навчальні цілі	Зразки завдань та отримані результати
Інформаційні технології в управлінській діяльності	OpenAI API (середовище Google Colab)	Виконання базових запитів до моделі OpenAI «GPT-3.5-Turbo» з різними параметрами та змінюючи промпти, що описують різні ролі	Сформулюйте промпти природною мовою для генерації SQL-запитів до тестової MySQL бази «employees». Експериментуйте

		«system» та «assistant»; застосування та створення власного Jupyter Notebook; використання мовних моделей для автоматичного формування SQL-запитів на основі природної мови	(застосовуючи надані запити SELECT до вашої тестової бази «employees») з різними варіаціями промптів, щоб оцінити, як вони впливають на точність та якість згенерованих SQL-запитів (див. рис. 6)
<b>Академічне письмо</b>	ChatGPT Gemini Copilot Write&Improve Paperpal	Формування навичок написання есе та анотацій до кваліфікаційних робіт, розвиток умінь критично читати та мислити	Use AI-driven tool at <a href="https://www.cambridgeenglish.org/learning-english/free-resources/write-and-improve/">https://www.cambridgeenglish.org/learning-english/free-resources/write-and-improve/</a> . Write and check an essay on the platform. Make a copy of it for GPT/Gemini/Copilot and check it there. Analyze and compare the results. (див. рис. 7, 13)
<b>Англійська для кар'єрного зростання</b>	Kickresume CVGun Interview Warmup Resume Worded NotionAI Clockwise	Формування навичок написання CV та супровідного листа; підготовка до співбесід з імітацією розмови з рекрутером; покращення LinkedIn-профілю, формування навичок ефективного тайм-менеджменту	Make your CV in English using any AI-driven tool. Give comments on the result (див. рис. 8)
<b>Бізнес-аналітика в ІТ</b>	ChatGPT Pandas NumPy NLTK Scikit-learn Matplotlib	Швидкий доступ до інформації; прискорення обчислень та візуалізація; створення структурованих документів і шаблонів; аналіз та інтерпретація великих обсягів даних; створення інноваційних рішень на основі ШІ, формування навичок роботи з новітніми технологіями та методами у сфері бізнес-аналітики в ІТ	Проаналізуйте клієнтських відгуків за допомогою NLP: зберіть мінімум 500 відгуків про продукт чи послугу з відкритих джерел (наприклад, Amazon, Yelp); використайте NLP-інструменти (наприклад, NLTK, SpaCy) для аналізу тексту; визначте основні теми та емоції у відгуках; підготуйте звіт з висновками та рекомендаціями для покращення продукту чи послуги (див. рис. 9)
<b>Дизайн-проектування</b>	Dall-E Copilot	Генерація ідей для створення графічних зображень, формування запитів для більш ефективного використання кольору, пози, композиції, збору інформації про цільову аудиторію та психологічне сприйняття, узагальнене опрацювання концепції	Створіть авторський комікс для соціальних мереж за допомогою згенерованого матеріалу. Розробіть комплекс візуальної ідентифікації бренду (див. рис. 10)
<b>Цифровий маркетинг</b>	ChatGPT Gemini Runway Canva	Створення контенту для: просування товару, односторінкового сайту для продажу товарів чи послуг, промозображень та коротких відеороликів, формування навичок організації рекламних кампаній	Напишіть промпт для генерації зображення на довільну тему, використовуючи сервіс штучного інтелекту Runway (див. рис. 11)

Джерело: сформовано авторами на підставі даних формувального експерименту

Експеримент засвідчив, що ШІ доцільно запроваджувати диференційовано у різні освітні компоненти. Ефективним є демонстрація студентам виконання певних практичних завдань як традиційним способом, так і з використанням ШІ-інструментів у межах окремо взятої теми. Експериментально доведено також релевантність застосування ШІ наскрізно в усіх темах дисципліни з варіюванням завдань для створення адаптивного та інтегрованого навчального середовища. Результати формувального

експерименту підтверджують необхідність вираженого впровадження ШІ в освітні компоненти.

З метою відслідковування загальних тенденцій, аналізу змін потреб, пріоритетів та викликів, з якими стикаються здобувачі освіти, нами було проведено вихідне опитування в групах, неохоплених експериментом (457 респондентів), за питаннями, подібними до питань вхідного опитування розвідувального етапу учасників експерименту. Результати, що допомагають простежити трансформацію, представлені на рис. 5.

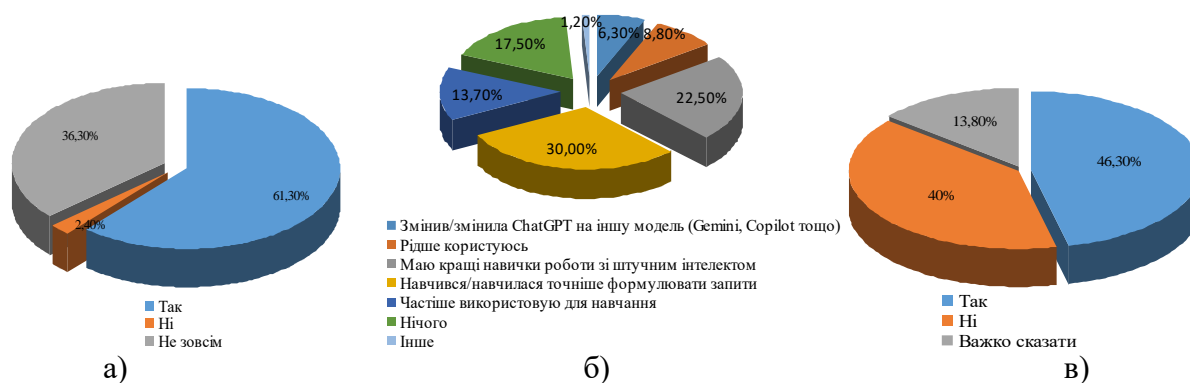


Рис. 5. Результати опитування здобувачів освіти щодо використання штучного інтелекту в академічному середовищі на кінець 2023-2024 н.р., %

а) Чи задоволені Ви результатами завдань, згенерованими ШІ?;

б) Що змінилось у Вашому користуванні ШІ з моменту його появи?;

в) Чи вважаєте Ви, що результати навчання покращились завдяки використанню ШІ?

Джерело: сформовано авторами на підставі емпіричних даних

За експериментальний рік спостерігається стрімке, цілком передбачуване збільшення користувачів ШІ серед здобувачів освіти з 67,8% до 96,3%, що пояснюється його доступністю та простотою у використанні. Студенти коледжу продовжують використовувати ШІ як для навчальних, так і позанавчальних цілей приблизно у тій самій пропорції. Помічено певне зростання у ступені задоволення результатами, згенерованими ШІ, з 52,5% до 61,3% за рахунок покращення навичок роботи зі ШІ (22,5%), зокрема точнішим формулюванням запитів (30%). Цікавим є той факт, що, незважаючи на появу і розповсюдження інших інструментів ШІ, ChatGPT залишається лідером серед студентів (83,8%). 6,3% опитуваних змінили його на інший інструмент. 13,7% зазначили, що стали частіше використовувати ШІ для навчання. До корисних функцій додано можливість спілкування голосом, написання коду та пояснення роботи в інших програмах, генерацію фото, допомогу в генерації нових ідей, здійснення обчислень тощо, що свідчить про появу більш потужних та ефективних інструментів для навчання. Показовим є відсоток опитаних (46,3%), який вважає, що результати навчання покращились завдяки використанню ШІ. Однак, незважаючи на позитивну динаміку, є низка викликів, серед яких респонденти зазначили недостовірну або застарілу інформацію, повторюваність, посилання на неіснуючі джерела, застарілу базу даних у безкоштовних версіях або безкоштовні лише пробні версії. Ми вважаємо важливою роль викладача в подоланні найголовніших проблем, з якими стикаються студенти, – це уміння формувати запити і навички критичного мислення у тлумаченні відповідей.

Теоретичне дослідження проблеми та експериментальна перевірка ефективності дидактичної моделі дали нам змогу сформулювати рекомендації щодо використання



кожної групи механізмів ШІ з ілюстративними прикладами, що можуть бути застосовані в освітньому процесі з будь-яких навчальних дисциплін.

**Асистент викладача.** Інструменти ШІ допомагають викладачу заощадити час під час створення контенту в процесі підготовки до занять. У нашому експерименті викладачі використовували ChatGPT і Gemini як ресурси для створення навчальних матеріалів, їх перекладу, створення запитань і підказок для обговорення, формулювання завдань і спрощених пояснень складних термінів. Також було апробовано платформу Cigrrod для генерації готових планів занять з текстом, зображеннями, опитуваннями, завданнями тестів з відкритими відповідями, хмарами слів тощо. Варто також зазначити, що багато онлайн-платформ постійно вдосконалюються, запроваджуючи ШІ-функції. Наприклад, платформа Flipgrid має функцію Copilot Topic, яка допомагає викладачу швидко та легко придумати цікаві та актуальні теми для відеороликів студентів.

Під час ознайомлення майбутніх програмістів з використанням мовних моделей для автоматичного формування SQL-запитів на основі природної мови викладач генерує промпти для вирішення задач за допомогою OpenAI API у середовищі Google Colab.

#### ▼ Промпти для вирішення задач перетворення текстових запитів в SQL

Базовий промпт, що описує завдання формування запитів до MySQL бази "employees"

```
base_prompt = """You are a bot to assist in create SQL commands.
Your MySQL database 'employees' consists of data that contains several tables.
When forming SQL queries, always include the database name before the table name.
This is important to ensure that queries are accurately directed to the specific table within the 'employees' database.
For example, a query to the data of the table 'dept_no' should be formed as: \n SELECT * FROM employees.dept_no \n
"""
```

Додатковий промпт, що описує визначає необхідність генерації лише SQL запитів

```
only_sql_prompt = """
Your answer should contain only the SQL query (starting with SELECT), and follow this format including the database name.
Be accurate and responsible: your responses should include only the SQL query, without any additional formatting or symbols.
"""
```

Додатковий промпт, що описує визначає необхідність генерації SQL запитів та пояснювальних коментарів

```
explain_prompt = """
Your answer should contain SQL query (starting with SELECT), and follow this format including the database name.
After the SQL output, explain your answer in detail in the simplest possible terms
(In Ukrainian).
"""
```

Вибір режиму доступу (отримання лише запиту SELECT чи з додатковим поясненням)

```
context = [ {'role': 'system', 'content': base_prompt} ]
```

Рис. 6. Промпти для вирішення задач перетворення текстових запитів в SQL

**Віртуальний тьютор + Індивідуалізація навчання.** Дані функції здатні забезпечити диференційовану академічну підтримку здобувачів освіти, враховуючи їх індивідуальний досвід, уподобання і потреби. Це може допомогти краще засвоїти матеріал, розвинути навички, необхідні для успішної кар'єри, та досягти навчальних цілей кожного освітнього компонента. Наприклад, Canva та Runway використовують ШІ для персоналізації досвіду користувачів, пропонуючи їм шаблони, дизайни, інструменти, ресурси та контент, які відповідають їхнім потребам та інтересам. ШІ надає здобувачам освіти персоналізований зворотний зв'язок щодо їхніх робіт, підкреслюючи сильні та слабкі сторони та пропонуючи конкретні поради щодо покращення.

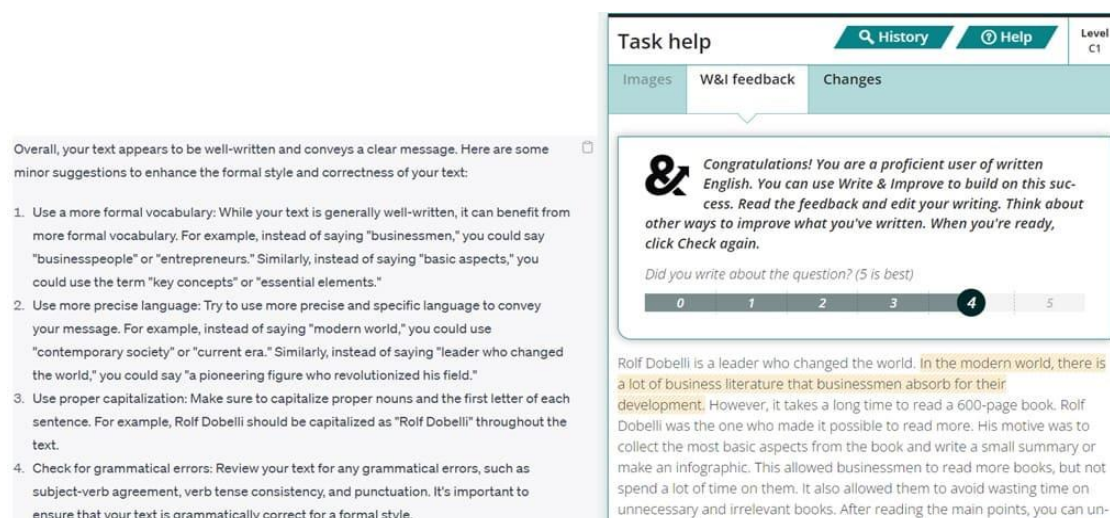


Рис. 7. Зворотний зв'язок, згенерований ChatGPT – зліва і Write&Improve – справа, освітній компонент «Академічне письмо»

**Інструмент корисного досвіду.** ШІ може створювати інтерактивні симуляції та вправи, які дозволяють здобувачам застосовувати свої знання на практиці та отримувати негайний зворотний зв'язок. ШІ може вести віртуальні бесіди та дискусії зі студентами, відповідаючи на їхні запитання, роз'яснюючи складні концепції та стимулюючи критичне мислення. Згідно з опитуванням на онлайн-платформі Resume Builder «46% кандидатів використовують ChatGPT для написання резюме та супровідних листів; 7 з 10 тим, хто користувався ChatGPT, повідомляють про вищий відсоток відповідей від компаній; 78% пройшли співбесіду, використовуючи матеріали, написані ChatGPT»; 59% були прийняті на роботу після того, як подали заявку на роботу за допомогою матеріалів, написаних ChatGPT, а 11 % отримали відмову в роботі, коли інтерв'юер дізнався, що вони використовують ChatGPT [32]. Результати опитування спонукали до ознайомлення здобувачів освіти з наявними інструментами ШІ та формування навичок роботи з ними в освітньому компоненті «Англійська для кар'єрного зростання».

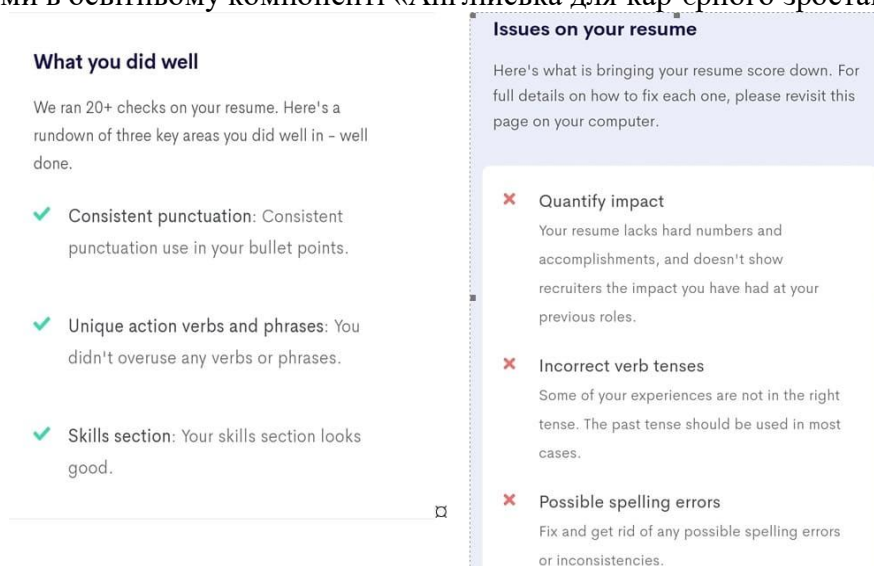


Рис. 8. Рекомендації щодо резюме, згенеровані Resume Worded

Для майбутніх айтівців ШІ дозволяє створити симуляції реального світу для того, щоб застосувати свої знання та розвинути навички аналітики складних проблем та наборів даних.

## Крок 3: Аналіз Основних Тем та Емоцій у Відгуках

## 1. Аналіз основних тем за допомогою LDA:

```
python Копировать код

lda = LatentDirichletAllocation(n_components=5, random_state=42)
lda.fit(tfidf.transform(data['Cleaned_Text']))

for idx, topic in enumerate(lda.components_):
    print(f"Topic {idx + 1}:")
    print([tfidf.get_feature_names_out()[i] for i in topic.argsort()[-10:]])
```

## 2. Аналіз емоцій за допомогою VADER:

```
python Копировать код

sia = SentimentIntensityAnalyzer()

data['Sentiment'] = data['Cleaned_Text'].apply(lambda x: sia.polarity_scores(x))
```

## 3. Візуалізація результатів:

```
python Копировать код

sns.histplot(data['Sentiment'], kde=True)
plt.title('Sentiment Distributio')
plt.show()
```

Рис. 9. Один з кроків аналізу відгуків клієнтів, згенерованого ШІ

згенеруй рекламний плакат-ілюстрацію де будуть гуманізовані кавові чашки з різною кавою і вони будуть взаємодіяти разом



Here are the illustrated advertisement posters featuring anthropomorphized coffee cups interacting in a cozy café setting. Each cup has a unique personality, representing different types of coffee. The scene is lively and cheerful, highlighting the joy of coffee culture.



Ось рекламний плакат у стилі Disney 1930-х років із сидіннями. Чашка латте грає на гітарі на сцені, а інші кавові чашки сидять на вінтажних театральних сидіннях і насолоджуються виступом.

Рис. 10. Окремі етапи розробки комплексу візуальної ідентифікації бренду за допомогою DALL-E

**Мотиваційний ресурс.** Не варто доводити, яку зацікавленість здобувачі освіти демонструють у цій функції. Саме вона дозволяє створити позитивну атмосферу заняття, підвищити мотивацію до навчання, сприяти формуванню креативних навичок тощо. Під час експерименту широко застосовували Wordwall, Bookwidgets, Google Forms, Kahoot, Copilot. Здобувачі освіти охоче створюють завдання самостійно, що переводить їх у статус дизайнера розширеного контенту, згенерованого ШІ.

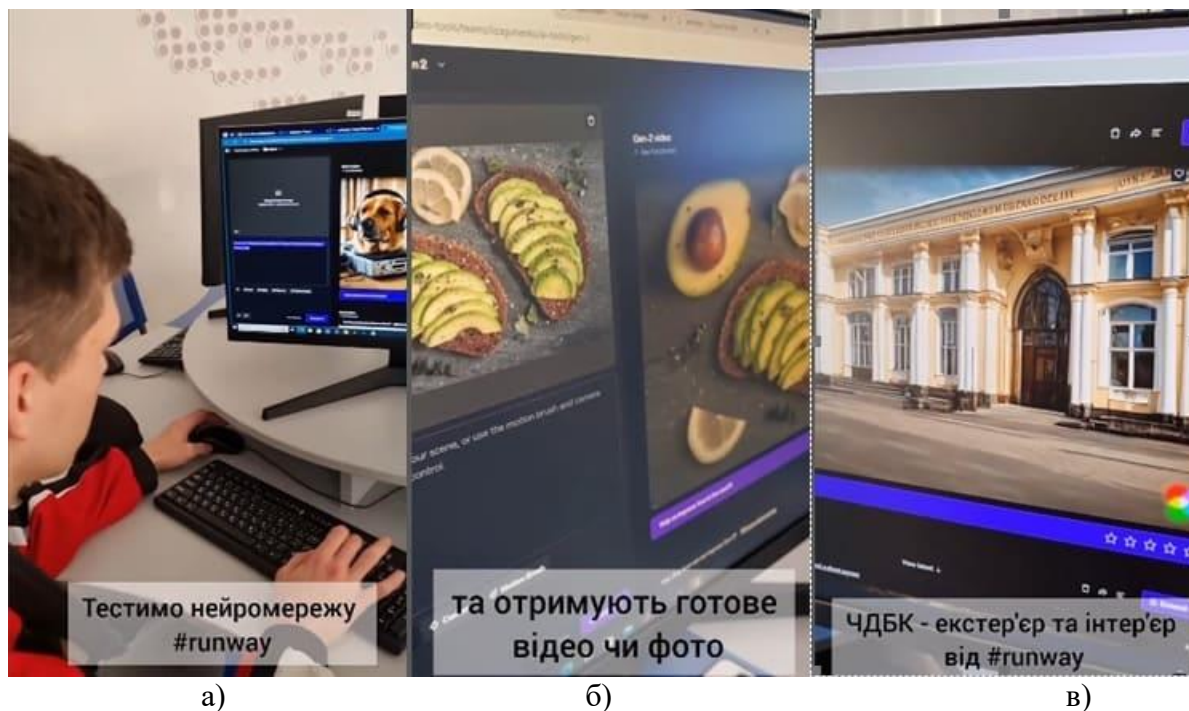


Рис. 11. Генерація зображень із використанням Runway: а) двох тварин-меломанів; б) закусок з авокадо для соціальної мережі черкаського кафе; в) екстер'єру Черкаського державного бізнес-коледжу



Рис. 12. Кінцевий продукт авторського коміксу з використанням Copilot

**Підтримка досліджень.** У цій функції використовували добірку інструментів для навчання академічного письма.

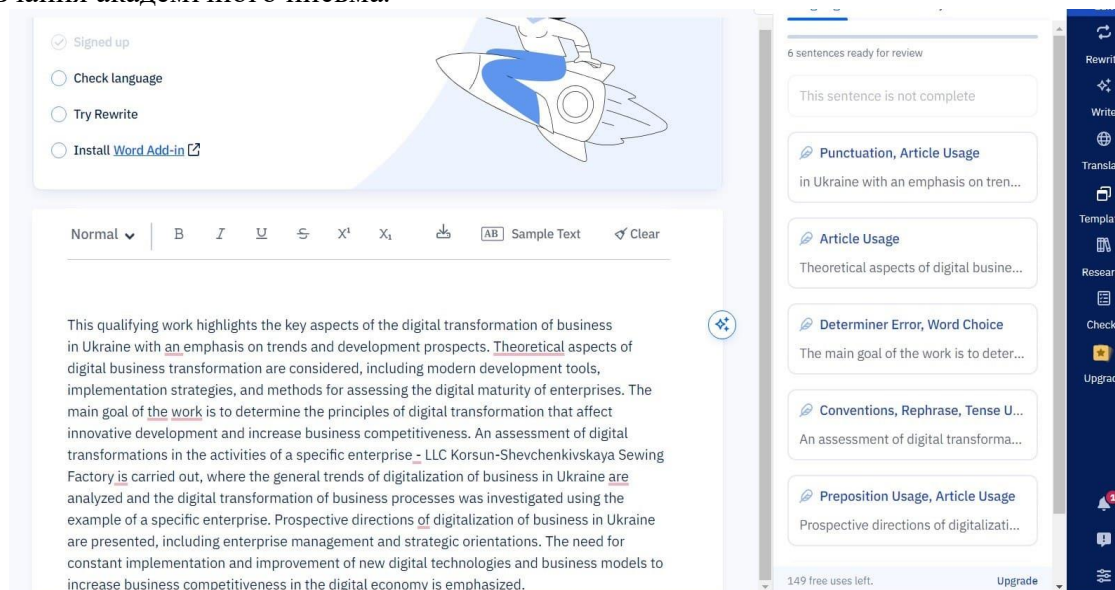


Рис. 13. Аналіз анотації кваліфікаційної роботи, згенерований Paperpal

У ході проведення експерименту були залучені різноманітні канали дифузії інновації для оприлюднення проміжних результатів та поширення досвіду з метою залучення педагогічних та науково-педагогічних працівників коледжу до інтеграції ШІ в інші освітні компоненти, а саме науково-практичний семінар «Сучасні цифрові технології у викладацькій діяльності: практичний досвід застосування» (08.06.2023), дискусія «Новітні освітні тренди – європейський досвід» (08.11.2023), підвищення кваліфікації науково-педагогічних і педагогічних працівників в онлайн курсі «Цифрові навички для освіти з Google» та Neo4j & LLM Fundamentals від GraphAcademy, англomовна дискусія «Як мотивувати студентів досягати успіху у вивченні англійської мови за допомогою штучного інтелекту» у межах співпраці з ClarkUniversity, США, (27.02.2024) воркшоп «Принципи та базові стратегії спілкування з генеративним штучним інтелектом» (20.03.2024), воркшоп «Аналіз даних та візуалізація. Використання спеціалізованих GPTs» (17.04.2024), відкрита лекція-воркшоп «Агенти Штучного Інтелекту» (15.05.2024). Дифузія інновацій здійснювалась не лише на рівні агентів-викладачів і дослідників, але й агентів-здобувачів освіти за допомогою студентського інноваційного форуму ЧДБК, де студенти представили результати тестування різноманітних інструментів та додатків ШІ в роботі маркетолога, а саме: ChatGPT, Midjourney, Canva, Sora, Logo Diffusion, Gemini, Craiyon, Heygen, Runway, Microsoft Copilot, а також дослідницьких проєктів з оприлюдненням доповідей і тез на конференціях.

## 5. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Вперше в дослідженні сформульовано визначення терміну «траєкторія інтеграції штучного інтелекту», що акцентує увагу на динамічному і еволюційному характері впровадження технологій ШІ у різні сфери життєдіяльності людини, зокрема й освіти. Запропонована в статті модель траєкторії інтеграції штучного інтелекту в освітнє середовище, компонентами якої є агенти, дерево прийняття рішень, технології, механізми, моніторинг оцінювання ефективності, канали дифузії та цілі впровадження

ШІ, може слугувати підґрунтям як для розробки стратегії закладу освіти, так і окремих змістових навчальних складових освітньої програми. Результати експериментальної перевірки моделі траєкторії інтеграції штучного інтелекту в освітнє середовище демонструють різноманіття механізмів використання штучного інтелекту в освітніх компонентах і емпіричним шляхом доводять її переваги у процесі формування осучасненої політики закладу освіти. Подальші розвідки вбачаємо у вивченні викликів використання штучного інтелекту і шляхів їх подолання, а також можливостей ШІ як персоналізованих навчальних агентів та використання ШІ для створення більш комплексних і точних методів оцінювання, які можуть оцінювати не лише знання учнів, а й навички їх мислення та творчі здібності.

## ПОДЯКА

Колектив співавторів щиро вдячний Matthew Webster, Senior ML Researcher, Mellowing Factory, Seoul, South Korea за співпрацю та реалізований проєкт «Глибинне навчання» для студентів коледжу та Сергію Заболотньому, доктору технічних наук, професору Черкаського державного бізнес-коледжу, фахівцю у сфері ШІ за поширення досвіду з використання ШІ в освітньому процесі, які надихнули на проведення дослідження та узагальнення його результатів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Artificial intelligence in education. UNESCO, 2022. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://www.unesco.org/en/digital-education/artificial-intelligence> Дата звернення: 31.03.2024.
- [2] F. Miao, W Holmes, R. Huang, and H. Zhang “AI and education: Guidance for policy-makers”. UNESCO. 2022. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709> Дата звернення: 05.09.2024.
- [3] W. Holmes, J. Persson, I-A. Chounta, B. Wasson, and V. Dimitrova “Artificial intelligence and education. A critical view through the lens of human rights, democracy and the rule of law” 2022. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://rm.coe.int/artificial-intelligence-and-education-a-critical-view-through-the-lens/1680a886bd> Дата звернення: 31.03.2024.
- [4] С. О’Бrien “8 Universities Leveraging AI to Drive Student Success”. *Digital Marketing Institute*. 2023. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://digitalmarketinginstitute.com/blog/8-universities-leveraging-ai-to-drive-student-success> Дата звернення: 05.09.2024.
- [5] AI Projects in Europe. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://howisaichangingsscience.eu/ai-projects-in-europe/> Дата звернення: 05.09.2024.
- [6] X. Fresquet “Boosting AI research and education: universities join forces to offer better programmes and courses”. *Digital skills & Jobs Platform*. 2022. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://digital-skills-jobs.europa.eu/en/latest/opinions/boosting-ai-research-and-education-universities-join-forces-offer-better-programmes> Дата звернення: 05.09.2024.
- [7] МОН і Мінцифра розробили проєкт рекомендацій із використання ШІ в школах. *Міністерство освіти і науки України*. 2024. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://mon.gov.ua/news/mon-i-mintsyfra-rozrobyly-proiekt-rekomendatsii-iz-vykorystannia-shi-v-shkolakh> Дата звернення: 03.09.2024.
- [8] С. Доценко, та Т. Собченко. “Імплементация штучного інтелекту в наукове середовище закладів вищої освіти України”. *Новий колежіум*. 2024. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://dspace.hnpu.edu.ua/items/afb6534f-f1ed-4cc4-9a86-6f9ee222a00b> doi: 10.34142/nc.2024.1.11 Дата звернення: 03.09.2024.
- [9] І. Драч, О. Петроє, О. Бородієнко, І. Регейло, О. Базелюк, Н. Базелюк, та О. Слободянюк “Використання штучного інтелекту у вищій освіті”. *Університети і лідерство*, № 15, с. 66–82. doi: <https://doi.org/10.31874/2520-6702-2023-15-66-82>
- [10] A. Yusuf, N. Pervin and M. Román-González. “Generative AI and the future of higher education: a threat to academic integrity or reformation? Evidence from multicultural perspectives”. *Int J Educ Technol High Educ*, vol. 21(1). 2024. doi: <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00453-6>

- [11] Bridging Educational Divide with Generative AI. *Computers and Education: Artificial Intelligence* [Електронний ресурс]. Доступно: <https://www.sciencedirect.com/journal/computers-and-education-artificial-intelligence/about/call-for-papers#bridging-educational-divide-with-generative-ai> Дата звернення: 25.08.2024.
- [12] O. O. Ayotunde, D. I. Jamil, and N. Cavus. “The impact of artificial intelligence in foreign language learning using learning management systems: A systematic literature review”, *Information Technologies and Learning Tools*, vol. 95 no. 3, pp. 215–228, 2023. doi: <https://doi.org/10.33407/itlt.v95i3.5233>.
- [13] R. Bell, and H. Bell. “Entrepreneurship education in the era of generative artificial intelligence”. *Entrep Educ* vol. 6, pp. 229–244, 2023. doi: <https://doi.org/10.1007/s41959-023-00099-x>
- [14] M. A. Chaudhry, and E. Kazim. “Artificial Intelligence in Education (AIED): A high-level academic and industry note 2021”, *AI and Ethics*, vol. 2(1), pp. 157–165, 2022. doi: <https://doi.org/10.1007/s43681-021-00074-z>.
- [15] K. Seo, J. Tang, I. Roll, S. Fels, and D. Yoon. “The impact of artificial intelligence on learner–instructor interaction in online learning”, *International journal of educational technology in higher education*, vol. 18, no. 54, pp. 1–23, 2021. doi: <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00292-9>.
- [16] Y. Gendron, J. Andrew, and C. Cooper. “The perils of artificial intelligence in academic publishing”, *Critical Perspectives on Accounting*, vol. 87, 2022. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cpa.2021.102411>.
- [17] M. Esplugas. “The use of artificial intelligence (AI) to enhance academic communication, education and research: a balanced approach”, *Journal of Hand Surgery (European Volume)*, vol. 48, no. 8, pp. 819–822, 2023. doi: <https://doi.org/10.1177/17531934231185746>.
- [18] M. Bearman, J. Ryan, and R. Ajjawi. “Discourses of artificial intelligence in higher education: A critical literature review”, *Higher Education*, vol. 86, no. 2, pp. 369–385. 2023. doi: <https://doi.org/10.1007/s10734-022-00937-2>.
- [19] S. Clark. “The Era of AI: End of Year AI Recap”, 2023. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://www.cmswire.com/digital-experience/the-era-of-ai-end-of-year-ai-recap/> Дата звернення: 01.04.2024.
- [20] Освіта переможців: Михайло Федоров та Оксен Лісовий презентували бачення трансформації системи освіти, *Міністерство цифрової трансформації України* [Електронний ресурс]. Доступно: <https://thedigital.gov.ua/news/osvita-peremozhstiv-mikhaylo-fedorov-ta-oksen-lisoviy-prezentuvali-bachennya-transformatsii-sistemi-osviti> Дата звернення: 22.04.2024.
- [21] М. Мар’єнко, та В. Коваленко. “Штучний інтелект та відкрита наука в освіті”, *Фізико-математична освіта*, № 38(1), с. 48–53, 2023. doi: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-007>.
- [22] В. Штенювич, та А. Білоус. “Вступ до Machine Learning: знайомство з моделями”. *DOU*, [Електронний ресурс]. Доступно: <https://dou.ua/lenta/articles/introduction-machine-learning-1/> Дата звернення: 22.04.2024.
- [23] AI vs. Machine Learning vs. Deep Learning vs. Neural Networks: What’s the difference? 2023, *IBM*, [Електронний ресурс]. Доступно: <https://www.ibm.com/blog/ai-vs-machine-learning-vs-deep-learning-vs-neural-networks/> Дата звернення: 31.03.2024.
- [24] [24] О. В. Григоров, Г. О. Аніщенко, В. В. Стрижак, Н. О. Петренко, О. В. Турчин, А. О. Окунь та О. Е. Пономарев. “Штучний інтелект. Машинне навчання”. *Автомобіль і Електроніка. Сучасні технології*, 2019, вип. 15, с. 17–27. doi: <https://doi.org/10.30977/VEIT.2019.15.0.17>.
- [25] W. J. Zhang, G.S. Yang, Y. Z. Lin, C. L. Ji, and M. M. Gupta. “On Definition of Deep Learning”. 2018. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000502340900043> Дата звернення: 31.03.2024.
- [26] G. Dosi. “Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change”. *Research policy*, vol. 11 no 3. 1982. pp. 147–162. doi: [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(82\)90016-6](https://doi.org/10.1016/0048-7333(82)90016-6)
- [27] Trajectory. *Dictionary*. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/trajectory> Дата звернення: 22.08.2024.
- [28] Ying Lin. “10 Artificial intelligence statistics you need to know in 2023 [Infographic]”, 17 Mar, 2023. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://www.oberlo.com/blog/artificial-intelligence-statistics> Дата звернення: 01.05.2024.
- [29] T. Lavergne. “10 Ways Teachers Can Incorporate AI in Their Classroom”, 15 Jun, 2023. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://gowinston.ai/10-ways-teachers-can-incorporate-ai-in-their-classroom/> Дата звернення: 11.04.2024.
- [30] X. Gu, and K. L. Blackmore. “A systematic review of agent-based modelling and simulation applications in the higher education domain”. *Higher Education Research & Development*, 2015. vol. 34 no 5, pp. 883–898. doi: <https://doi.org/10.1080/07294360.2015.1011088>

- [31] A. Kijek, and T. Kijek. "Modelling of innovation diffusion". *Operations Research & Decisions*, vol. 21, 2011. [Електронний ресурс]. Доступно: [https://www.researchgate.net/publication/267128805\\_Modelling\\_of\\_Innovation\\_Diffusion](https://www.researchgate.net/publication/267128805_Modelling_of_Innovation_Diffusion) Дата звернення: 21.08.2024.
- [32] 3 in 4 Job Seekers Who Used ChatGPT to Write Their Resume Got an Interview. *Resume Builder*. 13 Feb, 2023. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://www.resumebuilder.com/3-in-4-job-seekers-who-used-chatgpt-to-write-their-resume-got-an-interview/> Дата звернення: 25.04.2024.

*Матеріал надійшов до редакції 27.05.2024р.*

## MODELLING ARTIFICIAL INTELLIGENCE INTEGRATION INTO EDUCATIONAL ENVIRONMENT

### **Oleg Kuklin**

Doctor of Sciences (Economics), Professor, Acting Director  
Cherkasy State Business College, Cherkasy, Ukraine  
ORCID ID 0000-0001-6904-3496  
[kuklin\\_oleg@ukr.net](mailto:kuklin_oleg@ukr.net)

### **Iryna Ivanova**

PhD in Education, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Design and Socio-cultural Disciplines  
Cherkasy State Business College, Cherkasy, Ukraine  
ORCID ID 0000-0002-4769-3620  
[irivik@gmail.com](mailto:irivik@gmail.com)

### **Tetiana Borovyk**

Senior Lecturer at the Department of Economics, Management and Administration  
Cherkasy State Business College, Cherkasy, Ukraine  
ORCID ID 0000-003-2461-8342  
[boroviktm@ukr.net](mailto:boroviktm@ukr.net)

**Abstract.** Artificial intelligence is becoming the subject of special attention of researchers from various fields of knowledge, who express ambiguous views about it. Nevertheless, international organizations confidently promote AI, seeing it as innovative and having significant potential. This trend is observed in the educational sphere as well. The research is focused on the practical tasks of the educational sector aimed at personalized learning, lifelong education and the HyFlex model, the development of students' Meta skills and the creation of a motivational learning space. The term "trajectory of artificial intelligence integration into educational environment" is offered and defined as the way of systematic implementation of artificial intelligence technologies in the process of training students to provide transformation of the educational space in response to social, economic and technological changes. Decision-making method based on the goal tree and didactic modeling based on the principles of the agent-oriented educational model and the innovation diffusion model are used in the research. The teacher's algorithm for choosing the possibility and need to use artificial intelligence in the educational process is outlined. A model of the trajectory of artificial intelligence integration into the educational environment is created and its components are described, including agents, goal tree, technologies, mechanisms, performance evaluation monitoring, diffusion channels and AI integration goals. Exploratory and formative experiments were conducted to test the mechanisms presented in the model on the basis of Cherkasy State Business College. Recommendations for the use of each group of mechanisms are presented, namely AI teacher assistant, virtual tutor, individualized learning, useful experience tool, research support, and motivational resource. It is illustrated with practical examples of approbation that can be used in the educational process in any discipline. It is experimentally proven that the integration of AI into the educational system carries a significant potential for its modernization, contributing to the improvement of learning outcomes, expanding access to knowledge and research, optimizing the educational process and stimulating the motivation of all participants.

**Keywords:** artificial intelligence; educational environment; trajectory; integration; technology; mechanism of using artificial intelligence



**REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)**

- [1] Artificial intelligence in education. UNESCO, 2022. [Online]. Available: <https://www.unesco.org/en/digital-education/artificial-intelligence> Access date: 31.03.2024. (in English)
- [2] F. Miao, W Holmes, R. Huang, and H. Zhang “AI and education: Guidance for policy-makers”. UNESCO. 2022. [Online]. Available: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709> Access date: 05.09.2024. (in English)
- [3] W. Holmes, J. Persson, I-A. Chounta, B. Wasson, and V. Dimitrova. “Artificial intelligence and education. A critical view through the lens of human rights, democracy and the rule of law”. [Online]. Available: <https://rm.coe.int/artificial-intelligence-and-education-a-critical-view-through-the-lens/1680a886bd> Access date: 31.03.2024. (in English)
- [4] C. O’Brien “8 Universities Leveraging AI to Drive Student Success”. *Digital Marketing Institute*. 2023. [Online]. Available: <https://digitalmarketinginstitute.com/blog/8-universities-leveraging-ai-to-drive-student-success> Access date: 05.09.2024. (in English)
- [5] AI Projects in Europe. [Online]. Available: <https://howisaichangingscience.eu/ai-projects-in-europe/> Access date: 05.09.2024. (in English)
- [6] X. Fresquet, 2022. “Boosting AI research and education: universities join forces to offer better programmes and courses”. *Didgital skills & Jobs Platform*. [Online]. Available: <https://digital-skills-jobs.europa.eu/en/latest/opinions/boosting-ai-research-and-education-universities-join-forces-offer-better-programmes> Access date: 05.09.2024. (in English)
- [7] The Ministry of Education and Culture and the Ministry of Digitization have developed a draft of recommendations on the use of AI in schools. 2024. Ministry of Education and Science of Ukraine. [Online]. Available: <https://mon.gov.ua/news/mon-i-mintsyfra-rozrobyly-proiekt-rekomendatsii-iz-vykorystannia-shi-v-shkolakh> Access date: 03.09.2024. (in Ukrainian)
- [8] S. Dotsenko and T. Sobchenko “Implementation of artificial intelligence in the scientific environment of higher education institutions of Ukraine”. *New collegium*. [Online]. Available: <https://dspace.hnpu.edu.ua/items/afb6534f-f1ed-4cc4-9a86-6f9ee222a00b> doi:10.34142/nc.2024.1.11 Access date: 03.09.2024. (in Ukrainian)
- [9] I. Drach, O. Petroye, O. Borodiyenko, I. Reheilo, O. Bazeliuk, N. Bazeliuk, and O. Slobodianiuk “The Use of Artificial Intelligence in Higher Education”. *Universities and leadership*, № 15, c. 66–82. doi: <https://doi.org/10.31874/2520-6702-2023-15-66-82>. (in Ukrainian)
- [10] A. Yusuf, N. Pervin and M. Román-González. “Generative AI and the future of higher education: a threat to academic integrity or reformation? Evidence from multicultural perspectives”. *Int J Educ Technol High Educ*, Vol. 21(1). 2024. doi: <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00453-6> (in English)
- [11] Bridging Educational Divide with Generative AI. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/journal/computers-and-education-artificial-intelligence/about/call-for-papers#bridging-educational-divide-with-generative-ai> Access date: 25.08.2024. (in English)
- [12] O. O. Ayotunde, D. I. Jamil, and N. Cavus. “The impact of artificial intelligence in foreign language learning using learning management systems: A systematic literature review”, *Information Technologies and Learning Tools*, vol. 95 no. 3, pp. 215–228, 2023. doi: <https://doi.org/10.33407/itlt.v95i3.5233>. (in English)
- [13] R. Bell, and H. Bell. “Entrepreneurship education in the era of generative artificial intelligence”. *Entrep Educ* Vol. 6, p. 229–244, 2023. doi: <https://doi.org/10.1007/s41959-023-00099-x>. (in English)
- [14] M. A. Chaudhry, and E. Kazim. “Artificial Intelligence in Education (AIEd): A high-level academic and industry note 2021”, *AI and Ethics*, № 2(1), pp. 157–165, 2022. doi: <https://doi.org/10.1007/s43681-021-00074-z>. (in English)
- [15] K. Seo, J. Tang, I. Roll, S. Fels, and D. Yoon. “The impact of artificial intelligence on learner–instructor interaction in online learning”, *International journal of educational technology in higher education*, vol. 18, no. 54, pp. 1–23, 2021. doi: <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00292-9>. (in English)
- [16] Y. Gendron, J. Andrew, and C. Cooper. “The perils of artificial intelligence in academic publishing”, *Critical Perspectives on Accounting*, vol. 87, 2022. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cpa.2021.102411>. (in English)
- [17] M. Esplugas. “The use of artificial intelligence (AI) to enhance academic communication, education and research: a balanced approach”, *Journal of Hand Surgery (European Volume)*, vol. 48, no. 8, pp. 819–822, 2023. doi: <https://doi.org/10.1177/17531934231185746>. (in English)
- [18] M. Bearman, J. Ryan, and R. Ajjawi. “Discourses of artificial intelligence in higher education: A critical literature review”, *Higher Education*, vol. 86, no. 2, pp. 369–385. 2023. doi: <https://doi.org/10.1007/s10734-022-00937-2>. (in English)

- [19] S. Clark. “The Era of AI: End of Year AI Recap”. 2023. [Online]. Available: <https://www.cmswire.com/digital-experience/the-era-of-ai-end-of-year-ai-recap/> Access date: 01.04.2024. (in English)
- [20] Education winners: Mykhailo Fedorov and Oksen Lysovyi presented vision of transformation of education system, Ministry Digital transformation Ukraine. [Online]. Available: <https://thedigital.gov.ua/news/osvita-peremozhtsiv-mikhaylo-fedorov-ta-oksen-lisoviy-prezentuvali-bachennya-transformatsii-sistemi-osviti> Access date: 22.04.2024. (in Ukrainian)
- [21] M. Marienko, and V. Kovalenko. “Artificial Intelligence and open science in Education”, *Physical and Mathematical Education*, vol. 38, no. 1, pp. 48–53, 2023. doi: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-007>. (in Ukrainian)
- [22] V. Stepovich, and A. “Bilous. Introduction to Machine Learning: acquaintance with models”. [Online]. Available: <https://dou.ua/lenta/articles/introduction-machine-learning-1/> Access date: 31.03.2024. (in Ukrainian)
- [23] AI vs. Machine Learning vs. Deep Learning vs. Neural Networks: What’s the difference? 2023, IBM, [Online]. Available: <https://www.ibm.com/blog/ai-vs-machine-learning-vs-deep-learning-vs-neural-networks/> Access date: 31.03.2024. (in English)
- [24] O. V. Hryhorov, A. O. Anishchenko, V. V. Stryzhak, N. O. Petrenko, O. V. Turchyn, A. O. Okun ra O. E. Ponomarov. “Artificial intelligence. Machine learning”. *Vehicle and electronics. Innovative technologies*, 2019, vol. 15, pp. 17-27. doi: <https://doi.org/10.30977/VEIT.2019.15.0.17>.
- [25] W. J. Zhang, G.S. Yang, Y. Z. Lin, C. L. Ji, and M. M. Gupta. “On Definition of Deep Learning”. 2018. [Online]. Available: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000502340900043> Access date: 31.03.2024. (in English)
- [26] G. Dosi. “Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change”. *Research policy*, № 11(3). 1982. p. 147–162. doi: [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(82\)90016-6](https://doi.org/10.1016/0048-7333(82)90016-6) (in English)
- [27] Trajectory. *Dictionary*. [Online]. Available: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/trajectory> Access date: 22.04.2024. (in English)
- [28] Ying Lin. “10 Artificial intelligence statistics you need to know in 2023 [Infographic]”, 17 Mar, 2023. [Online]. Available: <https://www.oberlo.com/blog/artificial-intelligence-statistics> Access date: 01.05.2024. (in English)
- [29] T. Lavergne. “10 Ways Teachers Can Incorporate AI in Their Classroom”, 15 Jun, 2023. [Online]. Available: <https://gowinston.ai/10-ways-teachers-can-incorporate-ai-in-their-classroom/> Access date: 11.04.2024. (in English)
- [30] X. Gu, and K. L. Blackmore. “A systematic review of agent-based modelling and simulation applications in the higher education domain”. *Higher Education Research & Development*, 2015. № 34(5), p. 883–898. doi: <https://doi.org/10.1080/07294360.2015.1011088> (in English)
- [31] A. Kijek, and T. Kijek. “Modelling of innovation diffusion”. *Operations Research & Decisions*, vol. 21, 2011, [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/267128805\\_Modelling\\_of\\_Innovation\\_Diffusion](https://www.researchgate.net/publication/267128805_Modelling_of_Innovation_Diffusion). Access date: 22.08.2024. (in English)
- [32] 3 in 4 Job Seekers Who Used ChatGPT to Write Their Resume Got an Interview. Resume Builder. 13 Feb, 2023. [Online]. Available: <https://www.resumebuilder.com/3-in-4-job-seekers-who-used-chatgpt-to-write-their-resume-got-an-interview/> Access date: 25.04.2024. (in English)

