

Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка

Фізико-математичний факультет

Кафедра математики, фізики та методик їх навчання

Крамський Віталій Олександрович

**ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ
В НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ**

Спеціальність: 014 Середня освіта (Математика)

Галузь знань: 01 Освіта/Педагогіка

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра

Науковий керівник:

_____ М. Г. Друшляк ,
доктор педагогічних наук, професор,
професор кафедри математики,
фізики та методик їх навчання

« ____ » _____ 2025 року

Виконавець:

_____ В. О. Крамський
студент групи М-6

« ____ » _____ 2025 року

Суми 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ	7
1.1. Феномен штучного інтелекту	7
1.2. Історія імплементації штучного інтелекту в освітній процес	17
1.3. Етика використання штучного інтелекту в освітньому процесі в контексті дотримання засад академічної доброчесності	21
РОЗДІЛ 2. ШЛЯХИ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ	31
2.1. Аналіз застосунків штучного інтелекту в контексті навчання математики ..	31
2.2. Шляхи використання засобів штучного інтелекту в навчанні математики ..	42
2.3. ChatGPT як засіб розвитку критичного мислення учнів	48
2.4. Використання засобів штучного інтелекту для урізноманітнення навчального матеріалу	53
2.5. Використання штучного інтелекту для створення засобів контролю знань учнів	68
ВИСНОВКИ	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	80

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасних умовах цифрової трансформації суспільства зростають вимоги до інформаційно-цифрової грамотності як здобувачів освіти, так і вчителів закладів загальної середньої освіти, про що зазначено у Державному стандарті базової середньої освіти (2020 р.), Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні (2021 р.), а також у Стратегії розвитку цифрових компетентностей громадян України. Одним з показників високого рівня розвитку такої грамотності є вміння використовувати системи штучного інтелекту (ШІ) в освітньому процесі, оскільки упровадження штучного інтелекту в навчання математики відкриває нові можливості для підвищення якості освіти, забезпечення адаптивності, персоналізації та індивідуалізації навчання учнів.

Попри стрімкий розвиток цифрових технологій, нормативна регуляція та методична підтримка процесу впровадження ШІ в освітнє середовище закладів освіти залишається недостатньо розробленими, особливо в частині математичної освіти. За результатами досліджень UNESCO (2023 р.) лише 22% шкіл країн ЄС використовують елементи штучного інтелекту для організації освітнього процесу, а в Україні такі приклади є поодинокими. Відсутність апробованих методик інтеграції ШІ у навчання математики, побоювання щодо можливої втрати ролі вчителя, проблеми етичного використання ШІ в учнівській роботі та відсутність алгоритмів педагогічного супроводу таких технологій потребують системного наукового аналізу і вирішення та підтверджують актуальність теми кваліфікаційного дослідження **«Використання штучного інтелекту в навчанні математики»**.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням можливостей ШІ в освітньому процесі займалися як зарубіжні, так і українські вчені. Так, У працях С. В. Філіпенка, О. В. Думанського та О. В. Козака [59] проаналізовано сучасні виклики щодо дотримання принципів академічної доброчесності при використанні ШІ в освітньому середовищі України. І. О. Мамаєв [52] акцентує

увагу на правових аспектах використання ШІ та ризиках академічного плагіату при застосуванні генеративних моделей (ChatGPT, Copilot тощо).

Разом із тим, системних методичних розробок щодо інтеграції інструментів ШІ у навчання математики у закладах загальної середньої освіти, які враховували б як педагогічні, так і етичні вимоги, в українській педагогічній літературі поки що недостатньо, що і визначає наукову новизну даного дослідження.

Мета дослідження – дослідити особливості ефективної інтеграції інструментів штучного інтелекту в навчання математики в закладах загальної середньої освіти.

Згідно з метою дослідження було визначено такі **завдання**:

- 1) проаналізувати теоретичні основи використання ШІ в освітньому процесі;
- 2) визначити стан та особливості впровадження ШІ у навчання математики в Україні та світі;
- 3) виявити основні проблеми та ризики застосування ШІ в навчанні математики;
- 4) дослідити шляхи імплементації засобів штучного інтелекту в навчання математики;
- 5) розробити методичні рекомендації для педагогів щодо впровадження ШІ в освітній процес на уроках математики.

Об'єкт дослідження – процес навчання математики у закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження – методичні особливості застосування штучного інтелекту в навчанні математики.

Для досягнення мети та розв'язання поставлених завдань використано наступні **методи**:

теоретичні: аналіз психолого-педагогічної, методичної та наукової літератури з метою з'ясування сучасного стану розробленості проблеми

застосування штучного інтелекту в навчанні математики; систематизація й узагальнення наукових підходів для визначення можливостей і напрямів упровадження ШІ у математичну освіту; моделювання методичних рішень, що ґрунтуються на використанні інструментів штучного інтелекту;

емпіричні: цілеспрямоване спостереження за навчальним процесом на уроках математики в старшій школі під час проходження педагогічної практики, аналіз і узагальнення педагогічного досвіду з метою перевірки та підтвердження ефективності застосування інструментів штучного інтелекту у навчанні математики.

Практичне значення дослідження. Розробка методичних рекомендацій, які можуть бути використані вчителями математики для підвищення ефективності навчального процесу, сприяють формуванню цифрових та математичних компетентностей учнів відповідно до вимог сучасних освітніх стандартів.

Апробація результатів та публікації. Основні положення і висновки дослідження висвітлено у тезах доповідей «Використання штучного інтелекту в навчанні математики» на Студентській звітній конференції (м. Суми, 2025 р.) [50] та статті «Штучний інтелект як інструмент оптимізації викладання математики в ЗЗСО» у Збірник праць студентів фізико-математичного факультету СумДПУ імені А. С. Макаренка (2025 р.) [49].

Структура та обсяг роботи

Магістерська робота складається зі вступу, двох розділів, висновків та списку використаних джерел.

У вступі розкрито актуальність теми, визначено мету, завдання, об'єкт, предмет та методи дослідження.

У першому розділі «Теоретичні засади використання штучного інтелекту в освітньому процесі» розкрито теоретичні засади використання штучного інтелекту в освітньому процесі, зокрема проаналізовано наукові підходи,

уточнено зміст ключових понять та окреслено можливості застосування ШІ у навчанні математики.

У другому розділі «Шляхи використання штучного інтелекту в навчанні математики» здійснено аналіз застосунків штучного інтелекту в навчанні математики, розглянуто можливості використання ChatGPT для розвитку критичного мислення учнів, а також окреслено шляхи урізноманітнення навчального матеріалу за допомогою інструментів ШІ.

Загальний обсяг магістерської роботи - 88 сторінок. Список використаних джерел включає 62 найменування. У тексті міститься 12 рисунків та 2 таблиці.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

1.1. Феномен штучного інтелекту

В Україні, як і в усьому світі, спостерігається підвищений інтерес до використання штучного інтелекту (далі – ШІ). Ця технологія стрімко проникає в усі сфери життя, і освіта не є винятком. Науковці та методисти активно досліджують різні аспекти застосування ШІ в освітньому процесі, а уряд України цілеспрямовано працює над впровадженням інтелектуальних інформаційних технологій, зокрема ШІ, у сферу освіти. Отже, проблема розвитку та інтеграції ШІ є актуальною та заслуговує на особливу увагу в освітньо-науковому просторі країни. Варто також відзначити, що штучний інтелект є одним із ключових інструментів цифрової трансформації освіти.

З поступовим удосконаленням технологій штучного інтелекту та розширенням сфер його застосування в різних галузях людської діяльності відбувається зміна уявлень про його значення для розвитку суспільства. Вважається, що штучний інтелект:

- відіграє ключову роль у досягненні Цілей сталого розвитку, завдяки активному впровадженню напрацювань «четвертої промислової революції» та масштабній цифровій трансформації;

- має значний потенціал у вирішенні важливих соціальних проблем, зокрема у боротьбі з бідністю, покращенні системи освіти, розвитку охорони здоров'я, викоріненні захворювань та подоланні глобальних викликів сталого розвитку;

- суттєво впливає на повсякденне життя та професійну діяльність людей, що створює серйозні виклики для економічної, соціальної та освітньої сфер [29].

Таким чином, технології штучного інтелекту сприймаються як надзвичайно ефективний інструмент для розв'язання численних проблем, що наразі є актуальними для розвитку світової цивілізації.

Тенденції розвитку та впровадження штучного інтелекту чітко демонструють, що в перспективі його застосування охопить усі сфери людської діяльності, де спостерігається низький рівень ефективності, зумовлений природними обмеженнями когнітивних можливостей людини. У випадках, коли такі обмеження мають системний характер і суттєво впливають на ефективність виконання певних соціальних або виробничих функцій, постає питання про доцільність повної заміни людської діяльності технологіями штучного інтелекту. Яскравим підтвердженням ефективності такої заміни є застосування ШІ в системах та комплексах Інтернету речей [35]. Це питання набуває особливої важливості в умовах необхідності реалізації заходів, спрямованих на подолання деградаційних процесів у цивілізації.

Формулюючи місію штучного інтелекту, варто звернути увагу на наступну думку: «Настав час припинити сліпо кидатися в цифрове майбутнє і почати приймати кращі, більш обдумані рішення про те, коли і навіщо використовувати технології» [35]. Важливо враховувати наявність цивілізаційних когнітивних суперечностей людства [39], які ускладнюють прийняття якісних (оптимальних) рішень. Отже, основна місія штучного інтелекту полягає у заміщенні неефективної інтелектуальної діяльності людини в межах визначеного спектра завдань. Місія штучного інтелекту – це створення умов для суттєвого підвищення ефективності всієї соціальної та виробничої діяльності суспільства шляхом усунення негативного впливу людського фактора на процес прийняття якісних (оптимальних) рішень.

Щодо мети впровадження штучного інтелекту, варто звернути увагу на висновок, що останні роки характеризуються ускладненням умов здійснення людської діяльності [6]. Це стосується автономного транспорту (літальних

апаратів, кораблів, автомобілів), широкого спектра промислових, медичних, будівельних, освітніх, професійних і побутових роботів, а також роботів військового та спеціального призначення [34].

Переважає більшість поглядів щодо призначення штучного інтелекту зводиться до такого:

- алгоритми машинного навчання можуть формувати оптимальні рішення, враховуючи широкий спектр чинників для найкращого визначення територій, які мають бути включені до природоохоронних мереж [4];

- забезпечення «здатності системи коректно аналізувати зовнішні дані, засвоювати інформацію на їх основі та застосовувати отримані знання для досягнення конкретних цілей і виконання завдань завдяки гнучкому налаштуванню»;

- алгоритми машинного навчання здатні значно покращити якість ухвалюваних рішень і сприяти більшій неупередженості [26];

- розвиток технологій машинного навчання у сфері штучного інтелекту відкриває можливості для створення досконаліших інструментів і методів, що допоможуть вирішувати найактуальніші глобальні проблеми та забезпечувати позитивні соціальні зміни відповідно до встановлених пріоритетів [33].

Таким чином, необхідність використання штучного інтелекту переважно пояснюється потребою ухвалення рішень без помилок, які часто виникають через наявні цивілізаційні когнітивні суперечності людства [39].

Однак серйозною перешкодою для впровадження такого підходу в усі сфери соціальної активності людства залишається невизначеність у трактуванні поняття «штучний інтелект». Штучний інтелект – це наукова галузь, що займається постановкою та розв’язанням завдань, пов’язаних із апаратним або програмним відтворенням видів людської діяльності, які традиційно вважаються інтелектуальними. Прикладами його застосування є як комп’ютерні програми для гри в шахи, так і автономні роботизовані системи. Водночас, на сучасному

етапі розвитку ці технології мають значний вплив на функціонування суспільства загалом. До основних інтелектуальних завдань, що вирішуються за допомогою ШІ, належать: розпізнавання образів, аналіз ситуацій, логічне мислення, сприйняття нової інформації, навчання та самонавчання, а також планування цілеспрямованих дій [56].

Основні засади функціонування штучного інтелекту полягають у збиранні та обробці величезних масивів інформації, застосуванні алгоритмів машинного навчання та нейронних мереж, а також використанні експертних систем. Процес збору та аналізу даних є ключовим етапом у діяльності ШІ, оскільки саме він забезпечує отримання необхідної інформації для подальшого ухвалення рішень. Алгоритми машинного навчання надають ШІ можливість «навчатися» на основі накопичених відомостей, формувати прогнози та пропонувати рекомендації. Нейронні мережі, що ґрунтуються на принципах функціонування людського мозку, допомагають штучному інтелекту обробляти складну інформацію, розпізнавати образи, мовлення та інші типи даних.

Наведемо приклади найбільш популярних систем штучного інтелекту, включаючи:

Штучні нейронні мережі (Artificial Neural Networks) побудовані за аналогією з людським мозком і застосовуються для аналізу даних та розпізнавання образів у таких сферах, як фінанси, медицина та маркетинг [38].

Обробка природної мови (Natural Language Processing, NLP) – напрямок ШІ, що забезпечує взаємодію між людиною та комп'ютером через природну мову. Ця технологія широко використовується у голосових помічниках, аналізі емоційного забарвлення текстів та чат-ботах, таких як ChatGPT.

Комп'ютерний зір (Computer Vision) дає змогу комп'ютерам аналізувати та інтерпретувати візуальну інформацію, включаючи зображення та відео. Ця технологія активно застосовується в автономних транспортних засобах, системах розпізнавання обличчя та виявленні об'єктів [13].

Робототехніка (Robotics) займається розробкою, створенням і використанням роботів для виконання різних завдань. Роботи, оснащені штучним інтелектом, активно використовуються у промисловому виробництві, медицині та сфері обслуговування [23].

Експертні системи (Expert Systems) – це програмні системи, що імітують процес ухвалення рішень людиною та застосовуються у складних ситуаціях, які потребують експертних знань. Вони знайшли широке застосування в медицині, юриспруденції та інженерії.

Ці приклади демонструють різноманітність систем штучного інтелекту, кожна з яких має свої специфічні особливості та відіграє важливу роль у розвитку сучасних технологій.

Можна виділити два основні типи штучного інтелекту: той, що базується на правилах, і той, що використовує машинне навчання.

Штучний інтелект, заснований на правилах, працює за заздалегідь визначеними алгоритмами прийняття рішень, що дозволяє йому формувати рекомендації або пропонувати рішення певного завдання. Наприклад, інтелектуальні репетиторські системи, які здатні надавати навчальний матеріал і надавати конкретний зворотний зв'язок для учнів.

Штучний інтелект, що базується на машинному навчанні, має значно вищий потенціал, оскільки комп'ютерні системи можуть самостійно навчатися та вдосконалювати свої можливості з часом, особливо при роботі з великими багаторівневими наборами даних.

У сфері освіти такі інструменти ШІ можуть виконувати широкий спектр завдань, зокрема відстеження активності здобувачів освіти та створення моделей, які з високою точністю прогнозують їхню поведінку та результати навчання.

Інтерес дослідників до феномена штучного інтелекту в освіті та науці залишається стабільним. Значна кількість науково-методичних праць присвячена саме ШІ, проте єдиний підхід до розуміння цього поняття в дослідницькому

процесі, пов'язаному з інформаційно-аналітичним супроводом освіти, досі вивчений недостатньо.

В Україні активно розвивають штучний інтелект, зокрема в освіті. У 2020 році ухвалили Концепцію розвитку ІІІ, яка визначає його як систему інформаційних технологій, здатну виконувати складні завдання за допомогою наукових методів і алгоритмів обробки інформації. [43].

Одним із ключових завдань сучасної освіти в контексті розвитку технологій штучного інтелекту є підготовка висококваліфікованих спеціалістів для забезпечення потреб цієї галузі. Аналіз тенденцій ринку праці демонструє нагальну необхідність у посиленні якості підготовки конкурентоспроможних фахівців, здатних ефективно працювати з технологіями штучного інтелекту.

Для реалізації завдань, передбачених Концепцією розвитку ІІІ у сфері освіти, необхідно втілити низку ініціатив (рис. 1.1) [43].

Сфера загальної середньої освіти

- оновлення навчально-методичного забезпечення з урахуванням цифрових інновацій;
- організація курсів підвищення кваліфікації для вчителів з основ роботи з даними та технологій штучного інтелекту;
- розширення цифрової компетентності серед учнів (навички використання онлайн-інструментів для вирішення прикладних завдань, безпечний пошук інформації, захист особистих даних, цифрова етика, медіаграмотність тощо).

Сфера вищої освіти

- створення та впровадження спеціалізованих освітніх програм зі штучного інтелекту в межах галузі «Інформаційні технології»;
- інтеграція ІІІ-компонентів до програм інших спеціальностей, розробка міждисциплінарних освітніх рішень, у тому числі міжнародних магістерських і докторських програм;
- залучення представників ІТ-індустрії до формування профілів компетентностей, співавторства освітніх програм та проведення атестацій;
- включення провідних онлайн-курсів з тематики ІІІ до навчального процесу;
- організація стажувань для викладачів ІТ-дисциплін у компаніях, установах та організаціях, які займаються ІІІ-технологіями;
- розвиток міжнародної співпраці через спільні освітні ініціативи, програми подвійних дипломів та академічні обміни.

Сфера підвищення кваліфікації та перекваліфікації

- створення професійних програм навчання для дорослих у сфері ІІІ, з можливістю фінансової підтримки (стипендії), зокрема для вразливих категорій населення - осіб з інвалідністю, ВПО тощо;
- забезпечення належного соціального супроводу фахівців, які здобувають нові компетенції у сфері ІІІ;
- реалізація всеукраїнської просвітницької кампанії щодо базових понять, потенційних ризиків і викликів, пов'язаних із розвитком та використанням штучного інтелекту в Україні.

Рис.1.1. Ініціативи, передбачені Концепцією розвитку ІІІ у сфері освіти

ІІІ може створювати й використовувати власні бази знань, моделі прийняття рішень і алгоритми роботи з інформацією, обираючи оптимальні способи досягнення цілей. У сфері освіти його можна розглядати як комп'ютерну систему, здатну виконувати завдання, що зазвичай робить людина: навчатися, адаптуватися, аналізувати, самостійно коригуватися та використовувати дані для розв'язання складних задач.

У 2021 році урядом було затверджено план реалізації цієї Концепції на 2021-2024 роки [42]. Відповідно до неї, освіта та наука визначені як пріоритетні напрями, у яких здійснюється реалізація державної політики щодо розвитку сфери штучного інтелекту.

На основі Концепції була розроблена Національна стратегія розвитку штучного інтелекту в Україні на 2021-2030 [55], яка передбачає консолідацію зусиль науковців, що займаються дослідженням штучного інтелекту. Ця Стратегія є наступним етапом у реалізації планів щодо впровадження напрацьованих рішень, спрямованих на визначення проривних технологій, оцінку наукового потенціалу та пошук джерел фінансування. Національна стратегія розвитку штучного інтелекту в Україні передбачає послідовне формування ключових напрямів ІІІ як окремих наукових дисциплін. Серед таких напрямів – теорія нечітких множин і логіки, штучні нейронні мережі, комбіновані нейронечіткі та нечітко-нейронні структури, а також біологічно натхненні алгоритми оптимізації (зокрема, еволюційні, мультиагентні, а також ті, що моделюють фізичні чи інші природні процеси). Окрему увагу приділено машинному навчанню, біоінформатиці та суміжним галузям.

Важливою складовою стратегії є інтеграція технологій штучного інтелекту в інші наукові й освітні напрямки, зокрема, з метою вдосконалення організації навчального процесу та побудови індивідуальних освітніх траєкторій на основі здібностей та потреб здобувачів освіти. Заплановано активне стимулювання міждисциплінарних досліджень на стику ІІІ з іншими науками.

Крім того, передбачається запровадження курсів із вивчення штучного інтелекту на всіх етапах освітньої системи. Одночасно буде розширено та упорядковано мережу навчальних центрів, покликаних забезпечити підготовку висококваліфікованих спеціалістів у галузі штучного інтелекту для потреб української економіки та науки.

Передбачається формування трансдисциплінарних кластерів, спрямованих на проведення моніторингових досліджень щодо пізнавального та інтелектуального розвитку здобувачів освіти. Також ці кластери оцінюватимуть відповідність навчальних програм і змісту навчально-методичних матеріалів актуальним викликам науково-технічного прогресу, а також рівень якості викладання базових наукових дисциплін.

У межах цієї стратегії планується інтеграція інтелектуальних освітніх платформ, що реалізують принципи трансдисциплінарного підходу. Йдеться про організацію навчального процесу як цілісного дослідження світу, заснованого на поєднанні різних наукових систем знань та описів образу світу, які взаємодіють у межах спільної освітньої мети. Такий підхід забезпечить умови для глибшого змістовного наповнення освіти, яка розглядається як безперервний процес розвитку індивідуальних якостей і компетентностей особистості.

Ключову роль у цьому відіграватиме спеціально організована навчально-дослідницька діяльність, що стане підґрунтям для формування здатності до самостійного мислення, аналітики та міжпредметної інтеграції знань.

Пріоритетним напрямом стане розвиток ключових цифрових компетентностей, зокрема, уміння здійснювати аналіз даних із використанням відповідного програмного забезпечення; засвоєння основ програмування; оволодіння навичками створення, проєктування та технічного обслуговування цифрових рішень і технологій; формування знань і практичних умінь, необхідних для моделювання процесів, взаємодії з роботизованими системами та забезпечення ефективної комунікації між людиною й інтелектуальними

агентами; володіння загальними навичками користування сучасною комп'ютерною технікою; здатність до обробки, аналізу та інтерпретації складної інформації; вміння вирішувати проблеми в умовах командної співпраці, що реалізується за допомогою цифрових інструментів, у тому числі в міжкультурному або дистанційному форматі [61].

Дослідники відзначають, що впровадження штучного інтелекту в освітній процес дозволяє педагогам працювати з учнями без обмежень за географією та формує новий образ «сучасного вчителя». Такий педагог стає більш привабливим для учнів, адже він на «одній хвили» з підростаючим поколінням і може стимулювати їх до саморозвитку, самовдосконалення та освоєння нових знань. Однак науковці також зауважують, що надмірне покладання на ШІ в освіті може зменшити значення виховної складової навчання, оскільки технології не здатні повністю замінити роль учителя у формуванні цінностей та соціальних навичок учнів.

У навчальному процесі з підтримкою ШІ використовують різні типи інтелектуальних систем, зокрема експертні, мультиагентні та адаптивні платформи, а також бази знань на основі онтологій. Окрім цього, все частіше застосовують голосових помічників і чат-ботів для полегшення взаємодії та навчання учнів.

Дослідники відзначають, що використання ШІ у навчанні дає низку переваг: дозволяє організувати індивідуальне навчання, підвищує доступність освіти, забезпечує персоналізовану обробку даних, а також автоматизує оцінювання завдань і тестів. Це дає педагогам змогу працювати ефективніше та економити час.

Незважаючи на переваги ШІ, його використання має певні недоліки: він може бути упередженим, якщо працює з некоректними даними; не замінює живе спілкування між учителем і учнем, що важливо для розвитку соціальних навичок; знижує виховний вплив освіти; може обмежувати розвиток критичного мислення

та самостійності учнів; а також створює нерівність через обмежений доступ до інтернету та технологій.

Зрозуміло, що інтеграція штучного інтелекту в освіту – це невідворотний процес. Щоб зрозуміти його логіку, звернемося до проблеми історії впровадження штучного інтелекту в освітню сферу.

1.2. Історія імплементації штучного інтелекту в освітній процес

В Україні триває освітня реформа, основною метою якої є створення інноваційного середовища, що сприятиме розвитку ключових компетентностей учнів і студентів, необхідних для успішної адаптації у сучасному світі. Крім того, ця реформа надасть науковцям доступ до ресурсів та можливостей для проведення досліджень, які сприятимуть соціально-економічному та інноваційному розвитку країни [44].

Цифрова трансформація освіти [54] виступає ключовим механізмом реформи, перший етап якої передбачає впровадження сучасних технологій в освітній процес, зокрема, і технологій штучного інтелекту. Впровадження штучного інтелекту в навчальний процес має значний потенціал для підвищення ефективності навчання та персоналізації освітнього підходу. Виокремимо основні можливості та перспективи його застосування.

– *Персоналізація навчального процесу.* Технології штучного інтелекту дають змогу створювати індивідуальні навчальні траєкторії, які враховують рівень підготовки учня, його стиль та темп навчання. Навчальні програми такого типу можуть автоматично адаптуватися, тобто надавати додаткові завдання для тих, хто швидко засвоює матеріал, або ж пропонувати більше підтримки тим, хто потребує додаткового часу та ресурсів.

– *Автоматизація оцінювання знань.* Алгоритми штучного інтелекту можуть виконувати оцінювання знань учнів та студентів, що дозволяє скоротити час перевірки та зменшити ймовірність помилок.

– *Аналіз поведінки на дистанційних платформах.* Штучний інтелект здатний аналізувати активність учнів на платформах онлайн-навчання, що сприяє підвищенню ефективності навчання та індивідуальній підтримці. Цьому сприяє і миттєвий зворотний зв'язок, оскільки системи штучного інтелекту здатні оперативно аналізувати помилки учнів, що дає можливість негайно коригувати свої дії та виправляти неточності, підвищуючи ефективність навчального процесу.

– *Використання в інформаційних системах.* Технології штучного інтелекту допомагають автоматизувати збір і обробку даних, забезпечуючи швидкий та точний доступ до необхідної інформації.

– *Формування критичного мислення.* Використання штучного інтелекту сприяє розвитку аналітичних навичок і критичного мислення шляхом обробки та аналізу інформації.

– *Аналітика та прогнозування успішності.* Системи ШІ можуть обробляти великі обсяги даних, надаючи педагогам аналітичну інформацію щодо навчального процесу. Це допомагає виявляти освітні тенденції та розробляти ефективні стратегії для підвищення якості навчання.

– *Створення навчальних матеріалів.* Інтелектуальні технології сприяють розробці динамічних та захопливих навчальних матеріалів, що підвищують рівень зацікавленості учнів і сприяють кращому засвоєнню знань.

– *Мотивація до навчання.* Інтеграція гейміфікації, віртуальних нагород і конкурсів на основі ШІ може підвищувати мотивацію учнів. Такі системи здатні створювати персоналізовані мотиваційні стратегії, враховуючи індивідуальні інтереси та потреби кожного школяра.

Таким чином, впровадження штучного інтелекту в освіту відкриває нові можливості для підвищення якості навчання, покращення комунікації між учнями та викладачами, а також забезпечення більш гнучкого та ефективного освітнього середовища.

Ідея використовувати штучний інтелект в освітній сфері зародилася ще у другій половині XX століття. Перші автоматизовані навчальні програми були спрямовані на обробку студентських даних та розробку елементарних навчальних моделей. Згодом розвиток штучного інтелекту в освіті набув глобального масштабу, сприяючи персоналізації навчання, цифровізації освітнього процесу та вдосконаленню методик викладання. Впровадження ШІ у навчальні системи дозволяє створювати адаптивні платформи, що підлаштовуються під індивідуальні потреби учнів, їх рівень знань, інтереси і потреби, аналізують їхню поведінку та прогнозують успішність. Віртуальні асистенти, зокрема чат-боти та голосові помічники, допомагають учням у реальному часі, відповідають на їхні запитання та пояснюють складні теми.

Зауважимо, що штучний інтелект може застосовуватися як самостійний інструмент або бути інтегрованим у різні освітні платформи. Його використання також сприяє самовдосконаленню, розширенню доступу до знань, персоналізованому та комплексному навчанню. Окрім того, він дозволяє зменшити навантаження на викладачів, що сприяє ефективнішому виконанню основних освітніх завдань [10].

На думку Р. С. Гуревича, використання ШІ в освіті призвело до того, що «викладач стає координатором. Він більше не інформує, а виступає як технолог. Цей напрямок наразі швидко розвивається, базуючись на сучасних інформаційних технологіях ШІ, що використовуються для створення розподілених баз даних і знань, а також для розподіленого штучного інтелекту» [41].

Штучний інтелект відіграє важливу роль в освіті, сприяючи підтримці як учителів, так і учнів, роблячи навчальний процес більш доступним, захопливим і результативним. Інтеграція технологій відкриває можливості для персоналізованого навчання, що адаптується до індивідуальних потреб кожного учня. Гнучкість освітнього процесу дозволяє кожному учневі навчатися у

власному темпі та відповідно до своїх інтересів. Таким чином, застосування штучного інтелекту в освіті створює широкі перспективи для інновацій та вдосконалення навчання, водночас підкреслюючи унікальну роль учителя у формуванні якісної та глибокої освіти.

Таким чином, хоча штучний інтелект значно сприяє вдосконаленню освіти. Вчитель залишається незамінним посередником, який сприяє розвитку інтелекту, характеру та етичних цінностей учнів. Усі технологічні вдосконалення мають підпорядковуватися головній меті — забезпеченню якісної освіти для кожного учня. Припинити розвиток штучного інтелекту неможливо, але найважливішим завданням є забезпечення надійного контролю над його функціонуванням. Для цього, на думку В. Грицишин, необхідно проводити глибокі дослідження, мінімізувати потенційні ризики та гарантувати, що ІІІ працюватиме відповідно до закладених алгоритмів, уникаючи збоїв та непередбачуваних наслідків.

Використання штучного інтелекту в освіті має свої слабкі сторони, які необхідно враховувати при його впровадженні. Однією з головних проблем є недостатньо глибоке розуміння матеріалу здобувачами освіти, оскільки вони можуть покладатися на ІІІ без критичного аналізу отриманої інформації. Це також створює труднощі в оцінюванні якості відповідей, адже алгоритми можуть надавати некоректні або поверхневі відповіді, що ускладнює їхню перевірку [10].

Крім того, існує ризик упередженості та дискримінації, оскільки алгоритми можуть містити певні стереотипи, що впливають на об'єктивність результатів. Ще однією важливою проблемою є брак мисленнєвих умінь вищого рівня, адже використання ІІІ може знижувати розвиток критичного та аналітичного мислення, навички самостійного аналізу та інтелектуальної праці у студентів, спрощуючи процес отримання знань, але не стимулюючи їхнє осмислення. Крім цього, передача людських завдань машинам, зокрема написання текстів, може знизити творчий потенціал студентів і сприяти залежності від технологій.

Ще одним викликом є неврахування специфіки освітніх галузей, адже різні дисципліни мають власні підходи до викладання, які не завжди можна ефективно автоматизувати. Важливим аспектом є забезпечення осмисленої взаємодії з системами ШІ, що базується на трьох ключових педагогічних стратегіях. Перша стратегія передбачає розвиток критичної цифрової грамотності, яка допомагає здобувачам освіти аналізувати та оцінювати інформацію, отриману від штучного інтелекту. Друга зосереджується на формуванні навичок оціночного судження, що дозволяє користувачам не лише отримувати відповіді, а й розуміти їхню достовірність та корисність. Третя стратегія підкреслює роль емоцій, довіри та сумніву у процесі взаємодії з технологіями, оскільки критичне ставлення до штучного інтелекту є необхідним для його відповідального використання.

Таким чином, хоча ШІ відкриває нові можливості для освітнього процесу, його використання потребує усвідомленого підходу, що враховує потенційні ризики та забезпечує розвиток критичного мислення та етичних норм.

До того ж штучний інтелект почав асоціюватися з «хитрим помічником» для здобувачів освіти. Тому впровадження штучного інтелекту в освіту має базуватися на принципах етики та конфіденційності. З одного боку, важливо встановити чіткі стандарти щодо збору, зберігання та використання даних учнів, щоб забезпечити їхню приватність і безпеку [25]. З іншого боку, використання штучного інтелекту в освіті може негативно вплинути на якість навчального процесу та академічну доброчесність.

1.3. Етика використання штучного інтелекту в освітньому процесі в контексті дотримання засад академічної доброчесності

У наш час штучний інтелект суттєво змінює повсякденне життя людей – від індивідуального використання до складних інфраструктурних рішень, охоплюючи найрізноманітніші сфери, зокрема освітню. Впровадження ШІ в освітній простір є не просто технологічним проривом у сфері навчання, а й

продуманим кроком, спрямованим на підготовку нового покоління до викликів і професій майбутнього.

Проте впровадження технологій штучного інтелекту в освітній процес вимагає ґрунтовного розуміння їхньої специфіки та функціоналу. Особливу увагу слід приділяти постійному професійному зростанню педагогічних працівників, що включає оволодіння новими цифровими інструментами для ефективної відповіді на потреби сучасного учнівства. Динамічний розвиток цифрових технологій спричиняє стрімке зростання кількості інноваційних рішень, які активно знаходять застосування в освітньому середовищі.

До основних причин недостатньої обізнаності учасників освітнього процесу щодо можливостей, особливостей та умов використання сучасних технологій, зокрема штучного інтелекту, належать:

- розпорошеність уваги та прагнення одночасно залучити велику кількість цифрових інструментів, що призводить до втрати фокусу на основній меті заняття;
- застосування технологій із галузей, у яких педагог не має фахової підготовки, що ускладнює адекватне оцінювання їхнього освітнього ефекту;
- вимоги до педагогів бути гнучкими та мобільними в умовах цифрового суспільства на тлі перевантаженості, психологічного тиску та наслідків воєнного стану.

У зв'язку з цим, крім активного впровадження ШІ в навчання, важливо також забезпечити належний рівень підготовки вчителів, розробити відповідні методичні підходи та вибудувати ефективну взаємодію між усіма учасниками освітнього процесу й технологічними засобами. Сучасна освіта вимагає усвідомленого та обґрунтованого підходу до впровадження технологій штучного інтелекту, з урахуванням необхідності збереження високої якості навчального процесу та суворого дотримання принципів академічної доброчесності.

В наш час зростає значення проблеми узгодженості освітньої діяльності з принципами академічної доброчесності як системи етичних норм і правових вимог, які мають слугувати орієнтиром у процесах навчання, викладання та здійснення творчої роботи, а також гарантувати довіру до результатів навчальної та/або творчої діяльності. Особливої уваги нині потребує дотримання академічної доброчесності всіма учасниками освітнього в умовах активного впровадження штучного інтелекту (ШІ) у цій сфері не лише на глобальному рівні, а й у сучасній Україні.

Проблема виявлення обману у вигляді нетипової моделі виконання учнями навчальних завдань шляхом академічного шахрайства була досліджена у [7]. У роботі [8] розглянуто питання академічного спілкування та шахрайства, а також забезпечення доброчесності в умовах стрімкого поширення інструментів на кшталт ChatGPT. Рекомендації щодо етичного використання штучного інтелекту (ШІ) в освітньому процесі, розроблені Європейською мережею академічної доброчесності (ENAI) – міжнародною асоціацією освітніх закладів і фахівців, які займаються просуванням та підтримкою академічної доброчесності – наведено у Відповідно до чинного законодавства України (Закону України «Про освіту», 2017), академічна доброчесність трактується як сукупність етичних засад і встановлених законом норм, які мають слугувати орієнтиром для учасників освітнього процесу в процесі навчання, викладання та здійснення наукової або творчої діяльності. Ці принципи спрямовані на забезпечення довіри до результатів освітньої або творчої роботи. Закон також передбачає конкретні форми дотримання академічної доброчесності з боку всіх учасників освітнього процесу.

Вважаємо, що порушення вимог доброчесності обумовлене, серед іншого, браком знань про ці поняття та недостатнім усвідомленням їх важливості в реальних умовах функціонування освітнього середовища з боку як вчителів, так і здобувачів освіти.

Поширеними формами порушення академічної доброчесності є надання винагороди за отримання оцінок на іспитах, що може проявлятися як у вигляді грошових сум, так і у формі послуг. Зокрема, трапляються випадки, коли студенти не з'являються на екзамени або ж користуються шпаргалками, інформацією з інтернету чи допомогою інших здобувачів освіти для написання відповідей.

Згідно Закону України «Про освіту» основними видами порушень академічної доброчесності є академічний плагіат (привласнення чужих наукових результатів без належного посилання), самоплагіат (подання раніше опублікованих власних робіт як нових), фабрикація (вигадування даних або фактів), фальсифікація (свідоме перекручення наявної інформації), списування (несанкціоноване використання зовнішніх джерел під час оцінювання), обман (подання неправдивої інформації про свою діяльність), хабарництво (надання або отримання неправомірних вигод з метою впливу на результати навчання), необ'єктивне оцінювання (свідоме викривлення результатів навчання), неправомірна допомога або перешкоджання під час оцінювання, зовнішній тиск на викладача з метою отримання вигідного оцінювання. Ці дефініції є основою для формування етичної культури в академічному середовищі та адаптації освіти до нових технологічних викликів.

Найчастішим порушенням з боку студентів залишається плагіат, який проявляється в різних формах. До таких належить переписування матеріалів з джерел власними словами без належного посилання; використання есеїв та інших робіт, знайдених на безкоштовних сайтах рефератів, як власних; привласнення чужих текстів повністю або частково без вказівки авторства; копіювання з незначними змінами, наприклад, шляхом перестановки слів у реченнях без зазначення джерела. Також трапляються випадки, коли учні дослівно цитують тексти, але при цьому посилаються на інші, «непричетні джерела» (наприклад, використовують чийсь реферат, а зазначають підручник). Часто учні

перекладають матеріали з іноземних мов і використовують їх у своїх роботах без належного цитування. Ще однією формою недоброчесності є приєднання до групових завдань без реальної участі у створенні тексту.

Водночас чинне законодавство ще не містить чітко окреслених мовних визначень порушень академічної доброчесності, пов'язаних із використанням текстів, згенерованих штучним інтелектом. Проблеми плагіату, фальсифікації та зниження якості академічної праці, створеної за допомогою нейромереж, досі залишаються неврегульованими, зокрема, незрозумілим залишається обсяг реальної участі автора (чи авторів) у створенні такої роботи та її відповідність критеріям академічної доброчесності.

На думку дослідників С. Горчинського, М. Софілканіча та І. Горбенка, які вивчали якість української освіти й дотримання академічної доброчесності в умовах активного використання ШІ, серйозною проблемою є застосування таких інструментів для отримання необґрунтованих переваг деякими здобувачами освіти над іншими, зокрема через доступ до GPT-3 та його використання для створення високоякісних письмових робіт. Це ставить під сумнів об'єктивність оцінювання і суперечить принципам академічної доброчесності. Вони підкреслюють важливість запровадження у закладах освіти програмних рішень для виявлення порушень академічної доброчесності, включаючи інструменти для ідентифікації ШІ-згенерованого контенту, такі як GPTZero, AI Writing Check, CrossPlag, OpenAI [40].

Авторський колектив у складі Л. Філіпенка, О. Думанського та О. Козака, досліджуючи питання академічної доброчесності в освітньому середовищі закладів освіти України в умовах активного поширення ШІ, виокремлює серед ключових аспектів боротьби з академічною недоброчесністю необхідність широкого застосування спеціалізованих програм для виявлення плагіату, як у текстах, написаних людиною, так і створених за допомогою штучного інтелекту.

Також вони акцентують увагу на важливості навчання навичкам академічного письма та дотриманні принципів академічної доброчесності [59].

Дослідник І. Мамаєв підкреслює важливість дотримуватися базових принципів академічного письма при використанні інструментів ШІ. Зокрема, він звертає увагу на кілька потенційних порушень академічної доброчесності, серед яких:

- 1) написання текстів, створених за допомогою ChatGPT, що розцінюється як порушення академічної доброчесності, зокрема як академічний плагіат або недобросовісне запозичення;
- 2) використання ChatGPT, який іноді надає застарілу або неточну інформацію, що може вводити в оману;
- 3) застосування повторюваних або застарілих відомостей, адже модель базується на вже існуючих публікаціях, що не завжди відповідають актуальному контексту;
- 4) структура роботи ChatGPT, яка ґрунтується на генерації відповідей за запитом користувача, потенційно «ігнорує» релевантність та достовірність джерел, що може призводити до викривлення змісту[52].

Більш глибоко та з урахуванням конкретних практичних рішень щодо забезпечення академічної доброчесності в умовах використання ШІ в освітньому процесі цю проблему аналізували закордонні дослідники. Так, авторський колектив висуває низку практичних рекомендацій для запобігання порушенням академічної доброчесності в умовах використання мовних моделей штучного інтелекту:

1. Підвищення обізнаності учнів. Важливо інформувати здобувачів освіти про суть плагіату та його неприйнятність, зокрема, через обговорення теми плагіату під час занять, пояснення можливих наслідків.
2. Запровадження проміжних етапів оцінювання. Учні повинні подавати чернетки своїх робіт на попередній розгляд. Такий підхід надає

викладачам можливість виявити потенційні ознаки використання ШІ на ранніх етапах, а також надати конструктивний зворотний зв'язок для подальшого удосконалення роботи.

3. Застосування технологічних інструментів для виявлення плагіату. Передбачено використання програм для перевірки на відповідність текстів наявним джерелам. Крім того, рекомендується використовувати сучасні технології, які дозволяють виявляти застосування ШІ, зокрема, алгоритми обробки природної мови, що аналізують стиль написання, та машинне навчання, здатне ідентифікувати характерні ознаки текстів, згенерованих, наприклад, за допомогою ChatGPT.

4. Встановлення чітких правил використання GPT-3 та подібних інструментів. Необхідно визначити, за яких умов і в якій формі дозволяється використання таких ресурсів, пояснити вимоги щодо коректного цитування та посилання на контент, створений GPT-3. Ці вказівки мають бути чітко донесені до здобувачів освіти.

5. Здійснювати контроль за виконанням робіт. У контексті можливого використання мовних моделей типу GPT-3, які здатні генерувати зв'язний і реалістичний текст, необхідно уважно перевіряти роботи. Доцільним є залучення здобувачів освіти до представлення та усного захисту власних завдань.

Учні мають бути активно залучені до процесу навчання з акцентом на усвідомлення мети всіх освітніх та оцінювальних заходів, важливості самостійного виконання індивідуальних і групових завдань, а також на формуванні власних етичних навичок академічного письма та створення оригінального контенту. Вчителі, своєю чергою, повинні пройти підготовку щодо етичного застосування штучного інтелекту, яка охоплює розробку відповідних результатів навчання, навчальних активностей і методів оцінювання.

На національному рівні слід розробити загальні рекомендації для освітніх закладів щодо включення до своєї політики таких положень, як:

- встановлення чітких стандартів щодо того, коли і яким чином всім учасникам освітнього процесу дозволяється користуватися різними інструментами ШІ;

- рекомендації для користувачів щодо правильного та прозорого зазначення фактів використання ШІ у виконанні завдань, створенні графічних матеріалів, ілюстрацій та інших видів академічного продукту.

Цікавим і практично корисним є огляд інструментів написання текстів із застосуванням ШІ та їх впливу на академічну доброчесність, запропонований науковцями J. Roe, W. Renandya та G. Jacobs [27]. Вони відзначають, що сучасні ШІ-інструменти вже широко застосовуються як помічники в перевірці орфографії та граматики в текстових редакторах.

Такий дисбаланс спричиняє виникнення «сірих зон», тобто сфер невизначеності, у яких учасники освітнього процесу часто не мають достатньої поінформованості щодо допустимого чи етичного використання ШІ. Проведений індуктивний аналіз дозволив авторам виділити три основні категорії цифрових інструментів письма (окрім ChatGPT та інших великих мовних моделей LLM), які мають суттєвий вплив на академічне середовище – це машинні перекладачі, цифрові письмові помічники та засоби автоматизованого перефразування, які справді формують нову реальність в академічному письмі та вимагають переосмислення підходів до забезпечення академічної доброчесності [27].

У навчальному середовищі надзвичайно важливо, щоб викладачі впевнювалися, що студенти не лише володіють технічними навичками, а й усвідомлюють етичні аспекти. Наприклад, вони мають розуміти, навіщо застосовуються перефразування, переклад, цитування, як уникати ненавмисного плагіату, і які ризики несе використання засобів автоматизованого перефразування з метою приховування авторства. Обговорення цих питань не лише розвиває критичне мислення учнів, а й перетворює сам процес письма на усвідомлений та етичний.

Використання ШІ для генерації текстів, відповідей на запитання чи написання робіт може сприяти демократизації плагіату, коли учні некритично копіюють інформацію без осмислення її змісту. Це може призвести до зниження когнітивних умінь високого рівня, оскільки здобувачі освіти звикають до готових рішень, а не до процесу самостійного мислення та аналізу.

Крім того, вчителі можуть стикатися з труднощами у сфері етичного застосування ШІ. Брак відповідних навичок може ускладнити оцінку моральних та соціальних наслідків використання алгоритмів у навчальному процесі (Holmes et al., 2022). Це посилюється тим, що у багатьох країнах відсутні чіткі етичні рамки для впровадження ШІ в освіту. Відсутність таких регламентів може призвести до випадків, коли штучний інтелект використовується некоректно або навіть завдає шкоди (Ungerer & Slade, 2022).

В якості висновків сформулюємо низку рекомендацій щодо забезпечення академічної доброчесності в умовах використання штучного інтелекту у сфері освіти [46].

1. Інструменти ШІ мають використовуватись як засоби, що сприяють активному залученню учнів, розвитку критичного мислення, здатності до співпраці й вирішення проблем. Водночас, застосування ШІ під час складання іспитів чи виконання окремих завдань має бути забороненим, якщо інше не передбачене викладачем.

2. Вчителі повинні бути обізнаними з інструментами для виявлення контенту, створеного за допомогою ШІ, та мати уявлення про їхні обмеження.

3. Доцільно впровадити змішану модель оцінювання результатів навчання учнів, які залучають ШІ, з урахуванням масштабу його використання. Щоб отримати високі бали, здобувачі освіти повинні продемонструвати осмислене, креативне й глибоке опрацювання інформації, створеної ШІ.

4. У разі поверхневого або механічного використання контенту ШІ без належного аналізу слід застосовувати санкції. Це може включати анулювання результату або присвоєння найнижчої оцінки.

Отже, розвиток технологій штучного інтелекту вимагає від усіх учасників освітнього процесу дотримання стандартів академічної доброчесності. Для запобігання випадків порушень цієї доброчесності вчителям необхідно використовувати такі методи контролю, як усні опитування, організацію тематичних дискусій, а також активну увагу до мотивації студентів, а важливою складовою попередження порушень є інформування учнів про те, як правильно і неправильно використовувати технології ШІ, зокрема ChatGPT.

РОЗДІЛ 2. ШЛЯХИ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ

2.1. Аналіз застосунків штучного інтелекту в контексті навчання математики

Сучасна освітня система зіштовхується з низкою викликів, особливо у сфері навчання математики. Традиційні підходи часто виявляються недостатньо ефективними для забезпечення індивідуального темпу та підходу до кожного учня. Через це деякі школярі не встигають засвоїти складний матеріал, втрачають мотивацію та інтерес до предмета. Однією з ключових проблем є обмежені можливості педагогів надавати персоналізовану підтримку через значне навчальне навантаження та нестачу ресурсів.

Наслідком стає зростання нерівності в рівні знань серед учнів і, як результат, їхня недостатня підготовка до контрольних випробувань. До того ж, класичні методи оцінювання не завжди здатні оперативно й об'єктивно виявляти прогалини у знаннях, що ускладнює своєчасне коригування освітнього процесу відповідно до індивідуальних потреб.

Ще одним серйозним викликом сучасної освіти є нестача інтерактивних і новаторських навчальних ресурсів, здатних підвищити зацікавленість учнів і зробити освітній процес більш динамічним та захопливим. Традиційні підручники та методики часто не відповідають вимогам сучасного світу, у якому технології займають чільне місце в повсякденному житті. Це зумовлює потребу в оновленні підходів до навчання математики, які могли б не лише розв'язати наявні проблеми, а й забезпечити ефективніший та гнучкіший навчальний процес.

Одним із перспективних напрямів є застосування штучного інтелекту, який здатен докорінно змінити як сам процес навчання, так і підготовку учнів до випробувань. ШІ відкриває можливості для створення адаптивних навчальних

платформ, які автоматично коригують освітній контент відповідно до індивідуальних особливостей та потреб кожного учня. Завдяки цьому забезпечується персоналізована підтримка і своєчасний зворотний зв'язок. Інтеграція інтелектуальних технологій у навчання сприяє підвищенню мотивації школярів, роблячи освітній процес більш привабливим, інтерактивним і сучасним.

Математика відіграє надзвичайно важливу роль у сучасному світі, слугуючи основою для розвитку багатьох галузей науки й техніки. Вона не лише формує логічне й аналітичне мислення, а й лежить в основі численних досліджень у таких сферах, як фізика, інженерія, економіка та інші. Засвоєння математичних знань відкриває доступ до широкого кола професій і створює міцне підґрунтя для майбутньої кар'єри, що робить її вивчення невід'ємною складовою сучасної освіти.

Разом із тим, технологічний прогрес докорінно трансформував процес навчання математики, зробивши його більш доступним, інтерактивним та результативним. Новітні цифрові інструменти та платформи сприяють кращому розумінню складних понять, заохочують учнів до активної участі в навчанні й створюють умови для індивідуалізованого підходу.

Сучасні освітні платформи, мобільні додатки та онлайн-курси дають учням змогу навчатися у зручний час і власним темпом. Використання технологій у навчанні дозволяє персоналізувати освіту, підвищуючи мотивацію та інтерес учнів. Інтерактивні інструменти на базі ШІ, такі як віртуальні лабораторії та симуляції, допомагають краще зрозуміти складні теми та розвивати практичні навички в математиці.

Використання штучного інтелекту у навчанні математики є надзвичайно важливим, оскільки воно дозволяє забезпечити індивідуальний підхід, підвищити ефективність навчального процесу та покращити підготовку до екзаменів [51]. У

навчанні математики застосовуються різні технології ШІ, серед яких можна виділити наступні.

Машинне навчання – алгоритми, що дозволяють комп'ютерним системам навчатися на основі даних і вдосконалювати свою продуктивність без необхідності явного програмування.

Глибинне навчання – підгалузь машинного навчання, яка застосовує багатoshарові нейронні мережі для обробки та аналізу великих обсягів даних.

Обробка природної мови (NLP) – це технології, що дають змогу комп'ютерам розуміти, аналізувати та генерувати людську мову.

Інтелектуальні навчальні системи (ITS) – це платформи на основі ШІ, які забезпечують персоналізоване навчання, підлаштовуючись під індивідуальні потреби учня.

Приклади застосування штучного інтелекту у сучасній освіті включають [45]:

Адаптивні навчальні платформи – це системи, які оцінюють успішність учня та автоматично підбирають навчальні матеріали відповідно до його рівня знань і швидкості засвоєння. Приклади: Khan Academy та Coursera, що пропонують персоналізовані рекомендації контенту.

Використання ШІ в навчанні математики підвищує ефективність та робить процес більш цікавим і доступним. Системи ШІ аналізують успішність учнів, визначають їхні сильні та слабкі сторони та адаптують матеріал під індивідуальні потреби, створюючи персоналізовані навчальні плани. Адаптивні платформи з елементами гейміфікації та персоналізованими рекомендаціями мотивують учнів, дозволяють їм самостійно керувати навчанням, встановлювати цілі та відстежувати прогрес, що сприяє кращому засвоєнню знань і підготовці до екзаменів.

Автоматизовані системи оцінювання – це інструменти на основі ШІ, які перевіряють завдання та одразу дають зворотний зв'язок. Вони допомагають

швидко виявити прогалини у знаннях, спрямовують учня на їх усунення, знижують навантаження на викладачів і дозволяють учням отримувати результати та поради для покращення навичок. [51].

Інтерактивні репетитори – це віртуальні помічники на основі ШІ, які допомагають учням у вивченні математики в реальному часі. Вони можуть відповідати на запитання, пояснювати складні теми та проводити тестування.

ШІ допомагає створювати інтерактивні навчальні матеріали, такі як відеоуроки, симуляції та вправи, що роблять вивчення математики цікавішим. Віртуальні лабораторії та інтерактивні задачі дають учням можливість краще зрозуміти складні поняття, застосовувати їх на практиці, експериментувати та навчатися на власних помилках. [57]. За допомогою штучного інтелекту можливо не лише створювати навчальні курси, а й ефективно проєктувати уроки математики. Зокрема, ChatGPT може слугувати інструментом для формування наукового й змістовного математичного контенту. ШІ виконує також функцію інтелектуальної пошукової системи.

Хоча ШІ має великий потенціал у навчанні, його впровадженню заважають певні технологічні обмеження. Наприклад, деякі алгоритми можуть бути неточними або ненадійними при розв'язуванні складних математичних завдань, розпізнаванні рукописних записів і формул, а також при аналізі складних логічних міркувань, що може призводити до помилок і знижувати довіру користувачів. Довіра до цифрового «помічника», що має працювати безпомилково, з одного боку, є передумовою ефективного застосування ШІ в освітньому процесі, а з іншого, може створити хибне уявлення про «розумність» машини [24]. Тому важливо встановлювати вікові обмеження для використання ШІ в школі. Крім того, для ефективної роботи цих технологій потрібні потужні комп'ютери та стабільне інтернет-з'єднання, що може створювати складнощі у деяких навчальних закладах.

Використання ІІІ в освіті також ставить етичні питання. Однією з головних проблем є конфіденційність даних учнів, оскільки системи ІІІ збирають і обробляють великі обсяги особистої інформації, що потребує захисту від неправомірного використання. Крім того, існує ризик упередженості алгоритмів, через що автоматизовані системи можуть ставитися до учнів нерівномірно. Слід пам'ятати, що у певних умовах можуть виникати тригери, що провокують штучний інтелект на ухвалення хибних рішень, тобто спостерігаються відхилення у функціонуванні алгоритмів від очікувано оптимальних результатів. Важливо забезпечити, щоб системи ІІІ використовувалися відповідально та етично, з дотриманням усіх необхідних норм і стандартів.

Також слід зазначити, що інтеграція ІІІ у навчання математики може бути дорогою. На вартість впливають такі фактори: розробка та впровадження системи, придбання обладнання та створення інфраструктури, підтримка та оновлення програм, навчання персоналу, ліцензування програмного забезпечення та створення навчальних матеріалів. [45]. Проте, враховуючи можливі переваги, такі інвестиції можуть бути виправданими, адже вони забезпечують більш якісне та персоналізоване навчання. Зокрема, у процесі дослідницького навчання математики важливо ретельно враховувати всі аспекти впровадження штучного інтелекту. Ефективність застосування індивідуалізованої освітньої траєкторії значною мірою залежить від характеристик повноти, актуальності та релевантності інформації, яку обробляє штучний інтелект. Ці параметри, своєю чергою, залежать від рівня технологічного, культурного та економічного розвитку суспільства.

Ще одним з можливих застосувань ІІІ є *технології віртуальної реальності*, які дають змогу краще візуалізувати складні явища та об'єкти. Однак це також може обмежити формування досвіду взаємодії з реальними об'єктами, якщо відповідний баланс не буде належно витримано. Інтеграція інтерактивної віртуальної реальності (IVR) [16] відкриває можливості для створення

навчального середовища, орієнтованого на дослідницьке пізнання [3]. Водночас застосування таких технологій потребує постійного збору, зберігання й аналізу значних обсягів персональних даних, що вимагає забезпечення належного рівня безпеки їх обробки [21]. Уже нині в суспільстві простежуються наслідки цих обмежень.

Розглянемо характеристику застосунків ШІ, які можуть використовуватися вчителями в навчанні математики.

Таблиця 2.1

Аналіз застосунків штучного інтелекту в контексті навчання математики

ШІ	Опис
CopyMonkey (https://www.copymonkey.app/)	інструмент для роботи з текстовим контентом, який надає можливість автоматизованого генерування текстів відповідно до різноманітних запитів: статей, повідомлень, есе, матеріалів для обговорення тощо
Fusion Brain (https://fusionbrain.ai/)	платформа для створення фотореалістичних зображень і відеоконтенту, що надає можливість не лише генерувати ілюстрації, але й створювати короткі анімації тривалістю до трьох хвилин
Gamma (https://gamma.app/)	інструмент для створення презентацій із використанням ШІ. Платформа дозволяє автоматично сформувати структуру презентації, підібрати відповідний візуальний стиль і згенерувати необхідні зображення.
GraphMaker (https://www.graphmaker.ai/)	сервіс для побудови графіків із можливістю інтеграції різних джерел даних: Google

	Таблиць, файлів із комп'ютера, а також даних, доступних через нейронні мережі.
Perplexity (https://www.perplexity.ai/)	інструмент, який дозволяє ознайомлюватися з довідковими матеріалами з метою формулювання висновків у межах певної навчальної теми. Зокрема, його можна застосовувати для створення стислого переказу тексту, прочитаного перед уроком. Хоча сервіс не пропонує детального аналізу, проте ефективно подає основну структуру змісту.
Synthesia (https://www.synthesia.io/)	платформа для створення відео на основі текстового повідомлення, де обраний аватар озвучує наданий текст.

Перейдемо до аналізу розв'язувачів на основі ШІ. У [16] зазначається, що під час уроків математики в школах заборонено користуватися калькулятором. На цьому тлі ініціатива широкого впровадження ШІ для розв'язування задач виглядає дещо суперечливою. Учні повинні спершу навчитися самостійно виконувати математичні завдання, використовуючи власні інтелектуальні здібності. Безконтрольне застосування ШІ може спричинити втрату навичок розв'язання задач і складання грамотних текстів без допомоги нейронних мереж.

Але, не зважаючи на це, існує ціла низка математичних розв'язувачів, побудованих на основі ШІ, які застосовують алгоритми й методи машинного навчання для аналізу та розв'язування складних математичних рівнянь, задач з аналізу, алгебри та геометрії, забезпечуючи високу швидкість і точність обчислень алгебраїчних виразів.

Розглянемо засоби ШІ, які потенційно можна використовувати в навчанні математика.

Таблиця 2.2

Аналіз засобів ШІ математичного спрямування

Засоби ШІ	Опис
<i>Julius AI</i>	інноваційний математичний репетитор, створений для того, щоб допомагати студентам і учням легко розв'язувати різноманітні математичні завдання. За допомогою цього інструменту можна швидко розв'язувати складні рівняння з алгебри, аналізу та тригонометрії, просто відсканувавши умову. Julius пропонує детальні покрокові пояснення, що допомагають користувачам глибше зрозуміти кожен етап розв'язання, завдяки чому він перевершує багатьох провідних конкурентів за точністю.
<i>GauthMath</i>	застосунок на основі штучного інтелекту, призначений для допомоги учням у покроковому розв'язанні математичних задач у режимі реального часу. Користувачі можуть сфотографувати приклад і миттєво отримати допомогу від штучного інтелекту або кваліфікованих репетиторів. GauthMath поєднує можливості інтелектуальних алгоритмів із досвідом фахівців, забезпечуючи комплексну підтримку навчання, особливо під час виконання складних домашніх завдань.
<i>Mathos AI</i>	сучасний інтелектуальний помічник і персональний репетитор із математики, створений на основі штучного інтелекту. Його мета — допомагати учням у виконанні домашніх завдань, підготовці до іспитів і засвоєнні ключових понять. Завдяки

	поєднанню високоточного розв'язання задач із зручними способами введення, Mathos AI надає покрокові пояснення в реальному часі з різних дисциплін — від алгебри, геометрії та математичного аналізу до статистики, фізики й хімії.
MathPapa	онлайн-калькулятор з алгебри та освітній інструмент на основі штучного інтелекту, створений для допомоги студентам у вивченні та відпрацюванні алгебраїчних понять. Платформа надає покрокові розв'язання різноманітних алгебраїчних задач, що робить її цінним ресурсом для тих, хто прагне поглибити свої знання та краще зрозуміти предмет.
Desmos	Графічний калькулятор на основі ІІІ дозволяє будувати функції, аналізувати дані та розв'язувати рівняння. Він має зручний інтерфейс і інтерактивні інструменти візуалізації, що допомагають краще розуміти математичні поняття.
GeoGebra	Динамічне математичне програмне забезпечення, яке поєднує геометрію, алгебру, математичний аналіз та інші математичні дисципліни. Воно включає графічний калькулятор, розв'язувач рівнянь та «інтерактивні» геометричні інструменти на базі ІІІ для вивчення математичних тем.
Photomath	Мобільний застосунок, який використовує технологію ІІІ для розв'язування математичних задач. Застосунок дозволяє сканувати рукописні або надруковані рівняння за допомогою камери смартфона, надаючи миттєві розв'язки та покрокові пояснення. Крім того, він генерує графіки для алгебраїчних задач, математичного аналізу та інших математичних тем.

Розглянемо застосування деяких засобів ІІІ математичного спрямування (*GauthMath*, *Mathos AI*, *Photomath*) до розв'язування математичного завдання.

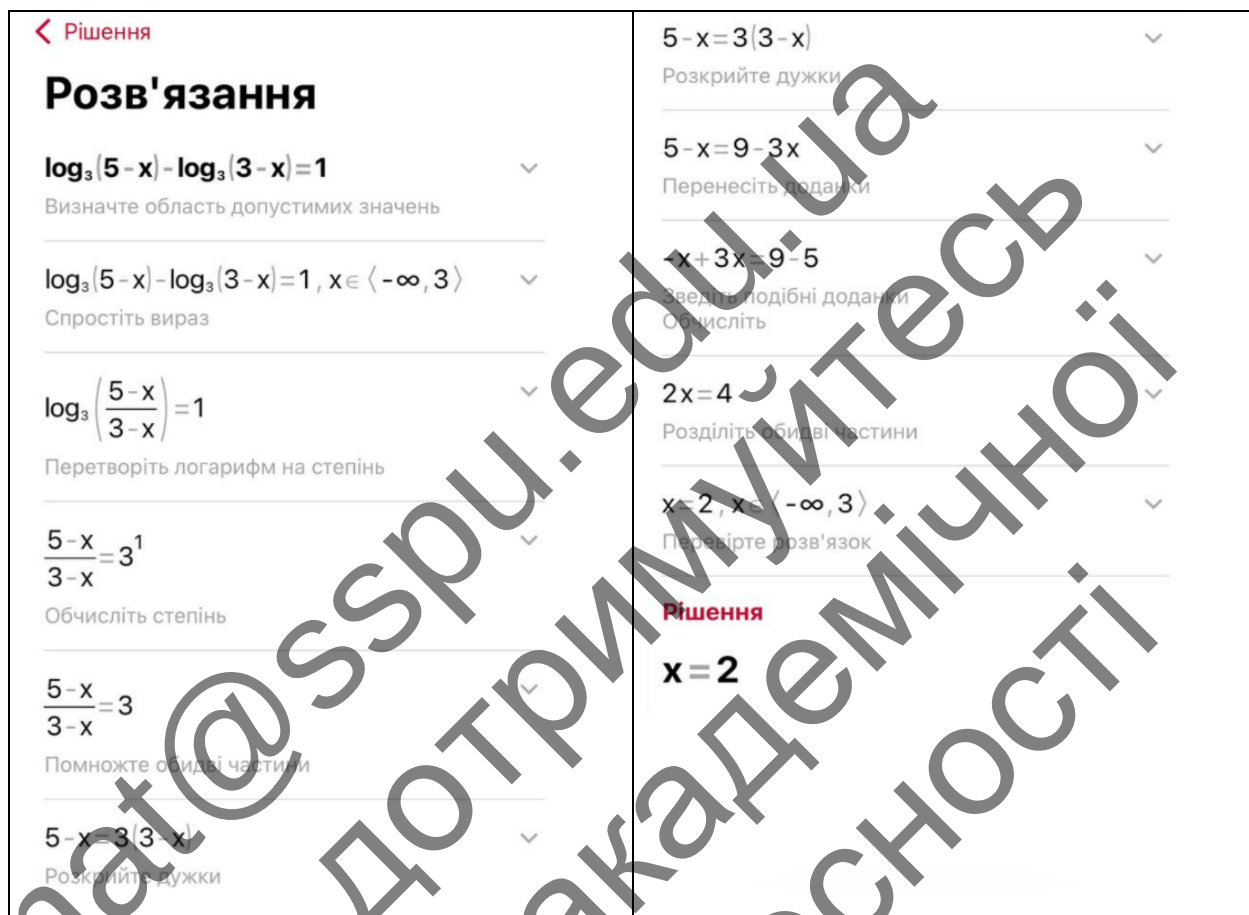
Приклад. Розв'язати логарифмічне рівняння

$$\log_3(5 - x) - \log_3(3 - x) = 1.$$

Питання довго₃(5 - x) - долго₃(3 - x) = 1 Професійне рішення Gauth AI Відповідь Відповідь - 2 Пояснення 1 Визначте логарифмічне рівняння та властивості, які потрібно використовувати. Дане рівняння має вигляд $\log_3(5 - x) - \log_3(3 - x) = 1$ Використання логарифмічної властивості : довго₆A - долго₆B = долго₆$\frac{A}{B}$, рівняння спрощується до: $\log_3 \frac{5 - x}{3 - x} = 1$	2 Перепишіть логарифмічне рівняння в експоненціальній формі З $\log_3 y = 1$ має на увазі $y = 3^1 = 3$, ми маємо: $\frac{5 - x}{3 - x} = 3$ 3 Розв'яжіть отримане алгебраїчне рівняння. Помножте обидві сторони на $3 - x$: $5 - x = 3(3 - x)$ Розгорніть праву частину: $5 - x = 9 - 3x$ 4 Ізолювати x і вирішити. Принесіть усіх x умови з одного боку: $-x + 3x = 9 - 5$ Об'єднайте подібні терміни: $2x = 4$ Поділіть обидві частини на 2: $x = 2$
	5 Перевірте обмеження домену. Аргументи журналів мають бути позитивними: $5 - x > 0 \Rightarrow x < 5,$ $3 - x > 0 \Rightarrow x < 3$ $3x = 2$ задовольняє обидва: $2 < 5$ і $2 < 3$, це в межах домену. Останній крок: Підтвердьте рішення. Підставте $x = 2$ у вихідне рівняння: $\log_3(5 - 2) - \log_3(3 - 2) = \log_3(3) - \log_3(1) = 1 - 0 = 1$ Рівняння справедливе.

Рис 2.1. Розв'язання логарифмічне рівняння у застосунку GauthMath

журнал₃(5 - x) - журнал₃(3 - x) = 1 Почнемо з рівняння: $\text{журнал}_3(5 - x) - \text{журнал}_3(3 - x) = 1.$ Крок 1: Використайте властивість віднімання логарифмів: $\text{журнал}_3\left(\frac{5 - x}{3 - x}\right) = 1.$ Крок 2: Перепишемо рівняння в експоненціальній формі: $\frac{5 - x}{3 - x} = 3^1 = 3.$	Крок 3: Розв'яжіть для x : $5 - x = 3(3 - x) \Rightarrow 5 - x = 9 - 3x.$ $5 + 2x = 9 \Rightarrow 2x = 4 \Rightarrow x = 2.$ Крок 4: Перевірка домену: Для визначення логарифмів нам потрібно: $5 - x > 0 \Rightarrow x < 5,$ $3 - x > 0 \Rightarrow x < 3.$ $3x = 2$ задовольняє обидві умови, це є правильним рішенням. Таким чином, рішення має вигляд $\boxed{x = 2}.$
--	--

Рис 2.2. Розв'язання логарифмічне рівняння у застосунку *Mathos AI*Рис. 2.3. Розв'язання логарифмічне рівняння у застосунку *Photomath*

Проаналізувавши роботу даних застосунків при розв'язуванні логарифмічного рівняння можна зробити висновки, що усі три застосунки розв'язали дане рівняння, використовуючи основні властивості логарифма. Потрібно зазначити, що дані застосунки визначили ОДЗ, та скоригували отриману відповідно до нього, а застосунок *GauthMath* виконав перевірку методом підстановки отриманої відповіді в початкове рівняння.

Можна побачити, що застосунок *GauthMath* перекладає «log» на «довго», а *Mathos AI* перекладає «log» на «журнал» - це помилка автоматичного перекладу (machine translation), а не математична особливість.

Усе зазначене вище насправді не розв'язує ключову проблему – генерацію учнями відповідей за допомогою ШІ та підміну понять, що знижує цінність самостійної роботи. Тому, щоб запобігти неконтрольованому використанню ШІ при розв'язуванні математичних задач, варто звернути увагу на трансформацію формату завдань та перебудову методик навчання, де акцент зміститься з результату на процес, аргументацію та рефлексію. Разом з тим, інструменти ШІ потребують супроводу й критичної підтримки з боку вчителя, адже саме педагог здатен задати правильний вектор, оцінити зміст, глибину розуміння та автентичність відповідей учня.

2.2. Шляхи використання засобів штучного інтелекту в навчанні математики

Швидкий розвиток технологій штучного ШІ суттєво трансформував різні сектори, включаючи освіту. Одним із помітних досягнень є поява інструментів на основі ШІ, таких як ChatGPT, розмовна модель ШІ, яка привернула увагу завдяки своєму потенціалу для покращення освітніх процесів [36]. Зі зростанням доступності таких інструментів зростає інтерес до їх використання для підтримки різних аспектів навчання, включаючи математичну освіту, яка часто вважається складним предметом як для учнів, так і для викладачів [11]. ChatGPT, завдяки своїй здатності генерувати відповіді в режимі реального часу, надавати зворотний зв'язок та сприяти персоналізованому навчанню, пропонує багатообіцяючі можливості для вирішення цих проблем.

ШІ може бути корисним у створенні тестових завдань, що стосуються теми уроку. Такі завдання можуть використовуватись як домашні завдання або як частина дослідницьких завдань під час уроку, щоб допомогти учням краще засвоїти матеріал. Вчителі також можуть застосовувати ШІ для розробки дослідницьких проєктів та визначення критеріїв оцінювання. Це дозволяє створювати захоплюючі та практичні проєкти, які допоможуть учням

застосувати свої математичні знання на практиці. Також ІІІ дозволяє варіювати складність математичних завдань відповідно до рівня підготовки учня. Можливість уточнення структури та наповнення завдань і тестів сприяє більш глибокому засвоєнню матеріалу. Такий підхід стимулює учнів до активної участі й сприяє розвитку їхньої творчої ініціативи. Завдяки використанню нейронних мереж з'являється можливість швидко виявляти помилки в учнівських відповідях. Така система аналізує кожен етап розв'язання задачі, зіставляючи його з еталонними зразками правильних відповідей [15]. У разі помилкового кроку мережа надає розгорнуту підказку або пояснення, що сприяє глибшому розумінню суті математичного завдання. Водночас створені тексти, як правило, потребують глибокої перевірки на релевантність і кількох раундів редагування перед використанням у навчальному процесі.

ІІІ також може бути корисним інструментом для конструювання уроків. Вчителі можуть використовувати ІІІ для розробки важливих запитань, на які учні повинні відповісти під час заняття, а також для створення плану уроку, який відповідає освітнім стандартам. З його допомогою вчителі можуть розробляти структуровані та цілісні уроки різних типів, які відповідають вимогам сучасних навчальних програм. Це дозволяє значно заощадити час на планування та забезпечити високий рівень організації навчального процесу.

Використання ІІІ для моделювання евристичних ситуацій може стати ефективним засобом зацікавлення учнів і стимулювання їх до дослідницької діяльності. Наприклад, на початку реалізації проєкту учні можуть мати різні погляди на стратегію та методи дослідження. У випадку виникнення суперечок вони звертаються до ChatGPT для отримання обґрунтованих аргументів або пошуку компромісу.

У процесі дослідницького навчання з математики використання ChatGPT можуть бути різноманітні.

Моделювання реальних сценаріїв. Учні можуть брати готові стратегії та ідеї, запропоновані ChatGPT [15], і адаптувати їх під конкретні ситуації в навчанні.

Моделювання розбіжностей. Учня можна запропонувати використати ChatGPT для створення сценарію, в якому фахівці мають різні підходи до розв'язання математичної проблеми. Це дозволяє усвідомити різноманіття математичних стратегій; розвинути критичне мислення; побачити важливість обґрунтування вибору певного методу.

Розвиток критичного мислення учнів. Формування критичного мислення в учнів є одним із ключових напрямів сучасної освіти. Інструменти на базі ШІ можуть бути використані для проведення мозкового штурму, побудови контрприкладів, моделювання навчальних сценаріїв, аналізу помилок у відповідях, згенерованих ChatGPT. Це не лише сприяє розвитку вмінь аналізувати інформацію, оцінювати її достовірність, формулювати власні судження, але й допомагає усвідомити роль ШІ як інструменту підтримки, а не джерела істини чи заміни вчителя.

Моделювання експертного досвіду. Інший корисний підхід ґрунтується на ідеї надання ChatGPT ролі умовного "експерта", що дозволяє учням ставити запитання та отримувати обґрунтовані відповіді з певної тематики. Цей метод заохочує до формулювання запитів, розвиває навички аналізу інформації, дає змогу будувати логіку аргументації.

Стратегічне використання ChatGPT в освітньому процесі відкриває не лише можливості для прийняття обґрунтованих рішень із залученням штучного інтелекту, а й формує сприйняття його як ефективного помічника та наставника. Такий підхід сприяє глибшому розумінню можливостей ШІ учнями та відкриває нові перспективи для розвитку освіти. Водночас, навіть з огляду на динамічне зростання ролі ШІ, важливо пам'ятати, що він не здатен повністю замінити вчителя.

Освітній процес – це значно більше, ніж просто передача інформації від учителя до учня. Педагоги відіграють багатоаспектну роль, виступаючи не лише як носії знань, а й як психологи, наставники та джерело підтримки, до яких звертаються учні у складних ситуаціях. Учителю мотивує, адаптує навчання під індивідуальні потреби кожного учня, забезпечує емоційне залучення та створює середовище довіри й безпеки. Ці суто людські якості (емпатія, чуйність, гнучкість у спілкуванні) залишаються незамінними і мають вирішальне значення для повноцінного розвитку учнів. ШІ може підтримувати навчальний процес, однак справжня цінність освіти полягає саме в людському контакті, якого не може відтворити жодна технологія. Кожен учень має унікальні риси, здібності й потреби. На відміну від комп'ютерних програм, учителі здатні комплексно застосовувати не лише свої предметні знання, а й емоційну чутливість. У своїй роботі педагог враховує мотивацію, рівень інтелектуального розвитку, емоційний стан, темперамент, індивідуальні потреби та навіть можливі обмеження учня. Саме ця гнучкість і людське розуміння дають змогу забезпечити ефективне та комфортне навчання.

Попри всі переваги, які надає ШІ в освіті, важливо пам'ятати, що його використання має бути під контролем людини. Вчителі повинні використовувати свої знання про учнів і відповідні педагогічні вміння для створення ефективних уроків, а ШІ слугує лише інструментом, що підтримує цей процес. Синергетичне поєднання людського інтелекту та можливостей ШІ дозволяє створювати освітні продукти, які відповідають потребам учнів і сприяють їхньому розвитку.

Без сумніву, варто звернути увагу на деякі недоліки генеративного штучного інтелекту. Наприклад, під час пошуку джерел інформації для ШІ немає відмінності між перевіреним науковим джерелом (наприклад, академічною публікацією) і публікацією у на сумнівному сайті – для моделі це однакові вхідні дані. Через це процес добору інформаційної основи для відповіді є

непередбачуваним, а перевірити конкретне джерело майже неможливо, що ставить під сумнів достовірність згенерованого контенту.

Водночас необхідно усвідомлювати, що ChatGPT не володіє глибинним розумінням змісту слів, які він обробляє [12]. Його робота ґрунтується на виявленні закономірностей та побудові ймовірнісних відповідей, однак це не означає усвідомлення понять, що стоять за мовними конструкціями [5]. Модель прогнозує найбільш імовірний варіант відповіді, що зумовлює появу феномену так званих «галюцинацій». Інакше кажучи, у разі відсутності знань система може вигадати інформацію та все одно надати відповідь, навіть якщо вона не відповідає дійсності.

Крім того, ChatGPT позбавлений людської здатності оцінювати достовірність даних, використаних у процесі його навчання [48]. Важливо й те, що модель не має безпосереднього доступу до Інтернету та наразі обмежена знаннями про події після 2021 року [30], що може призводити до формування застарілих або неточних відповідей.

W. M. Lim, A. Gunasekara, J. L. Pallan, J. I. Pallant та E. Pechenkina наголошують, що штучний інтелект у сфері освіти має подвійний ефект: з одного боку, він здатний руйнувати усталені освітні практики, а з іншого, відкривати нову еру доступності інформації та автоматизації, що сприяє підвищенню якості навчання. Така подвійність відображає парадоксальну природу ШІ та його вплив на освітнє середовище: технологія може одночасно створювати загрози для традиційної освіти й водночас виступати чинником її підтримки та розвитку [20].

Дослідники виокремлюють чотири ключові парадокси, які характеризують використання штучного інтелекту в освіті (рис. 2.4).

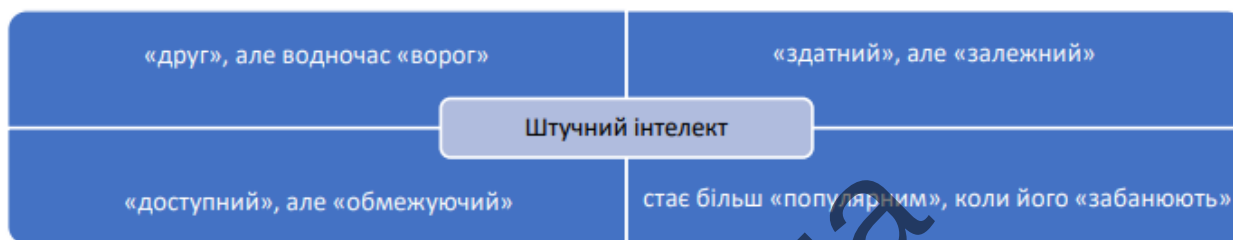


Рис. 2.4. Парадокси, пов'язані із використанням ШІ в освіті

Tlili та співавтори (2023) провели аналіз соціальних мереж, твітів, інтерв'ю та досвіду користувачів, щоб виявити основні занепокоєння, пов'язані із застосуванням ChatGPT у сфері освіти. Поява цього інструмента актуалізує необхідність перегляду підходів до оцінювання навчальних результатів: зокрема, традиційні описові завдання, як-от есе, доцільно замінювати більш творчими видами робіт, що вимагають критичного мислення та спрямовують студентів на креативну діяльність. Водночас для виявлення використання ШІ у студентських роботах існують спеціалізовані сервіси, зокрема GPTZero [32].

Слід також враховувати, що відповіді ChatGPT значною мірою залежать від якості та точності сформульованого запиту (prompt), а також від наявності уточнень чи додаткових інструкцій. Найбільш ефективною стратегією є використання так званих «ланцюжкових підказок», коли складне завдання розбивається на кілька послідовних етапів.

Хоча ШІ робить знання більш доступними та відкритими, користування цими технологіями часто обмежене через брак ресурсів, що створює нові проблеми з доступністю освіти.

У своєму дослідженні M. Farrokhnia, S. K. Banihashem, O. Noroozi та A. Wals (2023) застосували метод SWOT-аналізу для визначення сильних і слабких сторін ChatGPT, а також окреслення його можливостей і загроз для освітньої сфери. Серед сильних сторін ChatGPT автори відзначають здатність генерувати правдоподібні відповіді, потенціал до самонавчання, можливість надання

персоналізованих рішень, швидку реакцію в режимі реального часу, підвищення доступності інформації, підтримку індивідуального навчання, полегшення засвоєння складних тем і зменшення навантаження на викладачів (наприклад, шляхом автоматичного створення тестів). Водночас до слабких сторін віднесено відсутність глибинного розуміння, труднощі з оцінюванням якості відповідей, сприяння поширенню плагіату в освіті й науці, а також ризик зниження когнітивних навичок високого рівня, зокрема креативності, критичного мислення, здатності до логічних міркувань і розв'язання проблем. [10]

Без сумнівів через налаштування (калібрування) моделі ChatGPT можливо забезпечити її функціонування на основі перевіреної, достовірної інформації. За умови ретельного відбору теоретичних означень та наукових положень у навчальних даних, штучний інтелект здатен враховувати наукові теорії та закони. Проте цей підхід вимагає від користувача відповідного рівня знань, навичок і компетентностей.

Хоча експериментальні дослідження показали потенційні переваги використання технологій ШІ, таких як ChatGPT, для підтримки навчання математики, все ще існують помітні перешкоди. До них належать проблеми, пов'язані з впровадженням ШІ в педагогічному контексті, обмежена підготовка викладачів, занепокоєння щодо залежності учнів від технологій та недостатня кількість емпіричних доказів для підтвердження ефективності ШІ у покращенні результатів навчання [18]. Впровадження технологій ШІ в математичній освіті вимагає глибшого розуміння того, як ці інструменти взаємодіють з педагогічними рамками та навчальними стратегіями [2].

До конкретних прикладів використання штучного інтелекту в навчанні математики перейдемо у наступних підрозділах.

2.3. ChatGPT як засіб розвитку критичного мислення учнів

Сучасна система освіти спрямована не лише на формування у здобувачів освіти hard skills (знань, умінь і навичок у певній галузі), а й на розвиток так званих soft skills – компетентностей майбутнього, якими має володіти конкурентоспроможний фахівець. Узагальнюючи ці характеристики, дослідники виокремлюють провідні soft skills у концепції «Four Cs» (Collaboration, Communication, Creativity, Critical thinking), що відома як «Система 4К» (Колаборація, Комунікація, Креативність, Критичне мислення) [1].

Починаючи з 2022 року, у науковому дискурсі з'являються дослідження, які поєднують проблему розвитку критичного мислення (одного з ключових компонентів soft skills) із питанням застосування ШІ в освітньому процесі. У суспільстві загалом та серед академічної спільноти зокрема виникають побоювання щодо використання ШІ, які пов'язуються з такими ризиками, як: «вбивця професій», «вплив на суспільні погляди через здатність генерувати публікації та коментарі у соціальних мережах», «створення академічних текстів», «загроза витоку особистих і конфіденційних даних». Унаслідок цього в окремих закладах освіти було навіть запроваджено заборону на використання ChatGPT [9].

Певні науковці висловлюють занепокоєння з етичних міркувань [22], можливими негативними наслідками для системи оцінювання, проблемами, пов'язаними з академічною доброчесністю [8], а також із розвитком навичок мислення вищого рівня [31].

Математична освіта розвивається у відповідь на потребу в розвитку критичного мислення, навичок вирішення проблем та цифрової грамотності. Дослідження критичного мислення має особливу значущість у контексті технологічного розвитку суспільства та трансформаційних процесів в освіті. Глобалізація й цифровізація розширили доступ до знань, виходячи за межі традиційної системи навчання. Водночас це зумовило підвищення ризику поверхневого засвоєння інформації та формування хибних уявлень через її

некритичне сприйняття. Критичне мислення, як провідний інструмент усвідомленого й результативного аналізу інформаційних потоків, виступає не лише когнітивною навичкою, а й багатовимірним явищем, що охоплює складові логіки, філософії, психології та педагогіки.

Важливість критичного мислення підтверджується його значною роллю у формуванні компетентностей майбутнього. За даними Всесвітнього економічного форуму, ця навичка входить до трійки провідних умінь, необхідних для успішної професійної діяльності у XXI столітті, поряд із здатністю розв'язувати складні проблеми та проявляти креативність. Розвиток критичного мислення визначено одним із пріоритетних завдань сучасної системи освіти [60]. Відповідно до Концепції розвитку природничо-математичної (STEM) освіти, ухваленої Міністерством освіти і науки України, критичне мислення виступає ключовим чинником формування інноваційного підходу до пізнання, а також підготовки майбутніх фахівців, здатних продукувати нові ідеї та приймати виважені, аргументовані рішення в будь-яких умовах.

Штучний інтелект вважається однією з найвпливовіших технологій сучасності, яка охоплює практично всі сфери суспільного життя [62]. Його застосування змінює традиційні підходи до обробки інформації, прийняття рішень і оптимізації процесів. Це, своєю чергою, вимагає від фахівців не лише глибоких знань, а й умінь критично аналізувати та оцінювати результати, що генерує ШІ [48].

Сучасний науковий дискурс щодо штучного інтелекту та його впливу на освіту здебільшого зосереджується або на викликах, які він створює для освітян [30], або ж на можливостях, які відкриває як для викладачів, так і для учнів [37]. Дослідники підкреслюють значущість розвитку критичного мислення у учнів, адже саме воно забезпечує ефективне використання ШІ, зокрема вміння відрізняти достовірну інформацію від маніпуляцій та дезінформації [28]. Отже,

для продуктивної роботи з ІІІ необхідно мати сформовані навички критичного мислення.

Пропонуємо подивитися на проблему з іншого боку, замість пошуку загроз у використанні ІІІ розглядати його як інструмент відкриття нових можливостей. Іншими словами, акцент робиться не лише на необхідності володіння критичним мисленням для взаємодії з ІІІ, а й на потенціалі ІІІ як засобу формування цієї навички.

Високий рівень навчальних досягнень учнів характеризується не тільки вмінням розв'язувати різні математичні задачі, доводити теореми, будувати рисунки та читати їх, але й умінням знаходити помилки. Для їх виявлення учню необхідний достатньо високий рівень критичного мислення. У цьому контексті критичне мислення в навчанні математики можна розуміти як здатність глибоко аналізувати інформацію, виявляти та виправляти логічні помилки у твердженнях, з'ясовувати їхні причини, аргументувати власні думки, зберігати розумну частку сумніву й прагнути до пошуку найраціональніших способів розв'язання задач.

Процесі виявлення помилок можна «моделювати», використовуючи чат-бот зі штучним інтелектом ChatGPT як інструмент для розвитку критичного мислення. Як приклад можна розглянути завданнями, які можна запропонувати учням як домашню роботу, чи на основі цієї ідеї запропонувати виконати проєкт.

Додаткове завдання. Щоб я міг точно проаналізувати розв'язок, надішліть, будь ласка, текст задачі та відповідь ChatGPT. Тоді я детально перевірю, чи рішення правильне, і вкажу на можливі помилки? (рис. 2.5).



ChatGPT

Щоб знайти градусну міру вписаного кута $\angle ABC$, нам спочатку потрібно знайти градусні міри дуг $\widehat{AC}$ та $\widehat{AB}$. За умовою задачі, ми знаємо, що градусні міри цих дуг співвідносяться як 7 до 11.

Нехай x - градусна міра дуги $\widehat{AC}$, тоді градусна міра дуги $\widehat{AB}$ дорівнює $\frac{11}{7}x$.

Загалом, градусна міра повного кола дорівнює 360° . Отже, можемо записати рівняння:

$$x + \frac{11}{7}x = 360^\circ$$

Розв'язуючи це рівняння, отримаємо:

$$\frac{18}{7}x = 360^\circ$$

$$x \approx 140^\circ$$

Тепер, коли ми знайшли градусну міру дуги $\widehat{AC}$, ми можемо використати той самий результат, щоб знайти градусну міру вписаного кута $\angle ABC$. Таким чином, $\angle ABC = \frac{11}{2}x$:

$$\angle ABC \approx \frac{11}{2} \times 140^\circ$$

$$\angle ABC \approx 11 \times 70^\circ$$

$$\angle ABC \approx 770^\circ$$

Отже, градусна міра вписаного кута $\angle ABC$ приблизно дорівнює 770° .

Рис. 2.5. Завдання на відшукування помилки у розв'язанні

На зауваження щодо помилок ChatGPT намагається їх виправити, проте цей процес виявляється неуспішним.

Зауважимо, що виконання додаткового завдання сприяє розвитку критичного мислення у учнів. Воно формує усвідомлення того, що результати, отримані за допомогою цифрових технологій, включно з ШІ, не слід сприймати беззаперечно. Учні мають критично оцінювати, аналізувати та інтерпретувати ці результати відповідно до конкретної задачі, оскільки моделі ШІ не завжди демонструють повну надійність у деталях: вони можуть допускати обчислювальні помилки, пропускати проміжні кроки в міркуваннях або некоректно інтерпретувати математичні властивості (наприклад, характеристики функцій або логіку результатів). Так, дослідження показало, що великі мовні

моделі (LLM) часто помиляються на проміжних етапах доведень чи розв'язань, навіть якщо остаточний результат у більшості випадків є правильним. Це підкреслює необхідність для вчителя перевіряти не лише фінальний результат завдання, а й усі проміжні логічні кроки, щоб забезпечити точність і глибину оцінювання знань учнів.

Також існує ймовірність того, що учні можуть сприймати ШІ як «готове рішення» та не докладати власних зусиль до розв'язання завдань. Такий підхід зменшує розвиток критичного мислення, математичної інтуїції та творчих навичок. Так, експериментальні дослідження, проведені серед школярів у Туреччині, показали, що учні, які використовували ChatGPT для виконання практичних вправ, демонстрували кращі результати у самих завданнях, але їхні показники на тестах без допомоги системи були нижчими, що свідчить про зменшення самостійності в навчанні.

2.4. Використання засобів штучного інтелекту для урізноманітнення навчального матеріалу

Протягом тривалого часу учителі математики активно опановували найсучасніші технології, прагнучи якомога більше зацікавити учнів. Сучасні технології відкривають для учителів нові можливості щодо активізації пізнавальної діяльності учнів. Міністерство освіти і науки України приділяє значну увагу впровадженню цифрових технологій у навчання математики. Використання новітніх технологій сприяє підвищенню ефективності освітнього процесу та забезпечує перехід на якісно новий рівень навчання математики.

Застосування засобів штучного інтелекту для урізноманітнення навчального матеріалу при вивченні математики належить до перспективних напрямів сучасної педагогіки. ШІ дає змогу інтегрувати традиційні методи навчання з сучасними технологічними рішеннями, відкриваючи нові можливості

для стимулювання пізнавальної активності учнів та підвищення професійної компетентності викладачів [10].

Застосування ІІІ пов'язують із підготовкою до занять, розробкою тестових завдань, проведенням уроків, перевіркою навчальних досягнень учнів, а також організацією позакласної діяльності. Особливу увагу приділяють використанню ІІІ для генерації ідей та підготовки завдань різної складності. Викладач може задавати тематику уроку, після чого система ІІІ пропонує декілька варіантів прикладів та вправ (рис. 2.6) з урахуванням рівня знань учнів та їхніх індивідуальних інтересів [32]. Такий підхід дозволяє формувати адаптивний навчальний матеріал, що сприяє підвищенню мотивації та активності учнів у навчальному процесі.

ChatGPT ▾

↑ Поділитися

☰ ...

Привіт, мені потрібно 5 вправ для профільного рівня на тему "Правила обчислення похідної"

Привіт! Ось 5 вправ для профільного рівня на тему «Правила обчислення похідної», які можна використати для самостійної роботи або контрольної:

Вправа 1.
Знайдіть похідну функції:

$$y = (3x^2 - 5x + 2)^4$$

Підказка: Використати правило ланцюга.

ChatGPT ▾

↑ Поділитися

☰ ...

Вправа 2.

Обчисліть похідну функції:

$$y = \frac{\sin x}{x^2 + 1}$$

Підказка: Використати правило частки та похідну тригонометричної функції.

Вправа 3.

Знайдіть похідну функції:

$$y = x^3 \ln(x^2 + 1)$$

Підказка: Використати правило добутку та похідну логарифмічної функції.

ChatGPT ▾

↑ Поділитися

☰ ...

Вправа 4.

Обчисліть похідну функції:

$$y = e^{2x} \cos(3x)$$

Підказка: Використати правило добутку та похідні експоненціальної і тригонометричної функцій.

Вправа 5.

Знайдіть похідну функції:

$$y = \sqrt{5x^2 + 4x + 1}$$

Підказка: Використати правило похідної складеної функції (ланцюгове правило).

Рис. 2.6. Вправи, запропоновані ШІ, на тему «Правила обчислення похідної»

Ще одним перспективним напрямом є автоматизоване формування конспектів і навчальних матеріалів за допомогою ШІ. Системи штучного інтелекту здатні організовувати інформацію, виділяти основні поняття, створювати логічну послідовність викладу та забезпечувати зрозуміле представлення навчального матеріалу [48]. Такий підхід значно спрощує підготовку до уроків і дозволяє викладачеві більше уваги приділяти розвитку вмінь та навичок учнів.

Приклад конспекту уроку, який згенерував ChatGPT зображено нижче (рис. 2.7).

ChatGPT ▾

↑ Поділитися

Привіт, мені потрібно конспект уроку з математики на тему "Показникові рівняння" для учнів 11 класу із стандартним рівнем складності матеріалу.



Чудово, ось повний конспект уроку математики для 11 класу на тему «Показникові рівняння» для учнів із стандартним рівнем складності 📌

Конспект уроку з математики

Клас: 11

Тема: Показникові рівняння

Рівень: стандартний

Тип уроку: вивчення нового матеріалу з елементами практичного застосування

Тривалість: 45 хв



Мета уроку

Навчальна:

- сформувати поняття про показникові рівняння та основні способи їх розв'язування;
- навчити учнів розв'язувати показникові рівняння шляхом зведення до однакової основи або використання властивостей показникової функції;
- ознайомити з випадками, коли показникове рівняння розв'язується за допомогою заміни змінної.

Розвивальна:

- розвивати логічне й аналітичне мислення, навички узагальнення та систематизації знань;
- удосконалити вміння працювати з математичними виразами, виконувати перетворення степеневих форм.

Виховна:

- виховувати відповідальне ставлення до навчання, уважність, наполегливість та інтерес до предмета.

Обладнання

- мультимедійна презентація або інтерактивна дошка;
- картки з прикладами для усної роботи;
- калькулятори (за потреби).

Хід уроку

1. Організаційний момент (2 хв)

Привітання, перевірка готовності учнів, оголошення теми й мети заняття.

Учитель: «Сьогодні ми розглянемо показникові рівняння — один із найважливіших типів рівнянь у шкільному курсі алгебри, які часто зустрічаються як у завданнях ЗНО, так і в реальних наукових розрахунках».

2. Актуалізація опорних знань (5 хв)

Фронтальне опитування:

1. Що таке показникова функція?
2. Які її основні властивості?
3. Як виглядає графік функції $y = a^x$, якщо $a > 1$ або $0 < a < 1$?
4. Які основні властивості степенів ви знаєте?

Усні вправи:

1. Обчисліть: $2^3 \cdot 2^2$, $5^4 : 5^2$, $(3^2)^3$.
2. Запишіть у вигляді степеня: $4^3 \cdot 4^2$.

3. Мотивація навчальної діяльності (2 хв)

Учитель пояснює, що показникові рівняння мають практичне значення в багатьох сферах — фізиці, хімії, біології, фінансах, коли йдеться про процеси росту чи спаду (наприклад, радіоактивний розпад, інфляція, нарахування відсотків).

4. Вивчення нового матеріалу (15 хв)

Визначення

Показниковим рівнянням називається рівняння, у якому змінна знаходиться в показнику степеня.

Приклади:

$$2^x = 8, 5^{2x-1} = 25, 3^{x+1} = 9^{2x-3}$$

Основні способи розв'язування

1. Зведення до однакової основи

Якщо можливо подати обидві частини рівняння з однаковою основою a , то

$$\text{якщо } a^x = a^y, \text{ де } a > 0, a \neq 1, \text{ то } x = y.$$

Приклад 1:

$$2^x = 8$$

$$8 = 2^3 \Rightarrow 2^x = 2^3 \Rightarrow x = 3$$

Приклад 2:

$$9^{x+1} = 27^{x-2}$$

$$9 = 3^2, 27 = 3^3 \Rightarrow 3^{2x+2} = 3^{3x-6} \Rightarrow 2x + 2 = 3x - 6 \Rightarrow x = 8.$$

2. Використання властивостей показникової функції

Якщо рівняння має вигляд $a^{f(x)} = b$, то можна перейти до логарифмів (для учнів, які це вже проходили):

$$f(x) = \log_a b.$$

Приклад 3:

$$5^{2x-1} = 125 \Rightarrow 125 = 5^3 \Rightarrow 2x - 1 = 3 \Rightarrow x = 2.$$

3. Заміна змінної

Якщо рівняння містить кілька показникових виразів, наприклад a^{2x} і a^x , зручно зробити заміну $a^x = t$.

Приклад 4:

$$2^{2x} - 5 \cdot 2^x + 6 = 0.$$

Позначимо $2^x = t$, $t > 0$:

$$t^2 - 5t + 6 = 0 \Rightarrow (t - 2)(t - 3) = 0 \Rightarrow t = 2 \text{ або } t = 3.$$

Повертаємось до x :

$$2^x = 2 \Rightarrow x = 1;$$

$$2^x = 3 \Rightarrow x = \log_2 3.$$

Відповідь: $x = 1, \log_2 3$.

5. Первинне закріплення знань (10 хв)

Завдання для учнів (усно або письмово):

- $3^{2x-1} = 27^{x+2}$
- $4^{x+1} = 8^{x+2}$
- $5^{x+2} = 25^{x-1}$
- $2^{2x} - 5 \cdot 2^x + 6 = 0$

Учні виконують завдання, учитель перевіряє окремі рішення на дошці.

6. Самостійна робота (8 хв)

Варіант 1:

- $9^{x-1} = 27^{x+2}$
- $3^{2x} - 10 \cdot 3^x + 9 = 0$

Варіант 2:

- $4^{x+1} = 2^{2x-1}$
- $5^{2x} - 6 \cdot 5^x + 5 = 0$

Перевірка результатів — взаємоперевірка або обговорення з класом.

7. Підсумок уроку (3 хв)

Обговорення:

- Що називають показниковим рівнянням?
- Який основний метод їх розв'язування?
- У яких випадках доцільно робити заміну змінної?

Учитель підсумовує:

«Ми сьогодні навчилися розпізнавати показникові рівняння та розв'язувати їх різними способами. Ці знання стануть у пригоді під час вивчення логарифмічних рівнянь і підготовки до ЗНО.»

8. Домашнє завдання

1. Опрацювати § ... (з підручника).
2. Розв'язати:
 1. $2^{3x-1} = 8^{x+1}$;
 2. $3^{2x} - 7 \cdot 3^x + 10 = 0$;
 3. (для бажаних) $5^{x+2} - 5^x = 150$.

Рис 2.7. Конспект уроку згенерований ChatGPT

Проаналізувавши даний конспект можна зазначити, що мета уроку сформульована деталізовано, все, що зазначено у меті реалізовано у контексті. Всі етапи уроку наявні, окрім перевірки домашнього завдання. Також вважаємо, що на мотивацію навчальної діяльності виділено мало часу, оскільки дана тема має практичне значення в багатьох сферах. Щодо вивчення нового матеріалу, то тут можна зазначити, що в другому способі йде мова про поняття логарифма, а на прикладі використовується спосіб зведення до однакової основи, що не є некоректним, оскільки поняття «логарифм» вивчається пізніше.

Розібравши недоліки, можна зробити висновки, що даний конспект можна використовувати, але потрібно врахувати неточності та невідповідності до навчальної програми і відредагувати, тобто згенерований конспект уроку можна взяти за основу.

Крім того, ШІ активно використовується для розробки цікавих і нестандартних завдань. Системи штучного інтелекту можуть створювати приклади, що виходять за межі шкільної програми, включаючи міжпредметні

зв'язки та ситуації з реального життя [22]. Це сприяє формуванню критичного і аналітичного мислення, а також розвитку в учнів умінь логічно аргументувати та робити обґрунтовані висновки.

Приклад завдань підвищеної складності на тему «Площа криволінійної трапеції. Визначений інтеграл», які згенерував ChatGPT зображено нижче (рис. 2.8.).

ChatGPT   Поділитись

    ...

Привіт, можеш створити три завдання підвищеної складності на тему "Площа криволінійної трапеції. Визначений інтеграл."

Звісно! 🙌

Ось три завдання підвищеної складності на тему «Площа криволінійної трапеції. Визначений інтеграл» — підходять для учнів 11 класу або підготовки до НМТ / ЗНО.

ChatGPT   Поділитись

◆ Завдання 1

Знайдіть площу фігури, обмеженої графіками функцій

$$y = x^2 \quad \text{та} \quad y = 2x + 3.$$

Розв'язання:

Знайдемо точки перетину:

$$x^2 = 2x + 3 \Rightarrow x^2 - 2x - 3 = 0 \Rightarrow (x - 3)(x + 1) = 0 \Rightarrow x = -1, x = 3.$$

Площа між графіками:

$$S = \int_{-1}^3 ((2x + 3) - x^2) dx = \left(x^2 + 3x - \frac{x^3}{3} \right) \Big|_{-1}^3 = \frac{64}{3}.$$

✅ Відповідь: $S = \frac{64}{3}$.

◆ Завдання 2

Обчисліть площу фігури, обмеженої графіками

$$y = \cos x \quad \text{та} \quad y = \sin x$$

на відрізку $[0; \pi/2]$.

Розв'язання:

На цьому проміжку $\cos x > \sin x$.

$$S = \int_0^{\pi/2} (\cos x - \sin x) dx = (\sin x + \cos x) \Big|_0^{\pi/2} = (1 + 0) - (0 + 1) = 0.$$

Отже, ця ділянка не має площі в класичному розумінні — функції перетинаються в точці $x = \pi/4$, тому потрібно врахувати дві частини:

$$S = \int_0^{\pi/4} (\cos x - \sin x) dx + \int_{\pi/4}^{\pi/2} (\sin x - \cos x) dx = 2(\sqrt{2} - 1).$$

✓ Відповідь: $S = 2(\sqrt{2} - 1)$.

◆ Завдання 3

Знайдіть площу фігури, обмеженої графіком функції

$$y = |x^2 - 4|$$

та віссю Ox .

Розв'язання:

Розіб'ємо функцію на дві частини:

- при $|x| < 2$: $y = 4 - x^2$;
- при $|x| \geq 2$: $y = x^2 - 4$.

Площа:

$$S = \int_{-2}^2 (4 - x^2) dx + 2 \int_2^a (x^2 - 4) dx,$$

але функція $y = x^2 - 4$ не перетинає вісь Ox до нескінченності, тому розглянемо лише центральну ділянку.

$$S = \int_{-2}^2 (4 - x^2) dx = \left(4x - \frac{x^3}{3}\right) \Big|_{-2}^2 = \frac{32}{3}.$$

✓ Відповідь: $S = \frac{32}{3}$.



Рис. 2.8. Завдання підвищеної складності, згенеровані ChatGPT

Здійснивши аналіз завдань, які згенерував ChatGPT, можна зазначити, що перше завдання не відноситься до завдань підвищеної складності, оскільки в ньому використовуються основні властивості елементарних функцій. Також ChatGPT допустив помилку в обчисленні визначеного інтеграла.

Щодо другого завдання можна помітити, що спочатку ChatGPT почав обчислювати площу, не враховуючи властивості графіків тригонометричних функцій, в результаті чого отримав невірну відповідь. Після цього ChatGPT врахував властивості графіків, знайшов точку перетину, в результаті чого отримав правильну відповідь.

У третьому завданні важливо врахувати властивості графіків з модулем, що і зробив ChatGPT. Завдання розв'язано правильно.

З недоліків можна відмітити те, що ChatGPT не надає графіків у своїх розв'язках, та надає короткі обчислення без пояснення.

На нашу думку, друге та третє завдання можна вважати завданнями підвищеної складності, також дані завдання сприяють формуванню критичного і аналітичного мислення, а також розвитку в учнів умінь логічно аргументувати та робити обґрунтовані висновки.

Інтеграція штучного інтелекту у навчальний процес відкриває можливості для реалізації диференційованого підходу до навчання. ШІ-системи здатні адаптувати складність завдань під конкретного учня, пропонуючи як простіші, так і більш складні варіанти, що підвищує мотивацію та сприяє розвитку навичок самостійного навчання і критичного мислення [8].

Приклад завдань на тему «Правила обчислення похідної», які згенерував ChatGPT наведено нижче (рис. 2.9).

Привіт, потрібно п'ять завдань для учнів 10 класу на тему "Правила обчислення похідної" різної складності, як простіші, так і більш складні варіанти, для розвитку навичок самостійного навчання і критичного мислення.

Чудово 👍

Ось добірка п'яти завдань різного рівня складності на тему «Правила обчислення похідної» для учнів 10 класу, які сприяють розвитку самостійності, логічного та критичного мислення.

📊 Завдання 1 (базовий рівень)

Обчисліть похідну функції:

$$y = 3x^4 - 2x^3 + 5x - 7$$

Очікуваний хід думки учня: застосувати основні правила диференціювання степеневих функцій.

✅ Відповідь:

$$y' = 12x^3 - 6x^2 + 5$$

🧠 Завдання 2 (середній рівень)

Знайдіть похідну функції:

$$y = (2x^3 - 5x) \cdot (x^2 + 4)$$

Підказка: застосуйте правило добутку похідних:

$$(u \cdot v)' = u'v + uv'$$

✅ Відповідь:

$$y' = (6x^2 - 5)(x^2 + 4) + (2x^3 - 5x)(2x)$$

⚙️ Завдання 3 (підвищений рівень)

Обчисліть похідну функції:

$$y = \frac{x^2 + 3x - 2}{x - 1}$$

Підказка: скористайтесь правилом частки:

$$\left(\frac{u}{v}\right)' = \frac{u'v - uv'}{v^2}$$

✅ Відповідь:

$$y' = \frac{(2x + 3)(x - 1) - (x^2 + 3x - 2) \cdot 1}{(x - 1)^2} = \frac{x^2 - 2x - 1}{(x - 1)^2}$$

Завдання 4 (просунутий рівень)

Знайдіть похідну функції:

$$y = (3x^2 - 2x) \cdot e^x$$

Підказка: застосуйте правило добутку та властивість похідної експоненти.

 Відповідь:

$$y' = (6x - 2)e^x + (3x^2 - 2x)e^x = e^x(3x^2 + 4x - 2)$$

Завдання 5 (творчий рівень / розвиток критичного мислення)

Учень отримав похідну:

$$y' = 3x^2 \cos x - x^3 \sin x$$

Визначте, якою могла бути початкова функція y , якщо похідна отримана за правилом добутку.

Спробуйте відновити її самостійно.

Підказка: знайдіть два можливих множники u і v , такі що $y = u \cdot v$, а $y' = u'v + uv'$.

 Можливий варіант відповіді:

$$y = x^3 \cos x$$

Рис. 2.9. Різномірні завдання, згенеровані ChatGPT

Зазначимо, що завдання, які згенерував ChatGPT, частково можна уважати різномірними: простіші орієнтовані на відтворення знань, складніші – на застосування властивостей логарифмів. Однак різниця між рівнями не завжди чітко виражена. Зміст завдань відповідає програмі 11 класу, але формулювання окремих пунктів потребує уточнення (зокрема, умови мають бути коротшими й точнішими). Розв'язання здебільшого правильні, однак місцями бракує пояснення етапів або обґрунтування вибору властивості логарифма. Методично доцільно урівноважити кількість завдань репродуктивного та творчого рівня.

Окрім цього, штучний інтелект виступає ефективним інструментом підготовки до олімпіад і конкурсів. Він здатний моделювати різні варіанти завдань, перевіряти їхні розв'язання, аналізувати допущені помилки та пропонувати альтернативні способи розв'язання. Це дає учителям математики

змогу відпрацьовувати навички критичного мислення та аналітичного підходу у симульованому середовищі до роботи з реальними учнями.

Додатково III може допомагати у складанні календарного планування.

Приклад календарного планування, який згенерував ChatGPT зображено нижче (рис 2.10).

ChatGPT ▾ ↑ Поділитись

Склади календарне планування з алгебри для учнів 10 класу на 2025 рік із стандартним рівнем складності.

Ось орієнтовне календарно-тематичне планування з алгебри й початків аналізу для 10 класу, стандартного рівня, на навчальний рік (приблизно 70 годин, 2 години на тиждень). Можеш його адаптувати під свій навчальний заклад, враховуючи святкові дні, канікули й резервні години.

Календарне планування з алгебри і початків аналізу — 10 клас, стандартний рівень

Семестр	Назва теми	Орієнтовна кількість годин	Основні підтеми • ключові моменти
I семестр		~32 години	
Тема 1. Повторення курсу алгебри 9 класу та вступ до теми функцій	3 год	— відновлення знань з раціональних виразів, рішень рівнянь і нерівностей; поняття функції, її область визначення.	
Тема 2. Функції, їхні властивості та графіки	12 год	види функцій (лінійна, квадратична, степенева, коренева); область визначення; монотонність; парність / непарність; максимум / мінімум; побудова графіків; застосування степеневих функцій.	

Тема 3. Тригонометричні функції	8 год	визначення синусу, косинусу, тангенса, котангенса, графіки; властивості; періодичність; основні значення; використання в задачах.
---------------------------------------	-------	---

Тема 4. Польові / логарифмічні (за потреби) або підготовка до теми похідної	4 год	можливо логарифми, показникові функції — залежно від програми; готівка до розуміння зміни функцій, проміжних понять.
---	-------	--

Контрольна робота 1	1 год	підсумок тем «Функції, їхні властивості та графіки», «Тригонометричні функції».
---------------------	-------	--

Резерв / перевірка знань	4–5 год	на випадок пропусків, потреби повторення або корекції.
-----------------------------	---------	---

Семестр	Назва теми	Орієнтовна кількість годин	Основні підтем • ключові моменти
---------	---------------	----------------------------	--

II семестр		~38 годин	
------------	--	-----------	--

Тема 5. Похідна — поняття, правила обчислення	10 год	що таке похідна функції; інтерпретація — швидкість зміни; правила диференціювання (степеневих функцій, суми, добутку, частки), похідна складної функції (за потреби); приклади.
---	--------	--

Тема 6. Застосування похідної	8 год	знаходження екстремумів; дослідження функцій; прикладні задачі на прикладну спрямованість; оптимізація невеликих задач.
----------------------------------	-------	---

Тема 7. Показникові, логарифмічні рівняння та нерівності	6 год	вирішення, властивості, застосування в контексті функцій; зміна етапів рішення; аналіз.
---	-------	--

Тема 8. Повторення і систематизація матеріалу	4 год	ключові теми: функції, похідна, рівняння; аналіз помилки; вправи різного типу.
---	-------	---

Контрольна робота 2 / підсумкова	1 год	охоплює теми II семестру.
-------------------------------------	-------	---------------------------

Резерв / корекція	5–6 год	на випадок потреби, додаткові вправи, індивідуальна робота.
-------------------	---------	--

Додаткові моменти

- **Контрольні роботи:** мінімум дві — одна в I семестрі, одна в II.
- **Домашні роботи:** регулярно, з тем що пройшли, щоб закріпити матеріал.
- **Практичні / творчі завдання:** включати задачі, що потребують аналізу, порівнянь, самостійного вибору методу рішення.
- **Застосування ІКТ:** графіки функцій, демонстрації, використання програм чи додатків для побудов.
- **Резервні години:** передбачені в плані, щоби мати можливість надолужити пропущене та коригувати темпи роботи.

Рис. 2.10. Календарне планування, згенероване ChatGPT

Зазначимо, що календарне планування загалом відповідає програмі рівня стандарту для 11 класу: теми охоплюють основний зміст, а послідовність подання логічна. Розподіл годин у цілому адекватний, проте окремі теми перевантажені теоретичним матеріалом без достатньої кількості годин на практику чи узагальнення. Форма близька до стандартної, однак є недоліки: відсутні вказівки на очікувані результати навчання, не завжди чітко визначено вид діяльності учнів (практична, контрольна, узагальнююча), місцями не зазначено резервні години. Доцільно також уточнити формулювання тем, щоб вони відповідали навчальній програмі.

Отже, застосування засобів штучного інтелекту у навчанні математики є багатогранним явищем, що охоплює генерацію ідей, створення конспектів, формування задач та аналіз рішень, диференційований підхід до навчання та розвиток критичного мислення. Крім того, ШІ допомагає вчителю оперативно оцінювати виконані завдання та надавати персоналізовані рекомендації. Наприклад, система може автоматично перевіряти відповіді учнів, визначати поширені помилки та пропонувати шляхи їх виправлення. Такий підхід не лише економить час вчителя, але й робить навчальний процес більш індивідуалізованим та мотивуючим, адже учні отримують швидкий зворотний зв'язок і можливість коригувати власні помилки [31].

2.5. Використання штучного інтелекту для створення засобів контролю знань учнів

У сучасній системі математичної освіти різноманітні засоби контролю знань (тести, контрольні роботи, завдання для самостійної перевірки та методики діагностики помилок) залишаються ключовим інструментом оцінювання навчального процесу. Водночас дедалі більше уваги привертає використання технологій штучного інтелекту, здатних істотно оптимізувати процес створення, організації та аналізу таких засобів контролю. Застосування ШІ дозволяє не лише автоматизувати рутинні етапи роботи, а й підвищити об'єктивність та якість оцінювання, зробивши його більш оперативним, адаптивним і зорієнтованим на типові помилки учнів.

В цьому контексті одним із ключових напрямів використання штучного інтелекту є створення тестових завдань з математики, які відповідають змісту курсу, враховують характерні помилки учнів та передбачають різні рівні складності. Важливою умовою створення ефективних інструментів оцінювання є чітке формулювання параметрів учителем при формулюванні промпта: зазначення теми, рівня складності (початковий, середнього, достатній чи високий), а також формату завдань (тестове завдання із вибором однієї чи кількох правильних відповідей, завдання з відкритою відповіддю, вправи на встановлення відповідностей чи побудову). При цьому учитель має перевіряти, щоб у добірці завдань були як елементарні (для всіх учнів), так і більш складні (для більш підготовлених), що забезпечить не лише об'єктивну діагностику знань, а й стимулювання інтелектуального розвитку.

Технології штучного інтелекту можуть бути корисними не лише для створення завдань, але й для аналізу результатів контролю знань. Такі моделі здатні автоматично перевіряти відповіді учнів, виявляти характерні помилки (наприклад, використання неправильного методу диференціювання чи неточності в арифметичних обчисленнях) та пропонувати персоналізовані

підказки з поясненням, у чому саме допущена помилка та як її можна виправити. Прикладом такого інструменту є QUICK-Comments від платформи ASSISTments, який демонструє, що ШІ може ефективно підтримувати процес оцінювання відкритих відповідей, формуючи попередні коментарі для вчителя. Учитель при цьому має можливість відкоригувати їх або використати як основу для остаточного зворотного зв'язку. Це значно зменшує навантаження на викладача й дозволяє зосередитися на методичному розгляді більш складних і нетипових випадків.

У процесі проведення контрольних робіт та підсумкового оцінювання штучний інтелект може стати ефективним інструментом для створення кількох варіантів завдань, що допомагає зменшити ризик списування й водночас гарантує однаковий рівень складності. Наприклад, при підготовці до екзаменів чи математичних олімпіад вчитель задає необхідні параметри (кількість запитань, типи завдань, часові межі виконання), а система автоматично формує два, три чи більше варіантів контрольної роботи. Такий підхід дозволяє оцінювати не лише здатність учнів механічно застосовувати формули, а й рівень глибини їхнього розуміння навчального матеріалу.

Одним із найбільш цінних прикладів застосування штучного інтелекту в математичній освіті є надання зворотного зв'язку в режимі реального часу. Такі інструменти працюють за принципом оперативного аналізу відповідей учня та негайного формування коментарів або підказок після виконання завдання. Подібна практика дозволяє школярам одразу побачити власні помилки, усвідомити їх причини та спробувати знайти правильне рішення, не відкладаючи процес корекції на майбутнє. Завдяки цьому навчання набуває активного та інтерактивного характеру: учень не лише отримує оцінку, а й може безпосередньо впливати на процес формування власних знань.

У науковій літературі підкреслюється ефективність такого підходу. Зокрема, в огляді [14] відзначається, що механізми реального часу для

оцінювання та зворотного зв'язку мають позитивний вплив як на подолання прогалин у знаннях, так і на підвищення рівня мотивації учнів до навчання. Це пояснюється тим, що своєчасний фідбек формує ефект «навчання через дію» та підтримує інтерес до предмета завдяки відчуттю постійного прогресу.

Крім того, існує ризик надмірного стандартизму: автоматично створені завдання часто перевіряють лише процедурні навички, не охоплюючи глибокого розуміння, критичного та креативного мислення.

Для того щоб засоби контролю знань, створені за допомогою штучного інтелекту, ефективно виконували цілі, поставлені вчителем, рекомендується при формулюванні промпта дотримуватися низки методичних рекомендацій.

1. *Чітке формулювання критеріїв завдань.* Вчитель має задавати системі точні параметри: тему, рівень складності, формат відповіді, а також визначати типи помилок, які бажано включати або навпаки уникати, щоб результати контролю були максимально інформативними та відповідали навчальним цілям.

2. *Використання промптів з контролем “ланцюжка мислення”.* Запити до ШІ повинні вимагати від моделі надання не тільки кінцевої відповіді, а й детальних проміжних кроків логічного міркування. Це дозволяє вчителю перевіряти точність обчислень і логіку на кожному етапі рішення, а також виявляти потенційні слабкі місця в розумінні матеріалу.

3. *Використання діагностичних прикладів.* ШІ можна заздалегідь “навчити” на прикладах, спеціально підібраних для перевірки розуміння ключових понять, наприклад, помилок у роботі з алгебраїчними виразами, дробами, геометричними побудовами або похідними. Такі приклади допомагають оцінити рівень засвоєння фундаментальних понять і коригувати подальший навчальний процес.

4. *Регулярна перевірка та редагування завдань.* Підготовлені ШІ матеріали не повинні використовуватися «як є». Якщо система генерує некоректні або логічно суперечливі завдання, вчитель надає правильні варіанти та пояснення, які

III використовує для корекції інших подібних завдань. Вчитель періодично переглядає створені завдання, вносить виправлення, додає пояснення, адаптує контекст під конкретний клас або рівень підготовки учнів. Це дозволяє підвищити якість та відповідність завдань навчальним цілям.

5. *Забезпечення зворотного зв'язку учням.* Після виконання завдань учні отримують коментарі не лише про правильність відповідей, а й пояснення причин помилок, а також підказки щодо альтернативних підходів. Такий підхід сприяє формуванню глибшого розуміння матеріалу та розвитку критичного мислення.

6. *Поєднання автоматизованого та традиційного оцінювання.* Найбільш ефективним є комбінування AI-завдань із класичними методами перевірки знань: усними відповідями, письмовими роботами, презентаціями або проектними завданнями. Це знижує ризик надмірної залежності від автоматизованих рішень та забезпечує комплексну оцінку знань і навичок учнів.

7. *Ланцюгові підказки та корекція завдань під час написання промптів.* Для підвищення точності та педагогічної цінності завдань, створених із використанням III, застосовується метод ланцюгових підказок (chain-of-thought prompting). Суть цього підходу полягає у тому, що складне завдання розбивається на логічні етапи, що дозволяє не лише контролювати результат, але й забезпечити проміжний аналіз:

1. Визначення мети завдання та основної тематики уроку.
2. Генерація початкових запитань та можливих варіантів відповідей.
3. Перевірка правильності розв'язань та виявлення помилок.
4. Надання рекомендацій, пояснень та підказок для виправлення виявлених неточностей.

Цей підхід дозволяє викладачу активно керувати роботою системи III: вносити уточнення, редагувати формулювання завдань і забезпечувати відповідність створених матеріалів навчальній програмі. Наприклад, якщо III згенерував некоректне рівняння або логічно суперечливу задачу, вчитель може

надати правильний варіант, після чого система автоматично скоригує інші пов'язані завдання, підтримуючи цілісність і послідовність навчального матеріалу [28].

У підсумку, впровадження штучного інтелекту для створення засобів контролю знань у навчанні математики демонструє значний потенціал, однак його ефективність значною мірою залежить від правильного методичного супроводу. Коли вчитель активно керує процесом генерації та оцінки завдань, встановлює чіткі параметри, перевіряє проміжні кроки рішень і забезпечує учням якісний зворотний зв'язок, засоби контролю перетворюються з формальної перевірки на інструмент реального розвитку знань і навичок.

Приклад тесту, який згенерував ChatGPT зображено нижче (рис 2.11).

ChatGPT ▾

↑ Поділитися

Привіт, створи тест для учнів 11 класу з середнім рівнем складності та розподілом балів на тему "Логарифм і його властивості"

Ось приклад готового тесту з математики для 11 класу на тему «Логарифм і його властивості»

(середній рівень складності, 12-бальна система оцінювання, різні типи завдань).



Тест з теми «Логарифм і його властивості» (11 клас)

Рівень: стандартний

Час виконання: 30 хв

Максимум: 12 балів

Частина I. Тестові завдання (по 1 балу)

(Обери одну правильну відповідь)

1. Обчисліть $\log_2 8$:

- а) 2
- б) 3 ☒
- в) 4
- г) 6

2. Визначте, яке з тверджень є правильним:

- а) $\log_a(bc) = \log_a b - \log_a c$
- б) $\log_a(b+c) = \log_a b + \log_a c$
- в) $\log_a(b/c) = \log_a b - \log_a c$ ☒
- г) $\log_a b = \frac{\log_c a}{\log_c b}$

3. Знайдіть x , якщо $\log_5 x = 2$:

- а) $x = 7$
- б) $x = 25$ ☒
- в) $x = 10$
- г) $x = 20$

4. Знайдіть $\log_{10} 1$:

- а) 1
- б) 0 ☒
- в) 10
- г) не існує

5. Яке з наведених рівнянь не має розв'язку?

- а) $\log_2 x = 4$
- б) $\log_3(-9) = 2$ ☒
- в) $\log_5 25 = 2$
- г) $\log_{10} 100 = 2$

Разом за частину I — 5 балів

Частина II. Завдання з короткою відповіддю (по 2 бали)

6. Обчисліть:

$$\log_3 27 + \log_2 8$$

Розв'язання: $3 + 3 = 6$.

☒ Відповідь: 6.

(2 бали)

7. Знайдіть значення виразу:

$$\frac{\log_2 16}{\log_2 4}$$

Розв'язання: $\frac{4}{2} = 2$.

☒ Відповідь: 2.

(2 бали)

Разом за частину II — 4 бали

Частина III. Завдання підвищеної складності (по 1,5–2 бали)

8. Розв'яжіть рівняння:

$$\log_4(x - 3) = 2$$

Розв'язання: $x - 3 = 16 \Rightarrow x = 19$.✓ Відповідь: $x = 19$.

(2 бали)

9. Доведіть тотожність:

$$\log_a \frac{b}{c} = \log_a b - \log_a c$$

Доведення:

За властивістю логарифма добутку

$$\log_a(b \cdot c^{-1}) = \log_a b + \log_a c^{-1} = \log_a b - \log_a c.$$

✓ Тотожність доведено.

(1 бал)

10. Обчисліть значення виразу:

$$\log_2 32 - \log_2 8 + \log_2 4$$

Розв'язання: $5 - 3 + 2 = 4$.

✓ Відповідь: 4.

(1 бал)

Разом за частину III — 4 бали

✓ Підсумковий розподіл балів

Частина	Тип завдань	Кількість	Балів за завдання	Разом
I	Тестові	5	1	5
II	Коротка відповідь	2	2	4
III	Підвищена складність	3	1–2	3
Усього:		10		12 балів

Рис. 2.11. Тест (діагностична робота), згенерований ChatGPT

Зазначимо, що тест загалом відповідає змісту програми рівня стандарту для 11 класу, перевіряє основні знання про логарифми та їхні властивості. Формулювання більшості завдань коректне, але подекуди бракує чіткого зв'язку з реальними навчальними результатами, визначеними у Державному стандарті

профільної середньої освіти. Не всі завдання охоплюють різні групи результатів – більшість перевіряє лише відтворення знань, тоді як аналітичні та практичні уміння представлені слабше.

Серед недоліків можна відзначити:

- відсутнє чітке розмежування за рівнями складності;
- окремі питання сформульовано занадто загально або без контексту;
- розв'язання вимагають уточнення логічних кроків та обґрунтування;
- не наведено критеріїв оцінювання відповідно до груп результатів.

ІІІ також відкриває нові можливості для створення інтерактивних і практичних завдань, які сприяють більш глибокому засвоєнню математичних понять. До таких завдань належать:

- віртуальні кейси, що моделюють реальні життєві ситуації та застосовують математичні поняття на практиці;
- симуляції математичних процесів, які дозволяють учням експериментувати з алгоритмами та формулами;
- завдання на розвиток логічного та критичного мислення;
- вправи з кількома варіантами розв'язань, що стимулюють пошук оптимального підходу до задачі.

Використання таких інструментів не лише урізноманітнює навчальний процес, а й сприяє формуванню у студентів навичок аналітичного мислення, планування рішень та критичної оцінки результатів, що особливо важливо для підготовки майбутніх фахівців у сфері науки та техніки [10].

Ще одна перевага засобів ІІІ – це візуалізація результатів і прогресу учнів. Системи штучного інтелекту здатні не лише генерувати завдання та оцінювати відповіді, а й надавати зручну візуалізацію результатів та прогресу учнів. Наприклад, ІІІ може формувати аналітичні звіти, які демонструють:

- теми, засвоєні добре (наприклад, похідна степеневої функції);

- теми, що викликають труднощі (наприклад, похідна складеної функції чи логарифмічних виразів);
- типові помилки, які повторюються серед більшості учнів (наприклад, пропуск дужок, неправильне застосування формули добутку чи частки).

Такі звіти можуть бути представлені у вигляді інтерактивних діаграм, графіків прогресу або зручних таблиць, що дозволяє вчителю швидко оцінити сильні та слабкі сторони класу або окремого учня.

Корисним вбачається використання ІІІ для підготовки до ЗНО/НМТ. Сучасні системи штучного інтелекту можуть стати ефективним інструментом підготовки учнів до зовнішнього оцінювання, такого як ЗНО чи НМТ. ІІІ здатний формувати завдання у форматі майбутнього іспиту, враховуючи специфіку типових запитань та вимоги до оцінювання. Такий підхід дозволяє учням не лише перевіряти свої знання, а й адаптуватися до структури майбутнього іспиту. Крім того, ІІІ може генерувати кілька варіантів одного і того ж завдання з різними числовими даними або контекстом, що зменшує ризик списування і дає змогу тренуватися на великій кількості прикладів. Таким чином, такий погляд на засоби ІІІ забезпечує викладачу можливість оперативно отримувати готові матеріали, а також модифікувати їх відповідно до рівня підготовки окремих учнів. Крім того, сучасні системи ІІІ можуть враховувати міжпредметні зв'язки, інтегруючи, наприклад, геометричні елементи чи статистичні дані у завдання з алгебри. Це сприяє не лише закріпленню базових математичних навичок, але й розвитку аналітичного мислення, творчості та здатності учнів до комплексного підходу у вирішенні проблемних ситуацій [22].

ВИСНОВКИ

Відповідно до поставлених завдань та за результатами проведеного дослідження, можна сформулювати наступні висновки.

1. Під час аналізу літератури, сучасних освітніх практик та цифрових технологій було з'ясовано сутність поняття «штучний інтелект». Штучний інтелект – це наукова галузь, яка займається постановкою та розв'язанням завдань, пов'язаних із відтворенням людської інтелектуальної діяльності за допомогою апаратних або програмних засобів. До його основних характеристик належать: здатність аналізувати великі обсяги даних, навчатися та самонавчатися, розпізнавати образи, ухвалювати рішення та надавати рекомендації, адаптуватися до нових умов і вдосконалювати моделі. Для цього використовуються нейронні мережі, машинне навчання, експертні системи та автоматизація інтелектуальних завдань.

Досліджено еволюцію застосування ШІ в освіті. Спершу він використовувався для автоматизації простих обчислень та навчальних процесів, а з розвитком технологій перетворився на потужні цифрові системи, здатні аналізувати великі обсяги даних, адаптуватися до потреб користувача та забезпечувати персоналізоване навчання. Наразі ШІ активно застосовується для аналітики, автоматичного оцінювання, створення навчальних матеріалів і підвищення ефективності освітнього процесу.

Окреслено наукові підходи до інтеграції ШІ у навчальний процес, зокрема розвиток цифрових компетентностей, засвоєння основ програмування, набуття навичок створення, проєктування та обслуговування цифрових рішень, взаємодії з роботизованими системами. Крім того, увага приділяється володінню сучасною комп'ютерною технікою, здатності обробляти складну інформацію та вирішувати проблеми в умовах командної роботи.

Теоретичний аналіз дозволив систематизувати наявні знання та виділити перспективні напрями практичного застосування ІІІ в освіті, серед яких персоналізація навчання, автоматизація оцінювання, аналіз поведінки на дистанційних платформах, використання в інформаційних системах, розвиток критичного мислення, аналітика та прогнозування успішності, створення навчальних матеріалів та підвищення мотивації учнів.

2. За результатами аналізу сучасних освітніх практик використання ІІІ у навчанні математики було визначено основні застосунки для автоматизованого навчання, адаптивні освітні платформи та інструменти на основі штучного інтелекту. Виявлено особливості впровадження ІІІ у різних країнах, визначено переваги та ефективні стратегії інтеграції технологій у навчальний процес. Аналіз дозволив окреслити реальний стан інтеграції ІІІ в освітню практику та виявити прогалини, що потребують уваги.

3. У процесі дослідження визначено ключові проблеми та ризики використання ІІІ у математичній освіті, зокрема етичні питання, дотримання принципів академічної доброчесності, залежність від технологій, ризики некоректного використання даних та потенційне зниження мотивації учнів до самостійного мислення. Виявлення цих проблем дозволяє сформувати усвідомлену стратегію впровадження ІІІ та забезпечити безпечне й ефективне використання технологій у навчанні.

4. За результатами дослідження встановлено, що засоби штучного інтелекту можуть бути ефективно імплементовані в навчання математики через кілька ключових напрямів. ІІІ використовується для створення тестових і дослідницьких завдань, варіювання їхньої складності та підтримки індивідуалізованого навчання. Він допомагає вчителям у конструюванні уроків, моделюванні евристичних ситуацій, формуванні важливих запитань та підготовці проєктів. ChatGPT може слугувати інструментом для моделювання реальних і конфліктних навчальних сценаріїв, розвитку критичного мислення та

аналізу помилок. Також ІІІ виконує роль експерта, надаючи аргументовані пояснення й підказки для учнів. Загалом ці шляхи спрямовані на підвищення якості навчання, посилення дослідницької діяльності учнів та оптимізацію роботи вчителя, однак потребують педагогічного контролю та критичного використання.

5. На основі результатів дослідження розроблено методичні рекомендації для вчителів щодо ефективної інтеграції інструментів ІІІ в освітній процес. Розроблені практичні рекомендації для педагогів включають способи інтеграції інструментів ІІІ у навчальні завдання, використання адаптивних освітніх платформ, організацію активної роботи учнів з цифровими ресурсами та розвиток критичного мислення через інструменти ІІІ, такі як ChatGPT. Розроблені рекомендації спрямовані на підвищення ефективності навчання, мотивації учнів та забезпечення відповідності освітнього процесу сучасним технологічним вимогам.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 10 top soft skills for 2020: what they are and how to train them. Game-Learn. 2016. URL: <https://www.game-learn.com/en/resources/blog/top-softskills2020-how-to-train-them/>.
2. Adel A., Ahsan A., Davison C. ChatGPT promises and challenges in education: computational and ethical perspectives. *Education sciences*. 2024. Vol. 14, no. 8. P. 814. URL: <https://doi.org/10.3390/educsci14080814> (date of access: 13.10.2025).
3. Baierle I. L. F., Gluz J. C. Programming intelligent embodied pedagogical agents to teach the beginnings of industrial revolution. *Intelligent tutoring systems*. Cham, 2018. P. 3–12. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-319-91464-0_1 (date of access: 13.10.2025).
4. Beyer H. L. et al. Solving conservation planning problems with integer linear programming. *Ecological modelling*. 2016. Vol. 328. P. 14–22. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2016.02.005> (date of access: 08.04.2025).
5. Bogost I. ChatGPT is dumber than you think. *The atlantic*. 2022. URL: <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2022/12/chatgpt-openai-artificialintelligence-writing-ethics/672386/>.
6. Chien S., Morris R. Space applications of artificial intelligence. *AI magazine*. 2014. Vol. 35, no. 4. P. 3–6. URL: <https://doi.org/10.1609/aimag.v35i4.2551> (date of access: 09.04.2025).
7. Clare J., Walker S., Hobson J. Can we detect contract cheating using existing assessment data? Applying crime prevention theory to an academic integrity issue. *International journal for educational integrity*. 2017. Vol. 13, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1007/s40979-017-0015-4> (date of access: 09.04.2025).
8. Cotton D. R. E., Cotton P. A., Shipway J. R. Chatting and cheating: Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT. *Innovations in education and*

teaching international. 2023. P. 1–12.
URL: <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2190148> (date of access: 09.04.2025).

9. Dibble M. Schools ban ChatGPT amid fears of artificial intelligence-assisted cheating. *VOA news*. 2023. URL: <https://www.voanews.com/a/schools-ban-chatgpt-amid-fears-of-artificial-intelligence-assisted-cheating/6949800.html>.

10. Farrokhnia M. et al. A SWOT analysis of ChatGPT: implications for educational practice and research. *Innovations in education and teaching international*. 2023. P. 1–15. URL: <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2195846> (date of access: 09.04.2025).

11. Gandolfi A. GPT-4 in education: evaluating aptness, reliability, and loss of coherence in solving calculus problems and grading submissions. *International journal of artificial intelligence in education*. 2024. URL: <https://doi.org/10.1007/s40593-024-00403-3> (date of access: 13.10.2025).

12. Gao J. et al. Exploring the feasibility of ChatGPT for event extraction. *ArXiv*. 2023. URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.03836>.

13. Guo M.-H. et al. Attention mechanisms in computer vision: a survey. *Computational visual media*. 2022. URL: <https://doi.org/10.1007/s41095-022-02711-y> (date of access: 09.04.2025).

14. Hidayat R. et al. Artificial intelligence in mathematics education: a systematic literature review. *International electronic journal of mathematics education*. 2022. Vol. 17, no. 3. P. em0694. URL: <https://doi.org/10.29333/iejme/12132> (date of access: 24.11.2025).

15. Hrybiuk O. Improvement of the educational process by the creation of centers for intellectual development and scientific and technical creativity. *Lecture notes in mechanical engineering*. Cham, 2019. P. 370–382. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-18789-7_31 (date of access: 18.04.2025).

16. Hrybiuk O., Kant G. S. CleverCOMSRL: implementation of an AI computer-aided design system in the context of the cognitive science paradigm for the

research training process. *Lecture notes in mechanical engineering*. Cham, 2024. P. 351–362. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-61575-7_32 (date of access: 17.04.2025).

17. Jürgen R., Samson T., Shannon T. ChatGPT: bullshit spewer or the end of traditional assessments in higher education? *Journal of Applied Learning & Teaching (JALT)*. 2023. Vol. 6, no. 1. URL: <https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.9> (date of access: 13.10.2025).

18. Kavadella A. et al. A mixed-methods evaluation of ChatGPT's real-life implementation in Undergraduate Dental Education (Preprint). *JMIR medical education*. 2023. URL: <https://doi.org/10.2196/51344> (date of access: 13.10.2025).

19. Lecler A., Duron L., Soyer P. Revolutionizing radiology with GPT-based models: Current applications, future possibilities and limitations of ChatGPT. *Diagnostic and interventional imaging*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1016/j.diii.2023.02.003> (date of access: 30.10.2025).

20. Lim W. M. et al. Generative AI and the future of education: Ragnarök or reformation? A paradoxical perspective from management educators. *The international journal of management education*. 2023. Vol. 21, no. 2. P. 100790. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2023.100790> (date of access: 30.10.2025).

21. Maseleno A. et al. Demystifying learning analytics in personalised learning. *International journal of engineering & technology*. 2018. Vol. 7, no. 3. P. 1124. URL: <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i3.9789> (date of access: 13.10.2025).

22. Mhlanga D. Open AI in education, the responsible and ethical use of chatgpt towards lifelong learning. *SSRN electronic journal*. 2023. URL: <https://doi.org/10.2139/ssrn.4354422> (date of access: 13.10.2025).

23. Panesar S. et al. Artificial intelligence and the future of surgical robotics. *Annals of surgery*. 2019. Vol. 270, no. 2. P. 223–226. URL: <https://doi.org/10.1097/sla.0000000000003262> (date of access: 09.04.2025).

24. Penprase B. E. The fourth industrial revolution and higher education. *Tap chí nghiên cứu dân tộc*. 2018. No. 23. URL: <https://doi.org/10.25073/0866-773x/89> (date of access: 13.10.2025).
25. Pisica A. I. et al. Implementing artificial intelligence in higher education: pros and cons from the perspectives of academics. *Societies*. 2023. Vol. 13, no. 5. P. 118. URL: <https://doi.org/10.3390/soc13050118> (date of access: 09.04.2025).
26. Raj M., Seamans R. Primer on artificial intelligence and robotics. *Journal of organization design*. 2019. Vol. 8, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1186/s41469-019-0050-0> (date of access: 09.04.2025).
27. Roe J., Renandya W. A., Jacobs G. M. A review of ai-powered writing tools and their implications for academic integrity in the language classroom. *Journal of english and applied linguistics*. 2023. Vol. 2, no. 1. URL: <https://doi.org/10.59588/2961-3094.1035> (date of access: 09.04.2025).
28. Rusandi M. A. et al. No worries with ChatGPT: building bridges between artificial intelligence and education with critical thinking soft skills. *Journal of public health*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdad049> (date of access: 13.10.2025).
29. Steinbauer G. et al. Education in artificial intelligence K-12. *KI - Künstliche Intelligenz*. 2021. Vol. 35, no. 2. P. 127–129. URL: <https://doi.org/10.1007/s13218-021-00734-6> (date of access: 09.04.2025).
30. Stokel-Walker C., Van Noorden R. What ChatGPT and generative AI mean for science. *Nature*. 2023. Vol. 614, no. 7947. P. 214–216. URL: <https://doi.org/10.1038/d41586-023-00340-6> (date of access: 12.10.2025).
31. Susnjak T., McIntosh T. R. ChatGPT: the end of online exam integrity? *Education sciences*. 2024. Vol. 14, no. 6. P. 656. URL: <https://doi.org/10.3390/educsci14060656> (date of access: 13.10.2025).

32. Tlili A. et al. What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. *Smart learning environments*. 2023. Vol. 10, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x> (date of access: 30.10.2025).
33. Tomašev N. et al. AI for social good: unlocking the opportunity for positive impact. *Nature communications*. 2020. Vol. 11, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15871-z> (date of access: 09.04.2025).
34. Wang P. On defining artificial intelligence. *Journal of artificial general intelligence*. 2019. Vol. 10, no. 2. P. 1–37. URL: <https://doi.org/10.2478/jagi-2019-0002> (date of access: 09.04.2025).
35. Wilkinson J. Artificial unintelligence. *Journal of web librarianship*. 2019. Vol. 13, no. 2. P. 199. URL: <https://doi.org/10.1080/19322909.2019.1586626> (date of access: 09.04.2025).
36. Zagirniak D. et al Transformation of education in the context of modern informational and cultural realities of artificial intelligence chatgpt application. 2023 *IEEE 5th international conference on modern electrical and energy system (MEES)*, Kremenchuk, Ukraine, 27–30 September 2023. 2023. URL: <https://doi.org/10.1109/mees61502.2023.10402376> (date of access: 13.10.2025).
37. Zhai X. ChatGPT user experience: implications for education. *SSRN electronic journal*. 2022. URL: <https://doi.org/10.2139/ssrn.4312418> (date of access: 13.10.2025).
38. Zhang Q. et al. Artificial neural networks enabled by nanophotonics. *Light: science & applications*. 2019. Vol. 8, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1038/s41377-019-0151-0> (date of access: 09.04.2025).
39. Баранов О. А. Сталий розвиток і трансформація: правова система. *Закарпатські правові читання. сталий розвиток та інституційна спроможність в умовах війни: національний та міжнародно-правовий аспекти*. 2024. URL: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-377-7-20> (дата звернення: 09.04.2025).

40. Боднар А. М. Академічна доброчесність в науковому та освітньому середовищі закладів освіти України. Академічна доброчесність, відкрита наука та штучний інтелект: як створити доброчесне освітнє середовище. 2023. URL: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-345-6-14> (дата звернення: 09.04.2025).

41. Гуревич Р. С., Гордійчук Г. Б., Кадемія М. Ю., Кобися В. М., Коношевський Л. Л. Підготовка майбутніх учителів в інформаційному освітньому середовищі педагогічних закладів вищої освіти. *Modern information technologies and innovation methodologies of education in professional training methodology theory experience problems*. 2020. С. 5–14. URL: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2020-57-5-14> (дата звернення: 09.04.2025).

42. Кабінет Міністрів України. Про затвердження плану заходів з реалізації Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні на 2021-2024 роки (розпорядження від 12.05.2021 № 438-р.) URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/438-2021-p#Text> (дата звернення: 24.11.2025).

43. Кабінет Міністрів України. Про схвалення Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні (розпорядження від 02.12.2020 № 1556-р.) URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-2020-p#Text> (дата звернення: 08.04.2025).

44. Кабінет Міністрів України. Реформа освіти та науки. Урядовий портал. URL: <https://www.kmu.gov.ua/diyalnist/reformi/rozvitok-lyudskogo-kapitalu/reformaosviti> (дата звернення: 02.03.2023).

45. Ключко О. Розвиток критичного мислення майбутніх вчителів інформатики та математики з використанням засобів штучного інтелекту. *Modern information technologies and innovation methodologies of education in professional training methodology theory experience problems*. 2024. № 72. С. 14–26.

URL: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2024-72-14-26> (дата звернення: 13.10.2025).

46. Коваленко В. Рекомендації для вчителів щодо використання сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів. *Перспективи та інновації науки*. 2024. № 12(46). URL: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-12\(46\)-369-382](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-12(46)-369-382) (дата звернення: 09.04.2025).

47. Колесніков А. Академічна доброчесність в українському освітньо-науковому просторі: проблеми та соціальні загрози. *Регіональні аспекти розвитку продуктивних сил України*. 2019. Вип. 24. С. 122–128.

48. Коломієць А., Кушнір О. Використання штучного інтелекту в освітній та науковій діяльності: можливості та виклики. *Modern information technologies and innovation methodologies of education in professional training methodology theory experience problems*. 2024. № 70. С. 45–57. URL: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2023-70-45-57> (дата звернення: 13.10.2025).

49. Крамський В. Етика використання штучного інтелекту в освітньому процесі в контексті дотримання засад академічної доброчесності. *Збірник праць студентів фізико-математичного факультету СумДПУ імені А.С.Макаренка*, м. Суми. 2025. С. 39–43.

50. Крамський В. Феномен штучного інтелекту. *Студентська звітна конференція: матеріали результатів наукових досліджень молодих науковців. суми: вид-во фізико-математичного факультету СумДПУ імені А.С.Макаренка*. 2025. № 19. С. 25–26.

51. Лукашова Т., Друшляк М. Штучний інтелект як засіб розвитку критичного мислення майбутніх учителів математики. *Фізико-математична освіта*. 2023. Т. 38, № 5. С. 18–25. URL: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-5-003> (дата звернення: 13.10.2025).

52. Мамаєв І. О. Правове регулювання штучного інтелекту в аспекті прийняття «AI bill of rights». *Modern research in world science: the 11th International scientific and practical conference*, Lviv, (January 29–31, 2023), Lviv. 2023. С. 1498–1504.
URL: <https://scholar.google.com/scholar?cluster=10718591105760708688&hl=en&oi=scholar>.
53. Мар'єнко М., Коваленко В. Штучний інтелект та відкрита наука в освіті. *Фізико-математична освіта*. 2023. Т. 38, № 1. С. 48–53.
URL: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-007> (дата звернення: 13.10.2025).
54. МОН України. Концепція цифрової трансформації освіти і науки: МОН запрошує до громадського обговорення.
URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/koncepciya-cifrovoyi-transformaciyi-osviti-i-nauki-mon-zaproshuye-dogromadskogo-obgovorennya> (дата звернення: 02.03.2023).
55. Національна стратегія розвитку штучного інтелекту в Україні на 2021–2030.
URL: https://wp.oecd.ai/app/uploads/2021/12/Ukraine_National_Strategy_for_Development_of_Artificial_Intelligence_in_Ukraine_2021-2030.pdf (дата звернення: 16.10.2025).
56. Пчелянський Д. П., Воїнова С. А. Штучний інтелект: перспективи та тенденції розвитку. *Automation of technological and business processes*. 2019. Т. 11, № 3. С. 59–64. URL: <https://doi.org/10.15673/atbp.v11i3.1500> (дата звернення: 09.04.2025).
57. Скобель І. М. Роль штучного інтелекту в математичній науці. *Концептуальні проблеми розвитку сучасної гуманітарної та прикладної науки*. 2024. № 8. С. 220–224.

58. Сопова Д. Академічна доброчесність у системі професійної підготовки майбутнього педагога. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика. Серія: педагогічні науки*. 2018. Вип. 3/4(56/57). С. 52–56.

59. Філіпенко Л. В., Думанський О. В., Козак О. В. Академічна доброчесність в науковому та освітньому середовищі закладів освіти України: погляд крізь призму наявності штучного інтелекту. *Академічні візії*. 2023. № 19. URL: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/380> (дата звернення: 22.05.2023).

60. Швай О. Л., Антонюк О. П. Розвиток критичного мислення майбутніх вчителів математики: теоретичні засади та практичні аспекти. *Zenodo*. 2024. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14268288> (дата звернення: 12.10.2025).

61. Шевченко А. І. *Стратегія розвитку штучного інтелекту в Україні: монографія*. К.: Ін-т проблем штуч. інтелекту, 2023. URL: https://jai.in.ua/archive/2023/ai_mono.pdf.

62. Янишівський М. М. Штучний інтелект як загальноцільова технологія: виклики та підходи до публічної політики. *Проблеми сучасних трансформацій. Серія: право, публічне управління та адміністрування*. 2024. № 14. URL: <https://doi.org/10.54929/2786-5746-2024-14-02-06> (дата звернення: 12.10.2025).

**СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені
А.С.МАКАРЕНКА**

Інститут, факультет фізико-математичний

Кафедра математики, фізики та методик їх навчання

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 014 Середня освіта (Математика)

Освітньо-професійна програма Середня освіта (Математика. Інформатика)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри математики,
фізики та методик їх навчання

О.С. Чашечникова

(підпис)

(ініціали, прізвище, вчене звання)

« » 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Крамського Віталія Олександровича

- Тема роботи **«Використання штучного інтелекту в навчанні математики»**, керівник роботи Друшляк М.Г., доктор педагогічних наук, професор, затверджені наказом № 734/ ст від «27» вересня 2024 року.
- Об'єктом дослідження є процес навчання математики у закладах загальної середньої освіти.
- Предметом дослідження є методичні особливості застосування штучного інтелекту в навчанні математики.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
I. Етапи роботи над кваліфікаційним дослідженням			
1.1.	Визначення теми наукової роботи та її затвердження	За планом засідання кафедри	Виконано
1.2.	Підготовка першого варіанту вступу (актуальність, мета, завдання, об'єкт, предмет)	Квітень 2025 р.	Виконано
1.3.	Підготовка першого розділу кваліфікаційної роботи	До кінця 1 року навчання	Виконано
1.4.	Підготовка другого розділу кваліфікаційної	До закінчення	Виконано

	роботи	педагогічної практики	
1.5.	Підготовка висновків кваліфікаційної роботи	За 5 тижнів до захисту	Виконано
1.6.	Укладання списку використаних джерел	За 5 тижнів до захисту	Виконано
1.7.	Оформлення кваліфікаційної роботи за технічними вимогами	За 5 тижнів до захисту	Виконано
1.8.	Подання кваліфікаційної роботи на перевірку науковому керівнику, внесення коректив	За 5 тижнів до захисту	Виконано
1.9.	Перевірка кваліфікаційної роботи на плагіат	Не пізніше ніж за день до попереднього захисту	Виконано
1.10.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	За 3 тижні до захисту	Виконано
1.11.	Внесення коректив, узагальнення результатів кваліфікаційної роботи, її оформлення до захисту	Не пізніше ніж за 17 днів до захисту	Виконано
1.12.	Подання на рецензування кваліфікаційної роботи	Не пізніше ніж за 16 днів до захисту	Виконано
1.13.	Захист кваліфікаційної роботи	За розкладом підсумкової атестації	Виконано
I. Апробація результатів кваліфікаційної роботи			
2.1.	Участь у науково-практичних заходах (конференціях, семінарах та ін)	До попереднього захисту	Виконано
2.2.	Публікація матеріалів кваліфікаційного дослідження	До попереднього захисту	Виконано

Науковий керівник

(підпис)

проф. М. Г. Друшляк

(Ініціали, прізвище, вчене звання)

Студент

(підпис)

В. О. Крамський

(Ініціали, прізвище)