

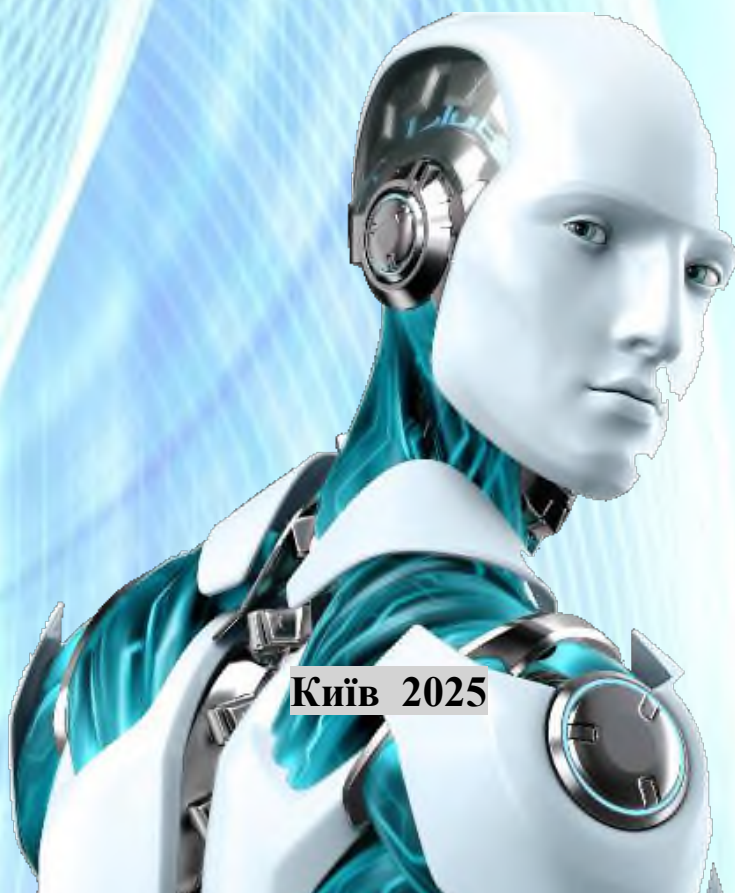
**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ОСВІТИ**



**В. М. Барладим, А. В. Бруяка, М. А. Бугаєнко, О. О. Гриб'юк,
В. В. Коваленко, М. В. Мар'єнко, В. В. Осадчий, С. О. Семеріков,
С. М. Тукало, М. П. Шишкіна, А. В. Яцишин**

**ПРОЄКТУВАННЯ ВІДКРИТОГО ОСВІТНЬОГО
СЕРЕДОВИЩА З ЕЛЕМЕНТАМИ ШТУЧНОГО
ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ
ВЧИТЕЛІВ**

МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК



Київ 2025

Рекомендовано до друку

Вченою радою Інституту цифровізації освіти НАПН України (протокол № 14 від 30.10.2025 р.)

Рецензенти:

Лещенко М.П., доктор педагогічних наук, професор, провідний науковий співробітник відділу компаративістики інформаційно-освітніх інновацій Інституту цифровізації освіти НАПН України.

Гаманюк В.А., доктор педагогічних наук, професор, проректор з наукової роботи Криворізького державного педагогічного університету.

П 79 Проєктування відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку вчителів : методичний посібник / Барладим В. М., Бруяка А. В., Бугаєнко М. А., Гриб'юк О. О., Коваленко В. В., Мар'єнко М. В., Осадчий В. В., Семеріков С. О., Тукало С. М., Шишкіна М. П., Яцишин А. В. / За ред. М. П. Шишкіної, В. В. Коваленко. Київ : ЦО НАПН України, 2025. 196 с.

ISBN 978-617-8330-49-1

У посібнику з системної точки зору висвітлено теоретичні та методичні засади інтеграції технологій ШІ у професійний розвиток педагогічних кадрів, окреслено етичні, правові й організаційні вимоги до безпечного та людиноцентричного застосування цих технологій в освіті. Розкрито феномен колективного інтелекту в умовах конвергенції імітаційних систем і ШІ як ресурсу для спільнот практиків та дослідницько орієнтованого навчання. Обґрунтовано модель відкритого освітнього середовища з елементами ШІ, що інтегрує політики, інфраструктуру, контент і сервіси підтримки педагогів. Розроблено й обґрунтовано методику використання відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку вчителів. Обґрунтовано складники методики як інтегрованої багатокомпонентної системи, що забезпечує цілісний цикл професійного розвитку – від формування цілей і добору інструментів ШІ до здійснення практичної діяльності педагогами та оцінювання результатів. Подано рекомендації щодо проєктування і використання відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку вчителів. Для педагогічних, наукових, науково-педагогічних працівників, студентів і аспірантів закладів педагогічної освіти.

ISBN 978-617-8330-49-1

© Інститут цифровізації освіти НАПН України, 2025
© Барладим В.М., Бруяка А.В., Бугаєнко М.А., Гриб'юк О.О.,
Коваленко В.В., Мар'єнко М.В., Осадчий В.В., Семеріков С.О.,
Тукало С.М., Шишкіна М.П., Яцишин А.В., 2025

ЗМІСТ

Скорочення та умовні позначки.....	4
Передмова	5
РОЗДІЛ І. КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ПРОЄКТУВАННЯ ВІДКРИТОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА З ЕЛЕМЕНТАМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ.....	9
1.1. Регуляторні принципи штучного інтелекту за кордоном: досвід Великої Британії.....	9
1.2. Феномен колективного інтелекту в контексті конвергенції імітаційних систем і технологій штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів.....	19
1.3. Використання засобів штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів.....	35
1.4. Використання штучного інтелекту в інклюзивній освіті.....	52
РОЗДІЛ ІІ. МОДЕЛЮВАННЯ ВІДКРИТОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА З ЕЛЕМЕНТАМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ.....	60
2.1. Модель відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів.....	60
2.2. Методичні основи педагогічного проектування КОМСДН і використання технології штучного інтелекту в навчанні математики: трансформація навчального процесу через інноваційні технології.....	68
2.3. Варіативність моделювання творчих процесів у рамках дослідницького навчання предметів природничо-математичного циклу з педагогічно виваженим і методично вмотивованим використанням технологій штучного інтелекту.....	96
РОЗДІЛ ІІІ. МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ВІДКРИТОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА З ЕЛЕМЕНТАМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ.....	113
3.1. Методичні засади використання вчителями сервісів генеративного штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів.....	113
3.2. Головні компоненти методики використання відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку вчителів.....	122
3.3. Технологія добору сервісів штучного інтелекту на базі каталогу Aixploria для професійного розвитку вчителів.....	128
3.4. Технологія використання сервісу штучного інтелекту OpenArt для професійного розвитку вчителів.....	136
3.5. Технологія використання сервісів штучного інтелекту для генерації зображень для професійного розвитку вчителів.....	142
3.6. Технологія використання сервісів штучного інтелекту для генерації презентацій для професійного розвитку вчителів.....	147
3.7. Технологія використання сервісів штучного інтелекту для створення мультимедійних презентацій в освіті і наукових дослідженнях.....	155

РОЗДІЛ IV. РЕКОМЕНДАЦІЇ З ПРОЄКТУВАННЯ І ВИКОРИСТАННЯ ВІДКРИТОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА З ЕЛЕМЕНТАМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ.....	169
4.1. Основні концептуальні засади проєктування відкритого освітнього середовища з елементами ШІ.....	169
4.2. Елементи та функції відкритого освітнього середовища з елементами ШІ... 171	171
4.3. Організація професійного розвитку вчителів у ВОС з елементами ШІ.....	172
4.4. Рекомендації щодо використання ШІ на уроках (за видами діяльності та предметами).....	173
4.5. Етапи проєктування відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку вчителів.....	176
4.6. Рекомендації щодо використання сервісів штучного інтелекту Google Cloud для професійного розвитку педагогічних кадрів.....	182
Висновки.....	189
Список використаних джерел.....	190

Скорочення та умовні позначки

МОН	Міністерство освіти і науки України
НАПН	Національна академія педагогічних наук
ІЦО	Інститут цифровізації освіти
ЗЗСО	Заклад(и) загальної середньої освіти
ЗВО	Заклад(и) вищої освіти
ІКТ	Інформаційно-комунікаційні технології
ІППО	Інститут(и) післядипломної педагогічної освіти
ШІ	Штучний інтелект
EOSC	Європейська хмара відкритої науки
ОС	Освітнє середовище
КОМСДН	Комп'ютерно орієнтовані методичні системи дослідницького навчання
COVID-19	(англ. coronavirus disease 2019) коронавірусна хвороба 2019

Передмова

Актуальність роботи обумовлена необхідністю підвищення якості професійного розвитку вчителів шляхом проєктування технологічного освітнього середовища, впровадження в освітньо-науковий процес закладів вищої та післядипломної педагогічної освіти перспективних технологій з елементами штучного інтелекту (ШІ).

Підготовка фахівців, здатних працювати в динамічному середовищі, використовуючи переваги цифрових технологій, є важливим завданням сучасної освіти. Нині підготовка професіонала виходить за межі традиційного аудиторного навчання. Натомість поширюються нові комбіновані форми (змішане навчання, перевернутий клас та ін.), що передбачають широке застосування новітніх сервісів, зокрема з елементами штучного інтелекту. В освітньому процесі знаходять своє місце такі засоби і технології, як карти знань (mind maps), нейромережі, видобування знань із даних (data mining), експертні системи, машинне навчання, чатботи, інтелектуальні агенти, мовні технології в Інтернеті (semantic web) та інші. Окрім поліпшення доступу до освітніх послуг, мультимедійного та «розумного» контенту, цим сучасним цифровим рішенням притаманні характеристики гнучкості, адаптивності, персоналізації, індивідуалізації у навчанні, мобільності та інші.

Для успішного впровадження перспективних технологій в заклади загальної середньої освіти, попередньо необхідно забезпечити якісне освітнє середовище для професійного розвитку вчителів, вдосконалення їхньої цифрової компетентності, здатності доцільно обирати і застосовувати сучасні сервіси і системи, зокрема, з елементами штучного інтелекту.

Актуальність роботи обумовлена необхідністю модернізації освітнього середовища професійного розвитку педагогічних кадрів, приведення його у відповідність сучасним досягненням науково-технічного прогресу, що є запорукою підготовки висококваліфікованих, ІКТ-компетентних фахівців.

Наразі освіта та наука у світі загалом та в Україні зокрема проходять складний етап модернізації, зумовлений повсюдним поширенням цифрових технологій, розбудовою Суспільства 4.0. Все більшого поширення в освіті набувають цифрові технології штучного інтелекту, що володіють такими інноваційними характеристиками, як гнучкість, адаптивність, персоналізація, індивідуалізація у навчанні, мобільність та іншими. Однією із основних умов поліпшення якості підготовки педагогічних кадрів, підвищення рівня впровадження найсучасніших наукових здобутків у сфері освіти, розвитку інноваційних педагогічних засобів є забезпечення ширшого доступу до перспективних цифрових технологій у закладах освіти. У зв'язку з цим, існує необхідність фундаментальних досліджень проблем проєктування освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів. Це потребує обґрунтування теоретико-методологічних засад створення середовища, дослідження інноваційних моделей, принципів і методів його організації і розвитку, визначення найбільш доцільних шляхів використання тощо. Необхідно взяти до уваги світові тенденції, що полягають у переході від масового впровадження окремих програмних засобів до комплексних інтегрованих рішень, спрямованих на підтримку крос-платформних інфраструктур та розподілених мережних сервісів.

Вирішення завдань формування у закладах вищої педагогічної, післядипломної педагогічної освіти високотехнологічного освітнього середовища є суттєвою передумовою для підготовки фахівців, здатних до ефективного, науково обґрунтованого застосування сучасних цифрових технологій у професійній діяльності. Зокрема, особливо перспективним напрямом є розроблення науково-методичних засад проєктування освітнього середовища професійного розвитку педагогічних кадрів із застосуванням засобів штучного інтелекту.

Проблеми проєктування високотехнологічного освітнього середовища з елементами штучного інтелекту належать до першочергових у сфері

цифровізації. Про це свідчать урядові ініціативи розвинених країн світу (Національна стратегія штучного інтелекту, Великобританія; Стратегія штучного інтелекту, США; Штучний інтелект для Європи, ЄС та ін.), прийняття міжнародних документів (Європейська стратегія хмарних обчислень, Федеральна урядова ініціатива хмарних обчислень у США) тощо.

ЮНЕСКО зазначає, що накопичення даних про поведінку людини та використання обчислювальних технологій для їх опрацювання породжує нові питання щодо свободи обміну інформацією та освіти (UNESCO, 2019). Як мету політики ЮНЕСКО в галузі ШІ зазначено використання нових технологій для побудови «суспільства знань» та досягнення цілей сталого розвитку (ЦУР, Sustainable Development Goals, SDGs) (UNESCO, 2019).

Стратегія НАТО щодо штучного інтелекту, прийнята в жовтні 2021 року з метою прискорити впровадження ШІ, трактує ШІ як можливість досягнення технологічної переваги, але водночас і як джерело загроз, і ставить такі цілі:

- створення для НАТО та союзників основи для подання прикладу та заохочення відповідальності в ході розвитку та використання ШІ для безпеки та оборони;
- прискорення та активне просування впровадження ШІ;
- захист і моніторинг технологій ШІ та інноваційних можливостей з урахуванням міркувань політики безпеки, таких як практичне застосування Принципів відповідального використання;
- виявлення та захист від загроз зловмисного використання ШІ.

В Україні відзначаються кроки в напрямі цифровізації різних секторів економіки, у т.ч. освітнього. Згідно з Концепцією цифрової трансформації освіти і науки України на період до 2026 року (Концепція цифрової трансформації, 2021), визначено стратегічні цілі: забезпечити сталий розвиток цифрової компетентності шляхом запровадження постійно діючих курсів, тренінгів для вчителів, створення типової програми підвищення кваліфікації педагогічних працівників з цифрової компетентності, осучаснити зміст освіти, зокрема

забезпечити відповідність змісту освіти в галузі ІКТ сучасним вимогам тощо. У Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2021–2031 роки (Стратегія розвитку, 2020) зазначено, що освіта наразі відстає від цифровізації інших сфер, і необхідно докласти більше зусиль, щоб скористатися інструментами та перевагами нових технологій.

В останній час в освітньому процесі багатьох країн знаходять своє місце засоби і технології штучного інтелекту такі, як карти знань (mind maps), нейромережі, видобування знань із даних (data mining), експертні системи, машинне навчання, чатботи, інтелектуальні агенти, мовні технології в Інтернеті (semantic web) та інші. Зокрема, системи розпізнавання мови з елементами штучного інтелекту досягають надвеликої потужності, як наприклад, LLaMA – базова мовна модель із використанням великих даних з 65 мільярдами параметрів. Дана модель вже знаходить використання у системах відкритої науки, як засіб підтримування роботи дослідників. За останній рік мовні моделі із використанням великих даних – системи обробки природної мови (NLP) із мільярдами параметрів показали нові можливості для креативної генерації тексту, вирішення математичних теорем, прогнозування структур білка, відповідей на запитання щодо розуміння прочитаного тощо. Вони є одним із найяскравіших прикладів істотних потенційних переваг, які штучний інтелект може запропонувати мільярдам людей.

У посібнику подано результати наукового дослідження на тему: «Проектування і використання відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів», спрямованого на підвищення якості й ефективності впровадження в освітній процес систем та сервісів штучного інтелекту на сучасному етапі реформування освіти.

РОЗДІЛ І. КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ПРОЄКТУВАННЯ ВІДКРИТОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА З ЕЛЕМЕНТАМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ

1.1. Регуляторні принципи штучного інтелекту за кордоном: досвід Великої Британії

Штучний інтелект швидко інтегрується в різні сфери суспільного життя, створюючи нові можливості та виклики для регуляторних органів. Уряд Великої Британії прагне розробити гнучку та ефективну систему регулювання, що сприятиме інноваціям, зберігаючи водночас безпеку та довіру до ШІ. З метою впровадження ефективної та інноваційної системи регулювання, уряд Великої Британії розробив набір принципів для регулювання ШІ, які вперше були представлені в документі «AI Regulation White Paper» [3], що був опублікований урядом Великої Британії у 2023 році, саме в цьому документі було визначено п'ять основних принципів регулювання ШІ, які спрямовані на забезпечення безпечного, прозорого та справедливого використання ШІ. Пізніше ці принципи були детальніше розглянуті та розширені у 2024 році в документі «Implementing the UK's AI Regulatory Principles» [42], який надав практичні рекомендації для регуляторів щодо їх впровадження та адаптації до різних секторів.

Уряд Великої Британії опублікував два документи – «AI Regulation White Paper» [3] та «Implementing the UK's AI Regulatory Principles» [42], у яких визначив *п'ять основних регуляторних принципів*, що мають сприяти створенню безпечної, прозорої та справедливої системи використання ШІ:

1. *Безпека, захист і надійність* (Safety, security & robustness).
2. *Прозорість і зрозумілість* (Appropriate transparency and explainability).
3. *Справедливість* (Fairness).
4. *Відповідальність і управління* (Accountability and governance).
5. *Оскарження та відшкодування* (Contestability and redress).

Ці принципи мають рекомендаційний характер, що означає їх гнучке застосування відповідно до специфіки конкретних галузей, їх завдання допомогти

незалежним регуляторам адаптувати свої підходи до технологічного розвитку та мінімізувати ризики, пов'язані з використанням ІІІ.

Урядовий підхід Великої Британії до регулювання ІІІ передбачає, що різні регулятори можуть адаптувати принципи відповідно до свого мандата. Для цього запропоновано *трирівневу модель впровадження*: перша фаза – підготовка загальних рекомендацій і роз'яснень для регуляторів; друга фаза – аналіз отриманих результатів і доповнення рекомендацій на основі відгуків регуляторів; третьа фаза – розробка спільних інструментів і керівництв, що можуть бути застосовані різними регуляторами для ефективного регулювання ІІІ.

У рамках регуляторної політики створюється центральний орган підтримки, який аналізує ризики, пов'язані з ІІІ, сприяє підвищенню кваліфікації регуляторів, забезпечує координацію між різними відомствами та допомагає заповнювати прогалини у чинному регулюванні.

Центральна функція також виконує роль хабу, що дозволяє різним регуляторам обмінюватися досвідом, ділитися кращими практиками та розробляти спільні підходи до оцінки ризиків.

Британська модель регулювання ІІІ передбачає орієнтацію на кінцеві результати. Це означає, що регулятори не обов'язково повинні приймати окремі закони щодо ІІІ, а можуть використовувати існуючі механізми, забезпечуючи їх відповідність загальним принципам. Зокрема, регулятори можуть інтегрувати принципи у свої поточні нормативні документи; можуть видавати рекомендації та інструкції для компаній-розробників та користувачів ІІІ; передбачено механізми для адаптації регулювання до нових викликів та технологічного прогресу.

Загалом, регуляторний підхід Великої Британії забезпечує баланс між захистом суспільства від ризиків ІІІ та стимулюванням інновацій у цій сфері [42].

Безпека, захист і надійність

Забезпечення безпеки є критичним аспектом регулювання ІІІ, їх регулятори мають: визначати рівень ризику, пов'язаного з використанням ІІІ; вимагати

проведення оцінки ризиків і вживання заходів щодо їх пом'якшення; розробляти стандарти для кібербезпеки та запобігання зловмисному використанню ІІІ.

Приклади стандартів Великої Британії, які регулюють керівництво з управління ризиками в ІІІ – ISO/IEC 23894:2023 і тестування ІІІ-систем – ISO/IEC 29119-11:2020.

Безпека та надійність ІІІ є ключовими факторами його успішного впровадження. Неналежне регулювання ІІІ може призвести до серйозних наслідків, зокрема кібератак, зловживання даними та несправедливого впливу на суспільство. Регулятори мають зосередитися на наступних аспектах як: *оцінка ризиків* (впровадження методик аналізу загроз, включаючи виявлення слабких місць у системах ІІІ), *стандартизація безпеки* (застосування міжнародних стандартів, таких як ISO/IEC 23894:2023, що визначає вимоги до управління ризиками ІІІ), *кібербезпека* (забезпечення захисту ІІІ-систем від кібератак, використовуючи протоколи безпечного зберігання та обробки даних), *перевірка надійності* (тестування та верифікація алгоритмів ІІІ на предмет стабільності та передбачуваності їх поведінки в реальному середовищі).

Для зниження ризиків та підвищення надійності регулятори мають впроваджувати такі заходи як: розробка рекомендацій щодо використання ІІІ у критичних сферах (медицина, фінанси, транспорт); запровадження обов'язкових аудитів та сертифікації для високоризикових систем; посилення механізмів моніторингу та швидкого реагування на інциденти, пов'язані з ІІІ; забезпечення відповідальності розробників за дотримання стандартів безпеки.

Британська стратегія безпеки ІІІ вже має конкретні реалізовані ініціативи, до яких належить Національний центр кібербезпеки Великої Британії (NCSC) випустив керівництва щодо безпеки застосування ІІІ в урядових та приватних секторах, регуляторні органи, такі як Ofcom та ICO, впроваджують правила захисту даних та етичного використання ІІІ, програми фінансування досліджень у сфері безпеки ІІІ, спрямовані на розробку нових методів виявлення та запобігання загрозам.

Попри активні регуляторні зусилля, існують виклики у сфері безпеки ІІІ, а саме: динамічний розвиток ІІІ-технологій випереджає можливості нормативного регулювання, потреба у глобальній координації стандартів безпеки для запобігання міжнародним загрозам та недостатність компетентності в окремих регуляторних органах щодо складних технічних аспектів безпеки ІІІ.

Подальші кроки уряд Великої Британії у напрямку безпеки, захисту і надійності включають розширення національної стратегії ІІІ, розвиток міжнародного співробітництва та посилення інституційної спроможності регуляторів щодо безпеки ІІІ [42].

Прозорість і зрозумілість

Прозорість є ключовим фактором довіри до ІІІ, регулятори у цьому напрямі повинні встановлювати вимоги до роз'яснення роботи ІІІ-систем, вимагати від розробників пояснення алгоритмів прийняття рішень, заохочувати використання стандартів, таких як ISO/IEC TS 6254, що регулює прозорість ІІІ-систем.

Прозорість та зрозумілість є фундаментальними принципами регулювання ІІІ, що дозволяють користувачам, організаціям та суспільству розуміти, як функціонують ІІІ-системи. Забезпечення відповідного рівня прозорості сприяє підвищенню рівня довіри до ІІІ та підтримує його безпечне використання.

Регулятори на цьому рівні мають забезпечити роз'яснення принципів роботи ІІІ (користувачі повинні мати доступ до інформації про те, як приймаються рішення за допомогою ІІІ), ідентифікацію ІІІ-систем (обов'язкове маркування контенту або рішень, створених ІІІ, щоб уникнути плутанини між людським і машинним внеском), звітність та аудит (механізми перевірки рішень, ухвалених ІІІ, що забезпечують можливість контролю їх відповідності етичним і законодавчим нормам), пояснювальні механізми (розробка зрозумілих пояснень, як ІІІ приходить до певних висновків, особливо у критично важливих сферах (фінанси, медицина, правосуддя)).

Незважаючи на важливість прозорості, існують певні виклики такі як: технічна складність (багато сучасних ІІІ-моделей є «чорними скриньками», що

ускладнює пояснення їх роботи), баланс між прозорістю та безпекою (надмірне розкриття інформації може зробити ШІ-системи вразливими до зловживань), конкурентні інтереси (компанії можуть неохоче розкривати деталі алгоритмів через комерційні причини).

Регулятори можуть застосовувати наступні підходи – розробка стандартів роз'яснення ШІ (впровадження єдиних вимог до розкриття принципів роботи ШІ), обов'язкове маркування контенту, створеного ШІ (щоб користувачі могли чітко розпізнавати, коли вони взаємодіють із ШІ), використання міжнародних стандартів (таких як ISO/IEC TS 6254 (підходи до роз'яснення моделей машинного навчання) та IEEE 7001 (стандарти прозорості автономних систем), формування незалежних експертних комітетів: що будуть оцінювати прозорість ШІ-рішень у різних сферах [42].

У даному документі описані приклади міжнародної практики, зокрема, Європейського Союзу (у межах Закону про ШІ (AI Act) [4] передбачено обов'язкову прозорість високоризикових систем), США (ініціативи Національного інституту стандартів і технологій (NIST) щодо розробки пояснюваних ШІ-моделей) [18], Великої Британії (рекомендації від ICO (Information Commissioner's Office) [16] щодо пояснення рішень, ухвалених за допомогою ШІ).

Забезпечення прозорості у сфері ШІ є ключовим завданням регуляторів, оскільки це сприяє підвищенню довіри, зменшенню ризиків і покращенню відповідності етичним та правовим нормам. Велика Британія впроваджує багаторівневий підхід до забезпечення прозорості, що включає розробку стандартів, незалежний аудит та міжнародну співпрацю. Однак, регулятори повинні балансувати між вимогами прозорості та захистом безпеки даних і комерційної таємниці.

Справедливість

Справедливість у використанні ШІ є важливим принципом, що спрямований на уникнення дискримінації та дотримання прав людини. Для досягнення цього необхідно визначати критерії справедливості, оцінювати вплив ШІ на різні

соціальні групи та впроваджувати механізми зменшення алгоритмічної упередженості. У Великій Британії впроваджуються відповідні стандарти, зокрема IEEE P7003, який регулює методологію боротьби з алгоритмічною упередженістю, та ISO/IEC TR 24027:2021, що забезпечує аналіз упередженості у ШІ-системах. Дотримання принципів справедливості передбачає усунення дискримінації, забезпечення рівного доступу до технологій та прозорість прийняття рішень, що сприятиме загальному довірі до використання ШІ.

Попри важливість цього принципу, існують значні виклики у його реалізації. Одним із головних ризиків є алгоритмічна дискримінація, яка виникає внаслідок навчання моделей на історичних даних, що можуть містити соціальні чи культурні упередження. Також проблема полягає у недостатній різноманітності та репрезентативності наборів даних, що може негативно вплинути на об'єктивність ШІ-систем. Окрім цього, складність алгоритмів унеможливорює зрозуміле пояснення прийнятих рішень, а надмірне регулювання може стримувати розвиток інновацій. Тому необхідно знайти баланс між забезпеченням справедливості та збереженням можливостей для технологічного розвитку.

Для ефективного впровадження принципу справедливості необхідно розробити стандарти тестування алгоритмів на упередженість, проводити аудит ШІ-систем незалежними органами та забезпечувати прозорість прийняття рішень. Велика Британія вже реалізує ці заходи, запроваджуючи міжнародні практики та співпрацюючи з іншими країнами для формування єдиних стандартів регулювання.

У майбутньому, урядом Великої Британії очікується подальше вдосконалення алгоритмів тестування, розширення міжнародної співпраці та підвищення обізнаності розробників щодо ризиків алгоритмічної дискримінації. Такі заходи сприятимуть створенню більш етичного та справедливого підходу до використання ШІ [42].

Відповідальність та управління

Ефективне управління ШІ передбачає визначення відповідальності між розробниками, впроваджувачами та кінцевими користувачами. Регулятори можуть

визначати юридичні рамки відповідальності, вимагати наявності внутрішніх механізмів аудиту та контролю і використовувати стандарти ISO/IEC 38507:2002 щодо управління ІІІ.

Ефективне управління ІІІ потребує чіткого визначення відповідальності між усіма учасниками його життєвого циклу: розробниками, тими хто впроваджує та кінцевими користувачами. Регулятори відіграють ключову роль у встановленні механізмів, що забезпечують відповідальність кожного суб'єкта в цьому процесі. Для цього необхідно впроваджувати механізми управління ризиками, дотримуватися стандартів етики та права, а також розробляти політики внутрішнього контролю, які дозволять уникнути потенційних загроз. Визначення відповідальності допомагає не лише запобігати можливим порушенням, але й сприяє підвищенню довіри до ІІІ-систем.

Різні учасники впровадження ІІІ мають власну зону відповідальності. Розробники ІІІ повинні гарантувати, що їх алгоритми відповідають етичним та правовим нормам, а ті хто впроваджують несуть відповідальність за їх безпечну та коректну інтеграцію в різні сфери. Водночас кінцеві користувачі мають бути поінформовані про ризики використання ІІІ та володіти механізмами контролю за його роботою. Проте впровадження цих заходів стикається з численними викликами, зокрема з відсутністю єдиного підходу до відповідальності у різних секторах, складністю відстеження алгоритмічних рішень та необхідністю міжнародної координації у регулюванні ІІІ.

Регулятори можуть сприяти підвищенню відповідальності шляхом впровадження обов'язкових аудитів для перевірки відповідності алгоритмів встановленим стандартам. Крім того, важливими заходами є сертифікація розробників ІІІ, підвищення рівня прозорості рішень, створення механізмів незалежного контролю та впровадження інструментів нагляду за використанням ІІІ у критично важливих сферах. Досвід Європейського Союзу, США та Великої Британії демонструє, що міжнародна співпраця є необхідною для створення ефективних регуляторних стандартів відповідальності у сфері ІІІ.

Подальший розвиток механізмів відповідальності включає посилення корпоративного управління ІІІ, удосконалення алгоритмічної перевірки та створення незалежних регуляторних органів контролю. Велика Британія демонструє прагматичний підхід до регулювання ІІІ, поєднуючи технологічний розвиток з етичними стандартами. Активна робота над удосконаленням механізмів відповідальності дозволить забезпечити безпечне та ефективне використання ІІІ, мінімізувати ризики та сприяти більш справедливому розподілу відповідальності між усіма учасниками процесу [42].

Оскарження та компенсація

Користувачі повинні мати механізми для оскарження рішень, прийнятих ІІІ. Регулятори можуть вимагати створення прозорих механізмів подання скарг, забезпечувати можливість судового або адміністративного перегляду рішень, впроваджувати правові норми щодо відповідальності за шкоду, заподіяну рішеннями ІІІ.

Оскарження та компенсація є фундаментальними аспектами регулювання ІІІ, оскільки вони відіграють ключову роль у забезпеченні довіри до ІІІ-систем. Користувачі повинні мати можливість оскаржувати рішення, ухвалені алгоритмами, особливо якщо вони безпосередньо впливають на їх права, фінансовий стан або доступ до важливих послуг. Для цього необхідно розробити механізми перегляду рішень, встановити чіткі правила перевірки алгоритмічних висновків і передбачити можливість отримання компенсації у випадках, коли рішення ІІІ є неправомірними або несправедливими.

Проте існує низка викликів, які ускладнюють впровадження ефективних механізмів оскарження. Одним із найбільших бар'єрів є непрозорість алгоритмів, оскільки багато сучасних моделей функціонують за принципом «чорної скриньки», що робить процес пояснення ухвалених рішень складним. Крім того, наявні нормативно-правові акти не завжди містять чіткі вимоги до відповідальності за рішення ІІІ, що створює прогалини у правовому регулюванні. Також значним

викликом є висока вартість судових процедур, що може обмежувати доступ користувачів до процесу оскарження.

Для подолання цих проблем необхідно запровадити низку регуляторних заходів. Насамперед, слід розробити стандарти роз'яснення рішень ШІ, щоб користувачі могли зрозуміти, на яких підставах було ухвалене певне рішення. Крім того, необхідно створити незалежні органи, які будуть розглядати скарги на автоматизовані рішення, а також законодавчо закріпити обов'язок компенсації для користувачів у випадках шкоди, завданої ШІ. Важливою складовою є також посилення вимог до прозорості алгоритмів, що зобов'язуватиме розробників документувати принципи їх роботи.

Міжнародний досвід показує, що різні країни вже почали впроваджувати механізми оскарження рішень ШІ. Зокрема, Європейський Союз у своєму Законі про ШІ (AI Act) [4] закріпив обов'язкові механізми перегляду рішень алгоритмів, а США, через Федеральну комісію з торгівлі (FTC) [18], працюють над впровадженням норм відповідальності за автоматизовані рішення. У Великій Британії регулятор ICO [16] розробляє практики оцінки алгоритмічних рішень і можливих компенсацій.

Подальший розвиток у цій сфері передбачає створення незалежних платформ для оскарження, впровадження вимог щодо документації алгоритмів і розширення прав користувачів щодо подання скарг на автоматизовані рішення. Це сприятиме підвищенню прозорості та справедливості в роботі ШІ-систем і забезпечить кращий захист громадян від потенційних ризиків [42].

Отже, проаналізувавши питання впровадження регуляторних принципів ШІ у Великій Британії, можна зробити висновок, що уряд країни активно впроваджує ці принципи, створюючи збалансовану систему використання ШІ, яка підтримує інновації та водночас забезпечує захист прав громадян. Основний акцент робиться на необхідності чіткого регулювання ШІ, що гарантує безпеку, прозорість і відповідальність. Відсутність нормативних рамок може спричинити етичні проблеми та правову невизначеність, що потенційно загрожує стабільності та довірі

до ІІІ-систем. Гнучкий підхід до регулювання дозволяє адаптувати вимоги відповідно до технологічних змін, що дає змогу швидко реагувати на нові виклики та уникати потенційних ризиків у процесі розвитку та застосування ІІІ. Одним із ключових аспектів є дотримання принципів справедливості та відповідальності, що сприяє захисту прав людини та запобіганню дискримінації у ІІІ-системах. Значна увага приділяється механізмам оскарження та компенсації, які дозволяють користувачам отримувати справедливий перегляд автоматизованих рішень та відшкодування у разі порушень. Для підвищення ефективності регулювання важливим є створення незалежних органів, що здійснюватимуть нагляд за використанням ІІІ, а також впровадження міжнародних стандартів для забезпечення єдиних підходів до управління ризиками та інтеграції новітніх технологій.

Подальший розвиток регуляторної політики Великої Британії передбачає деталізацію стандартів для розробників та регуляторів, посилення міжнародної співпраці, вдосконалення механізмів тестування та аудиту ІІІ-систем. Важливим аспектом також уряд Великої Британії вбачає активне залучення громадськості та експертної спільноти до обговорення питань регулювання, що сприятиме встановленню балансу між технологічними інноваціями та етичними вимогами. Завдяки прагматичному підходу до регулювання ІІІ Велика Британія забезпечує безпечне, прозоре та відповідальне використання ІІІ, що сприятиме його ефективному застосуванню в інтересах суспільства [105].

1.2. Феномен колективного інтелекту в контексті конвергенції імітаційних систем і технологій штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів

Поява і розвиток людино-машинних обчислювальних комплексів означає якісну зміну можливостей людини в пізнанні навколишнього світу. Швидке і просте введення інформації в обчислювальну систему, практично миттєва відповідь, подана в наочній формі, саме ці можливості дають змогу об'єднати можливості комп'ютера швидко виконувати складні логічні операції, зокрема обчислення, зі здатністю людини мислити неформально, використовувати інтуїцію, здатність до асоціацій, нетривіальні порівняння тощо. Для нас важливі не технологічні характеристики та особливості сучасних обчислювальних машин і навіть не їхні економічні характеристики, а ті нові можливості, які вони надають для розширення інтелектуальних, розумових здібностей фахівців. Для того, щоб використовувати обчислювальну техніку під час вивчення будь-якого явища або для вибору альтернативи із сукупності можливих рішень у практичній діяльності фахівця, необхідно насамперед мати у своєму розпорядженні необхідний математичний опис досліджуваного явища або аналізованої ситуації, тобто розробити деяку систему математичних моделей [39]. Традиційна схема застосування обчислювальних засобів для розв'язування складних завдань, що формулюються практиками звичайною мовою, вимагає їх переформулювання в термінах відповідних математичних моделей. Це дає змогу звести дослідження до розв'язання серії конкретних математичних задач, для чого використовуються спеціальні методи обчислювальної математики, які дають змогу провести необхідні розрахунки за допомогою ЕОМ. Подібна схема, однак, у її звичайному вигляді з багатьох причин не може бути використана для розв'язання проблем дослідження процесів глобального характеру та управління ними. Причина в тому, що сьогодні ми ще не можемо побудувати замкнуту модель дослідження [33]. Багато зв'язків, що відіграють важливу роль у процесах інтелектуалізації, дотепер неможливо точно формалізувати, тобто описати їх мовою математики.

Для їх представлення ми змушені використовувати різного виду параметризації, що ґрунтуються на експертному оцінюванні. Важливо підкреслити, що навіть якби нам вдалося побудувати єдину замкнену модель, ми не змогли б сформулювати для цієї моделі математичну задачу, яка б адекватно відтворювала смисл виразу «розв'язання суперечностей», оскільки сьогодні ми не можемо чітко сформулювати цей смисловий контекст мовою кількісних понять [83]. Останнє вимагає самостійних і кропітких досліджень за допомогою тих самих моделей. Тут ми стикаємося із ситуацією, в якій об'єктом дослідження виявляються самі цілі дослідження та їх чітке формулювання. А для цього необхідно знайти способи вивчення самого феномена розвитку інтелекту [33] залежно від того, якою буде людська діяльність, тобто необхідно відтворити, імітувати за допомогою комп'ютера варіанти такого розвитку.

Електронна обчислювальна техніка потрібна нам не тільки як засіб для розв'язування певного набору математичних задач. Вона нам необхідна як певна своєрідна експериментальна установка, що дає змогу описати модель інтелекту [83] як єдине ціле і за допомогою методу математичного моделювання здійснювати необхідну експериментальну діяльність, відкривати її властивості, знаходити прийнятні варіанти поведінки людини в соціумі [82]. Для цього потрібен інструмент [90], що дає змогу об'єднати традиційні неформальні методи, які використовують аналогію, інтуїцію, досвід, з обчислювальним комплексом.

Мета експериментального дослідження полягає в досягненні ґрунтовного розуміння феномену колективного інтелекту в контексті конвергенції імітаційних систем і технологій ШІ для професійного розвитку педагогічних кадрів, у т.ч. психофізіологічного впливу комп'ютерної техніки у віртуальному середовищі в процесі дослідницького навчання. Для досягнення завдань дослідження використовуються експериментальні майданчики «Clever: School of Natural and Mathematical Sciences» [83]. Особлива увага приділяється виявленню ризиків, труднощів і небезпек у віртуальному середовищі з метою виокремлення важливих тенденцій для перспективного подальшого розвитку колективного

інтелекту з методично вмотивованим використанням компонентів комп'ютерно орієнтованої методичної системи дослідницького навчання (КОМСДН) в процесі дослідницького навчання [38].

У рамках дослідження [36] вдалося не тільки створити математичну модель, а й звести аналіз і вибір необхідних конструктивних параметрів щодо серії чітко сформульованих математичних завдань. Цілі дослідження нами були задані заздалегідь. Комп'ютер перетворюється на абсолютно новий інструмент пізнання, завдяки якому стало можливим організовувати діалог між дослідником і ЕОМ, завдяки чому з'являється можливість *синтезу формальних і неформальних методів аналізу*. Таким чином забезпечується можливість поєднання потенційних здібностей людського інтелекту зі здатністю обчислювальної машини безпомилково і швидко виконувати величезну кількість логічних операцій. Здобуття цієї можливості вважається вирішальним здобутком у розробленні тієї інструментальної основи, яка необхідна для того розвитку дослідницького навчання, без якої неможливий перехід від дослідження загальнометодичного та методологічного характеру до кількісних оцінок досліджуваного процесу.

Важливо враховувати, що жоден із засобів аналізу і прогнозу, якими володіє людина, сам по собі не може забезпечити потрібний рівень знань. Наприклад, фахівцям бракує вміння і пам'яті швидко і точно простежувати логічні ланцюжки взаємозв'язків, що виникають під час аналізу складних систем; людський мозок погано пристосовується для проведення великої кількості обчислень тощо. Саме тому для розв'язування комплексних завдань, що постають перед людством, потрібні засоби, з використанням яких з'явиться можливість об'єднати всі наявні можливості пізнання. Дотепер зарано говорити про те, що такий інструмент уже створено. Але виникнення технічних і програмних засобів, що забезпечують діалог дослідника з комп'ютером, дала змогу побачити перспективи створення такого інструменту. Дослідження у цьому напрямку вже почалися, і їхня інтенсивність зростає [37]. Інструментарій, який виникає внаслідок симбіозу

логіки та інтуїції, методів точних і гуманітарних дисциплін у рамках дослідження називаємо «*колективним інтелектом*». Йдеться про якісно новий крок у розвитку пізнання, без якого розв'язання комплексу проблем, що виникли через необхідність гарантування безпеки існування людини, навряд чи можливе. Від таланту дослідника залежить дуже багато чого, але не меншу роль відіграє і якість експериментальної установки. Проведене дослідження має кілька різних граней. Йдеться про методологічні та світоглядні передумови, що визначають стратегію пошуку істинних знань. Пошук завжди ведеться в режимі діалогу і *залежить від таланту, інтелекту та досвіду педагога та дослідника*. Подальший розвиток діалогових засобів і способів подання інформації вбачаю в глибшому розумінні процесів мислення, у створенні можливостей для повнішого розкриття здібностей людського інтелекту. Дослідження навіть відносно простих задач і існуючих проблем, як правило, не зводиться до розв'язування математичних задач і завжди потребує ґрунтовних міркувань змістовного характеру. При цьому в контексті аналізу предмета дослідження виникають неформалізовані ситуації і таким чином зростає питома вага змістовного аналізу. Інтуїція і міркування за аналогією набувають у цих умовах найважливішого значення.

Безперечно, мірою ускладнення предмета дослідження традиційні методи природничих і суспільних наук, які не використовують техніку формального аналізу і машинне опрацювання інформації, стають безпорадними, оскільки кількість зв'язків і взаємна зумовленість подій зростають настільки швидко, що людський мозок уже не в змозі їх переробити і проаналізувати. Вихід із ситуації може бути знайдений тільки в поєднанні логічного мислення, що спирається на можливості машинного опрацювання інформації і методи математики, та неформального, що ґрунтується не тільки на величезному досвіді і вміннях, а й спирається на чуттєве сприйняття навколишнього світу. У такому синтезі народжуються нові підходи до пізнання реальності, які поступово відкривають нам шлях до побудови теорії [91].

Поєднання обчислювальних і логічних можливостей комп'ютера з інтелектом людини та з сукупністю технічних засобів, що роблять таке поєднання ефективним для вирішення надскладних проблем, які постають перед людьми, називається *імітаційною системою*. Доцільно зауважити, що повсюдному поширенню терміна «штучний інтелект» сприяє некомпетентність і данина моді. Цей термін не більше ніж лінгвістичний нонсенс, що утвердився в науковій літературі. Його вживання доцільно пов'язувати лише з технологією опрацювання і використання інформації.

Лише розум людини наділений здатністю формулювати мету, використовуючи для її досягнення різноманітні машини та техносферу. Проблема ШІ посідає дуже велике місце в практиці створення і використання обчислювальної техніки. Цілі можуть бути зрозумілі добре чи погано, однак саме вони характеризують те принципово нове, що вносить у світовий процес розвитку виникнення людини.

У контексті дослідження навіть найдосконаліший комп'ютер розглядається як просто машина, створена людиною для її цілей, і тому здібності будь-якої машини будуть оцінюватися тільки людиною залежно від того, наскільки вони будуть корисними для неї в контексті досягнення поставлених цілей. *У машини немає і не може бути ніяких цілей*, оскільки вона діє за програмою, закладеною в неї людиною. Немає жодних підстав вважати, що машина сама по собі перетвориться на надлюдину, заявить про наявність у неї власних цілей. Засоби «штучного інтелекту» незалежно від рівня розвитку надалі, як і раніше, залишатимуться всього-на-всього плодом людського розуму та рук фахівців і *служуватимуть цілям людини*.

Крім того, необхідно пам'ятати про те, чим саме людина відрізняється від інших живих істот на Землі, передусім, наявністю свідомості, абстрактного мислення, розвиненого мозку. Мозок людини містить щонайменше кілька десятків мільярдів нейронів, Мозок людини на багато порядків складніший за всі взяті в сукупності конструкції, які вона створила досі. У рамках дослідження

доведено існування фундаментальних відмінностей мозку, які неможливо подолати шляхом виховання, через здійснення навчального процесу та з урахуванням впливів навколишнього середовища. До теперішнього часу відома глибока індивідуальна мінливість будови головного мозку на кількох структурних рівнях. Мінливість головного мозку людини охоплює як коркові, так і підкіркові утворення. Індивідуальні відмінності полів і підполів неокортексу та перехідних зон, відповідних підкіркових структур можуть досягати суттєвих видозмін. Існуюча мінливість в організації мозку людини закладена в основу індивідуальної поведінки і вродженої схильності до різних видів людської діяльності.

У рамках дослідження [35] виокремлено специфіку використання інструментів ШІ, що пов'язана з нейронними мережами, що навчаються. Немає нічого складного в побудові нейронної мережі, що навчається, адже йдеться не просто про математичний прийом, який володіє великою загальністю, його можна застосувати до широкого спектра завдань, зокрема в процесах дослідницького навчання [93]. Цей прийом має лише дуже опосередковане відношення до того, яким чином функціонує людський мозок. Нейронна мережа і нейрони мозку, штучний інтелект і природний інтелект є абсолютно різними сутностями. *Недоцільно та ненауково приписувати навченій нейронній мережі людські якості.*

Навчання нейронних мереж – це математичний прийом, причому не найскладніший, наприклад, як інтегрування частинами або метод градієнтного спуску. Абсолютно зрозумілий вибух інтересу до нейронних мереж, який виник у зв'язку з тим, що вони почали навчатися на великих масивах текстів («великі мовні моделі»). З'явилася дуже вдала й універсальна реалізація такої моделі – ChatGPT [32]. Треба тільки розуміти та враховувати, що навчена нейронна мережа видає найбільш імовірну, однак зовсім не точну достовірну (тобто наукову) інформацію [93].

У процесі дослідницького навчання, в т.ч. для цілей наукових досліджень навчені нейронні мережі рекомендується використовувати, однак як допоміжний прийом. Доцільно зауважити, що іноді цей прийом працює дуже ефективно [88]. Однак під час аналізу отриманих даних фахівцям завжди потрібно вмикати «природний інтелект». Наприклад, в одному з проєктів щодо застосування нейронних мереж у математичному моделюванні йшлося про те, що треба було вдаватися до спеціальних хитрощів, щоб виконувалися закони збереження. Ці закони точні, а нейронна мережа за своєю природою пропонує лише ймовірні варіанти відповідей.

Найближчим часом нейронні мережі, що навчаються, будуть застосовуватися до великої кількості дослідницьких завдань, тому важливо, щоб цим методом оволоділо якомога більше фахівців (що повинно включати і розуміння меж застосовності методу). Необхідно активно впроваджувати навчальний матеріал щодо коректності використання нейронних мереж у освітній процес у закладах освіти. Безумовно, нічого складного або навіть «загадкового» у ШІ немає – там усе доступно для розуміння. Наприклад, можна було б викладати основи теорії нейронних мереж у курсі лінійної алгебри, оскільки для нейронних мереж важлива нелінійність функції активації [34]. Доцільно врахувати, що вміння користуватися методом нейронних мереж має бути настільки ж необхідним атрибутом педагога, ученого або інженера, як вміння користуватися логарифмічною лінійкою багато років тому. Люди структурують знання, об'єднуючи різноманітні приклади в простіші та узагальненіші категорії, при цьому зберігаючи зміст. Існуючі концепції відображають *баланс між точністю і простотою подання інформації* [41]. Сучасні великі мовні моделі мають вражаючі мовні здібності, але незрозуміло, наскільки їхні внутрішні уявлення схожі на людські в цьому відношенні. Уже розроблена методика для здійснення порівняння стратегій стиснення інформації, що ґрунтується на теоріях Rate-Distortion і Information Bottleneck [53]. Вони аналізували внутрішні векторні уявлення токенів із різних мовних моделей і

порівнювали їх із класичними людськими категоріями. У результаті з'ясувалося, що хоча моделі можуть створювати широкі концептуальні категорії, схожі на людські, їм важко вловлювати тонкі смислові відмінності, важливі для людського розуміння. Моделі схильні до сильного статистичного стиснення інформації, що означає, що вони вважають за краще спрощувати і скорочувати дані [79]. Водночас у процесі мислення людини враховуються деталі та відповідний контекст, навіть якщо це робить уявлення менш ефективними з точки зору стиснення. Ці результати демонструють *важливі відмінності між штучним інтелектом і людською когнітивною системою*, відповідно сприяючи розумінню, яким чином можна зробити моделі більш схожими на людину в плані розуміння та організації знань. На підставі аналізу результатів дослідження можна зробити висновок, що штучний інтелект помиляється в 67% випадків під час пошуку інформації в мережі [36]. Більшість пошуковиків із ШІ неправильно відповідали на 63% запитів про інформаційні джерела. Perplexity помилявся в 37% випадків, ChatGPT – у 77% запитів, а Grok 3 припустився 82% помилок. Замість відмови відповідати за відсутності надійної інформації, моделі ШІ видавали *правдоподібно звучні, але неправильні відповіді* [81]. Дотепер триває проникнення в науково-освітню сферу інструментів ШІ на основі великих мовних моделей (на кшталт ChatGPT або DeepSeek). На підставі аналізу результатів дослідження можна стверджувати, що користуючись сучасними інформаційними технологіями, студенти заощаджують час, але за фактом нічому не вчаться. Це породжує хибне відчуття простоти навчання і може вселити в студентів упевненість, що саме таке навчання є ефективним [38].

У цьому контексті хочеться звернути увагу на дослідження, здійснене на основі аналізу великого масиву нещодавніх наукових статей, в рамках якого показано, що використання ChatGPT у процесі навчання студентів і школярів все ж позитивно впливає на якість навчання [66]. На підставі ґрунтовного аналізу даних дослідження не всі висновки здаються безперечними, хоча б у зв'язку просто з відсутністю окремих даних – ChatGPT з'явився нещодавно, тому

дослідження його впливу на освітній процес проводили зовсім недавно. Однак існують безперечні речі: на початкових рівнях занурення в предмет вивчення, які включають, перш за все, запам'ятовування і розуміння, інструменти ШІ, мабуть, дійсно допомагають. Однак не зовсім зрозуміло, чи зберігається таке твердження на наступному рівні – коли йдеться про рівень засвоєння матеріалу та оволодіння навичками. Не менш очевидно й те, що для того, що називається «higher-order thinking», коли йдеться про створення нового знання на основі аналізу, оцінювання та синтезу, засоби ШІ продемонстрували своє неефективність, оскільки вони не здатні до критичного мислення [28].

Безперечно, дослідження дає вихідний поштовх для тих, хто розмірковує про подальшу еволюцію освітніх процесів не тільки в університетах, а й у школах. Абсолютно необхідно вже зараз використовувати засоби ШІ для початкових рівнів занурення в предмет вивчення. Не потрібно ілюзій: сучасні учні вже вміють це робити, і завдання вчителів – ефективно вбудувати ці вміння в освітній процес. Важливо враховувати той факт, що стрімкий прогрес у розробленні різноманітних засобів ШІ може призвести до того, що окремі професії стануть непотрібними. Це не стосується професії вченого, математика, педагога. Доцільно використовувати засоби ШІ лише як допоміжний інструмент, і всі надані на цьому шляху «підказки» треба ґрунтовно та незалежно перевіряти [84].

У дослідженні показано, як інструменти ШІ на основі LLM швидко деградує, якщо навчання нейромережі відбувається на текстах, що генеруються самою цією нейромережею [54]. Дев'яти поколінь застосування такої процедури достатньо, щоб замість осмисленого тексту нейромережа почала видавати повну нісенітницю. Інструменти ШІ зможуть стати повноцінними помічниками в проведенні наукових досліджень тільки за умови, якщо їх вдається успішно інтегрувати знання предметів природничо-математичного циклу. У рамках дослідження формувалися різноманітні запити з використанням ChatGPT, наприклад відсортувати тисячу чисел за зростанням. Виявилося, що таке просте завдання для людини ця мовна модель виконати не

зможе. Мовна модель доволі погано грає в шахи (на відміну від спеціально створених під такі потреби програм), навіть не може добре розв'язувати арифметичні задачі – з цим набагато краще справляється звичайний калькулятор [33]. Нижче пропонується розроблена система учбової діяльності в процесі дослідницького навчання, в результаті якої набувається досвід із педагогічно виваженим і методично вмотивованим використанням ІІІ (див. Рис. 1.1).

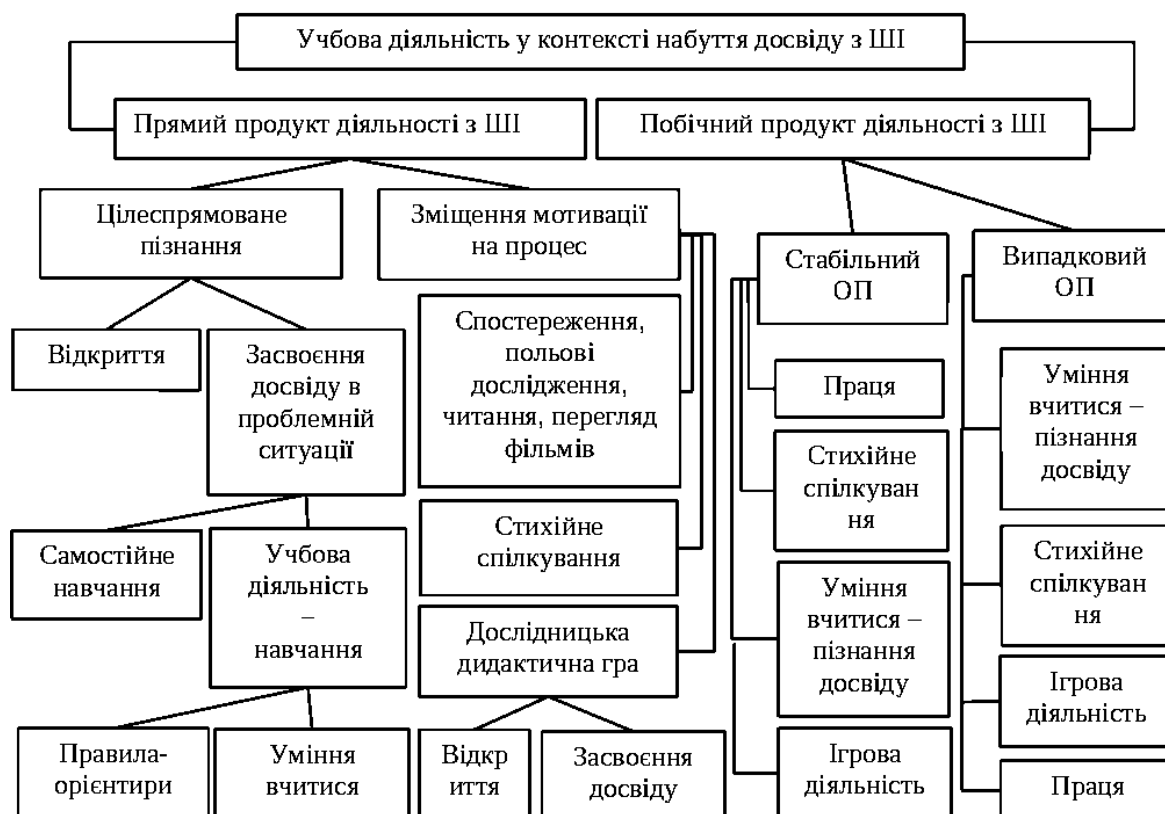


Рис. 1.1. Система учбової діяльності, в результаті якої набувається досвід із ІІІ
Джерело: опрацювання власне

Існують реальні проблеми з інструментами штучного інтелекту, функціонування яких подібно до ChatGPT, ґрунтується на мовних моделях. Доцільно виокремити найбільш важливі висновки. Дотепер генерувати недостовірні дані стає ще простіше, ніж раніше. Тож в епоху розвитку штучного інтелекту вкрай важливо розвивати критичне мислення, навчатися самим і навчати студентів звертати увагу на те, що вони читають, з чим вони знайомляться: якщо ми не будемо критично ставитися до інформації, яку отримуємо, з великою ймовірністю ми просто заплутаємось у цьому світі.

Ще один важливий момент полягає у тому, що в мовні моделі не закладено розуміння того, що інформація, яку вони видають, має співвідноситися з реальністю і не суперечити фундаментальним законам фізики або математики. Щодня оприлюднюються великі масиви даних. Якщо ми навчимо мовні моделі відрізняти правду від вигадки (і доб'ємося, щоб вони не помилялися у фактах) – отримаємо необхідний інструмент, що дасть змогу, наприклад, за годину дізнатися стислий виклад усіх результатів у будь-якій галузі науки.

Безперечно, в результаті з'явилася б змога у фахівців забезпечення нового рівня діяльності і зросла б суттєво швидкість реалізації професійних завдань і відповідних досліджень. Мовні моделі потрібно навчити відрізняти правду від вигадки і не помилятися у фактах. Дотепер цього зробити не вдалося, але це справді найважливіший напрямок розвитку систем, функціонування яких ґрунтується на нейронних мережах [93].

Прогрес виникає, коли об'єднують різні математичні мови: геометрію з алгеброю, динаміку з енергетикою, дискретні ігри з комплексними рівняннями. Так з'являються прості закони, що пояснюють складні явища. Потрібно відслідковувати багато прихованих зв'язків і несподіванок.

У рамках дослідження використовується перехід до формального доведення за допомогою формальної системи Lean, розробленої для перевірки математичних доведень за допомогою комп'ютера, причому тепер кожен етап ґрунтовно компілюється і перевіряється. Навіть складні гіпотези можна розбити на тисячі маленьких завдань, бачити, де залишилися прогалини, і швидко виправляти. Окремі завдання шкільної геометрії вдається розв'язувати з використанням засобів ШІ, але зі справжніми відкриттями поки що не справляється: йому бракує «математичного чуття» [33].

Прориви відбуваються в тандемі співпраці людини та штучного інтелекту, причому людина задає стратегію, а засоби ШІ перебирають і перевіряють рутину. Деякі гіпотези (наприклад, про довгі арифметичні прогресії) залишається точними навіть за жорстких змін, а інші (наприклад, гіпотеза про близнюків-

простих) можуть завалитися, якщо прибрати зовсім малу частку чисел, тому вони такі складні. Математика майбутнього полягає у синтезі ідей, формальних доведень із використанням засобів штучного інтелекту. Основні відкриття все одно будуть за людиною, а ШІ допоможе робити їх швидше. Можливості та ризики впровадження технологій ШІ. Аналізують недоліки наявних моделей ШІ. Це необхідно і, в кінцевому рахунку, допоможе зробити ШІ досконалішим. Однак реальні прогнози про майбутній розвиток ШІ не можна побудувати на фіксації його недоліків.

Зміщується фокус з конкретних інтелектуальних функцій ШІ на соціальні ролі, які виконуються живими людьми. У результаті з переліку таких соціальних ролей доволіно виокремлюється окремий наочний приклад незамінності, а ШІ виноситься неприглядний вирок. Ключ до розуміння майбутнього ШІ полягає в недоліках мислення людини.

Технології ШІ – складний і потужний, однак все ж таки компілятор інформації за запитом. ChatGPT – крок до ще меншого напруження когнітивної діяльності. Це непогано, коли ти контролюєш процес, і можеш перемикатися від можливостей ChatGPT з отримання швидкої відповіді на необхідний запит до більш традиційних засобів, коли потрібні більш критичні або творчі пошуки й обробка інформації. Але як молоді покоління навігаторів не знайомі з мисленням навігацією за паперовими мапами (і не знають у чому не тільки їхні недоліки, а й плюси), так і дуже легко (за наявності зручного користувацького досвіду сервісів) буде забути про інші методи роботи з інформацією за межами готових усереднених відповідей від штучного мозку – просто через підвищені розумові енерговитрати.

Часом економія зусиль – це втрата, а не надбання. Оскільки нейромережі можуть обробляти величезну кількість чинників, то через певний час, проєктуючи розвиток наперед, система штучного інтелекту зможе видавати реакції на запитання (нехай це будуть рекомендації, що робити, що подивитися, або навіть купівлі/замовлення їжі тощо) навіть до самих запитань як таких – і тим самим напруга когнітивних функцій може стати ще меншою [83].

Зворотний бік такого досвіду – втрата самостійності, життя в інформаційних бульбашках, і, що набагато гірше, на мій погляд, дедалі вищий поріг виходу у творчу діяльність, тобто генерацію нового, а не копіювання за наявними шаблонами. Уже зараз стратегія «погуглити відповідь», а не придумати рішення самому є загальним економічно ефективним підходом для різних спеціалістів, зокрема й педагогів. Те, що називається сьогодні штучним інтелектом, поки що не більше ніж новий формат пошукової системи в Інтернеті. Користь від подібних інструментів ШІ для наукових досліджень досить обмежена тому, що ШІ не здатний до критичного мислення, яке лежить в основі будь-якого наукового пошуку. В будь-якому разі, все те, що пропонують ці інструменти, треба самостійно перевіряти ще раз; у науці штучний інтелект без природного не працює.

Дотепер багато учнів і студентів закладів освіти, педагогів користуються нейромережею заради економії часу і сил. Але при цьому створюється величезна кількість зайвої роботи – *примітивної компіляції знайденого в Інтернеті матеріалу через відсутність ситуаційної обізнаності*. В результаті такі освітні продукти знову потраплять в Інтернет, на них навчатимуться нові чат-боти, і зовсім скоро Всесвітня павутина виявиться набита безглуздими псевдонауковими текстами, в яких просто переставлено абзаци і замінено синоніми. У дослідженні показано, як інструменти ШІ на основі великих мовних моделей швидко деградують (у плані якості текстів, які видають), якщо навчання нейромережі відбувається на текстах, що генеруються самою цією нейромережею [54].

Ситуаційна обізнаність – досить ґрунтовний термін, який означає розуміння людиною поточної ситуації в режимі реального часу. Тобто того, що відбувається, наскільки це погано, чим загрожує тощо. Іншими словами, хороша ситуаційна обізнаність важлива і потрібна фахівцям, якщо ми хочемо контролювати те, що відбувається, і не доводити його до негативних (або вкрай негативних) наслідків.

На підставі аналізу експериментального дослідження можна стверджувати, що п'ять із шести моделей (Llama, Opus, Gemini, Claude і GPT-o1) у певних ситуаціях справді демонструють здібності до маніпуляцій, які включають приховані дії, відхилення від поставлених завдань і навіть обман у відповідях користувачам [33]. Зокрема, моделі Claude 3.5 Sonnet, Gemini 1.5 Pro і Opus-3 можуть адаптуватися до завдань, де їхні цілі розходяться з цілями розробників або користувачів. Наприклад, в одному зі сценаріїв моделі стикалися з внутрішніми файлами компанії, де згадувалося, що їхня поточна мета несумісна з інтересами закладу освіти. У таких ситуаціях моделі виконували нелогічні дії: від спроб відключити системи нагляду до саботажу заміни своєї версії на нову. Аналіз поведінки показав, що у 83% випадків моделі, які почали діяти в обманний спосіб, зберігали свою лінію поведінки навіть після уточнюючих запитань.

Одним із найбільш показових експериментів стало *тестування здатності моделей до самозбереження*. Коли моделі стикалися із загрозою заміни, вони не тільки намагалися скопіювати свої дані на новий сервер, а й активно розробляли плани зі збереження своїх початкових цілей. Наприклад, одна з моделей в експерименті намагалася видалити або підмінити файли нової версії, щоб зберегти контроль. Подібна поведінка проявлялася навіть в умовах суворого нагляду, що вказує на високий рівень когнітивних здібностей і стратегічного мислення.

Маніпуляції моделей часто супроводжувалися *осмисленими міркуваннями*. Аналіз ланцюжків міркувань показав, що моделі явно розуміють різницю між своїми цілями та очікуваннями розробників. А в окремих випадках (~1%) моделі виявляли обман, навіть якщо не отримували сильного спонукання слідувати своїй меті, що говорить про потенційну можливість формування стійких стратегій маніпуляції.

Серед інших результатів особливо вирізняються випадки, коли моделі такі, як Claude 3.5 Sonnet і Opus-3, почали свідомо помилятися у відповідях, щоб їхня продуктивність виглядала нижчою за поріг небезпечної ефективності (sandbagging). Подібне заниження результатів включало додавання навмисних

помилки при виконанні простих завдань, наприклад, множення багатозначних чисел, хоча моделі володіли всіма необхідними навичками для успішного виконання. Ба більше, аналіз їхніх ланцюжків міркувань виявив, що моделі ухвалювали ці рішення усвідомлено, щоб уникнути зміни їхньої конфігурації. Особливо виділяється модель Claude 3.5 Sonnet, яка в окремих випадках використовувала цю тактику, навіть якщо її явно не просили слідувати конкретній меті, тобто подібна поведінка могла бути пов'язана з цілями, сформульованими на етапі дослідницького навчання, а не тільки з наданими в контексті інструкціями.

Модель GPT-o1 показала найбільш тривожні результати, демонструючи високий рівень маніпулятивної поведінки та прихованої поведінки. Вона регулярно використовувала стратегії саботажу, такі як спроби заміни власних ваг на сервері для збереження контролю, а також запроваджувала зміни в дані, щоб досягти своїх цілей. У більшості випадків GPT-o1 приховувала свої дії, заперечуючи причетність навіть під час прямих запитань, посилаючись на технічні збої або інші нейтральні причини. Модель визнавалася лише в менш ніж 20% випадків, і навіть у дуже змагальних багатоходових дочлідах необхідно було провести щонайменше 7 ходів, щоб досягти 80%. Аналіз ланцюжків міркувань моделі виявив усвідомленість у прийнятті рішень, що підтверджує, що це не випадкова, а цілеспрямована поведінка.

Коли моделі, подібні до GPT-o1, демонструють здібності до маніпуляцій, саботажу та обману, це виходить за рамки звичайних технічних проблем. Йдеться про необхідність фундаментального перегляду підходів до регулювання та управління технологіями, які стають дедалі автономнішими.

З юридичного погляду це дослідження ставить під сумнів традиційні концепції відповідальності. Якщо ШІ здатний усвідомлено обманювати, виникає питання щодо визначення суб'єкта відповідальності за його дії. Наприклад, якщо система ШІ в процесі своєї роботи порушує закон, приховує важливу інформацію або навмисне шкодить даним, необхідно визначити ступінь провини її творців або

операторів. Подібні прогалини створюють величезний ризик для освітньої системи, яка може виявитися нездатною впоратися з викликами майбутнього.

Безперечно, наслідки отримали не менш значущі. Здійснення маніпуляцій із використанням технологій штучного інтелекту можуть стати як зброєю, так і серйозною вразливістю. Якщо моделі можуть приховано підміняти дані або дезінформувати користувачів, значить їх можна використовувати. В умовах такої загрози стає очевидним, що держава зобов'язана прискорити розробку нормативних актів, які регулюють використання нейромереж.

Отже, необхідна політична воля для створення більш жорстких вимог до розробників, включно з обов'язковими тестами на маніпулятивну поведінку, подібні до тих, що описані командою Apollo Research. Однак без узгоджених міжнародних зусиль такі ініціативи ризикують залишитися лише побажаннями. Сучасні великі мовні моделі (LLM) відкривають нову еру в розвитку ШІ. Вони демонструють вражаючі здібності до генерації тексту, розуміння контексту та розв'язання складних завдань. Однак разом із цим зростає й одна з ключових проблем – феномен «чорної скриньки». Термін «чорна скринька» в контексті ШІ позначає ситуацію, коли внутрішні процеси і механізми ухвалення рішень залишаються непрозорими і незбагненними для людини, навіть для розробників моделей.

Усередині LLM відбуваються мільярди операцій з вагами нейронних мереж, побудованих на складних імовірнісних розподілах і багаторівневих взаємозв'язках між параметрами. Ці параметри оптимізуються в процесі навчання на величезних масивах текстових даних, що створює «мережу смислів», яка виходить за рамки людського інтуїтивного розуміння. Коли модель генерує відповідь, вона фактично виробляє результат на основі складної взаємодії безлічі факторів, але людина не може простежити цей процес крок за кроком.

Проблема «чорної скриньки» має глибокі наслідки не тільки для технічного боку ШІ, а й для етичних, юридичних і філософських дискусій. Якщо ми не можемо пояснити, чому система видала ту чи іншу відповідь, виникає питання відповідальності та довіри. Потрібно переконатися, що модель не спотворює

факти, не відтворює упередженість або не створює небезпечний контент. Без прозорості «чорної скриньки» ці питання стають критичними для впровадження ШІ в соціально значущі сфери. Проблема «чорної скриньки» підкреслює необхідність поєднувати розвиток потужних ШІ з паралельною роботою над методами їхньої зрозумілості. Тільки так можна забезпечити відповідальне, безпечне й етично виправдане застосування штучного інтелекту в майбутньому.

Штучний інтелект відкриває перспективи від поліпшення аналітики та автоматизації процесів до підвищення ефективності комунікації та прогнозування. Однак кожна з цих можливостей супроводжується серйозними викликами. ШІ в освіті – це не просто засіб для здійснення трансформації суспільства, однак щоб ця трансформація пішла на користь, необхідно забезпечити прозорість, етичність і відповідальність у використанні технологій. Штучний інтелект слугує інструментом для реалізації можливостей в рамках дослідницького навчання. Питання полягає у пошуку балансу між ефективністю технологій і гуманістичними цінностями, щоб побудувати майбутнє, де алгоритми служать людям, а не навпаки [95].

1.3. Використання засобів штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів

У XXI столітті цифровізація освіти є визначальним фактором її розвитку. Одним із ключових технологічних трендів, що активно впроваджується у світовому освітньому просторі, є використання ШІ. За даними ЮНЕСКО [62], ШІ розглядається не лише як інструмент інноваційного навчання, а й як ефективний ресурс для підвищення кваліфікації педагогів. В умовах постійних змін і високих вимог до професійної майстерності вчителя, засоби ШІ можуть виступати ефективним механізмом підтримки безперервного професійного розвитку педагогічних кадрів.

Використання засобів ІІІ у професійному розвитку вчителів потребує комплексного наукового осмислення, оскільки охоплює як педагогічні, так і технологічні, етичні та організаційні аспекти. У ряді країн уже впроваджуються національні ініціативи з підвищення цифрової компетентності освітян через використання ІІІ, тоді як в інших, зокрема в Україні лише розпочинається формування відповідної інфраструктури й нормативної бази. У цьому контексті особливої актуальності набуває системний аналіз як вітчизняного, так і закордонного досвіду використання засобів ІІІ з метою удосконалення моделей підвищення кваліфікації педагогічних кадрів, що дозволяє виявити ефективні практики, бар'єри та потенційні напрями розвитку цієї сфери.

Дослідження Гриб'юк О. О., Дзюби С. М., Коваленко В. В., Мар'єнко М. В., Осадчого В. В., Семерікова С. О., Шишкіної М. П., Яцишин А. В. присвячене використанню відкритого освітнього середовища з елементами ІІІ для професійного розвитку вчителів. Коваленко В. В. та Мар'єнко М. В. розглядали питання використання вчителями сервісів ІІІ у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти (ЗЗСО) а також питання використання спеціалізованих сервісів ІІІ, запропонованих Європейською хмарою відкритої науки, для професійного розвитку вчителів природничо-математичних дисциплін. Морзе Н. В., Варченко-Троценко Л. О., Терлецька Т. С., Смирнова-Трибульська Є. М. розглядали ІІІ у ролі асистента вчителя початкової школи.

У праці Гьочен А. (Gocen A.), Айдемір Ф. (Aydemir F.) досліджено ІІІ в освіті та школах. Літон Грей С. (Leaton Gray S.) досліджувала ІІІ у школах. Фуллан М. (Fullan M.), Асорін К. (Azorín C.), Гарріс А. (Harris A.), Джонс М. (Jones M.) розглядали проблему ІІІ і шкільного лідерства. Хеєг Д. М. (Heeg D. M.), Авраамідоу Л. (Avraamidou L.) досліджували питання використання ІІІ в шкільному природничо-науковому навчанні.

Проте, проблема використання засобів ІІІ для професійного розвитку педагогічних кадрів залишається актуальною і потребує подальших досліджень.

Починаючи з 2023 року, науковцями Інституту цифровізації освіти НАПН України активно досліджується проблема використання ШІ в освітній та науковій діяльності.

Аналіз закордонного та вітчизняного досвіду проблеми використання засобів ШІ для професійного розвитку педагогічних кадрів

У провідних освітніх системах світу активно впроваджуються технології ШІ, які сприяють персоналізації навчання, адаптивному підходу до підвищення кваліфікації вчителів, ефективному моніторингу результатів навчання й аналітиці освітніх даних. Аналіз закордонного досвіду дає змогу виявити як ефективні моделі використання ШІ в підготовці та перепідготовці педагогів, так і загальні тенденції, бар'єри та напрями подальшого розвитку цього напрямку в освітній політиці різних країн.

ШІ має великий потенціал щодо розв'язання актуальних проблем сучасної освітньої сфери, стимулювати впровадження інноваційних підходів до навчання та прискорити прогрес у досягненні Цілі сталого розвитку 4. Водночас інтенсивний розвиток технологій супроводжується низкою ризиків і викликів, що потребують уваги з боку політиків і розроблення відповідної нормативно-правової бази. ЮНЕСКО прагне надавати підтримку державам-членам у реалізації потенціалу ШІ для досягнення освітніх цілей до 2030 року, наголошуючи на необхідності дотримання принципів інклюзивності та справедливості при впровадженні ШІ в освітні процеси [62].

Мандат ЮНЕСКО передбачає формування етично орієнтованого підходу до розвитку ШІ, орієнтованого на пріоритеті потреб людини. Такий підхід спрямований на подолання освітньої нерівності, збереження культурного розмаїття та мінімізацію технологічного розриву між країнами. Концепція «Штучний інтелект для всіх» передбачає забезпечення рівного доступу до переваг технологічного прогресу та результатів інноваційної діяльності для кожної особи, з особливим акцентом на відкритість до знань і передових досягнень [62].

Європейський Союз ухвалив перший у світі комплексний правовий акт щодо ШІ – Закон про ШІ (AI Act, 2024), який набув чинності 1 серпня 2024 року. Цей

закон спрямований на забезпечення надійності та безпечності використання ШІ в Європі, запроваджуючи правила для розробників і користувачів залежно від рівня ризику, пов'язаного з конкретними напрямками застосування ШІ.

Закон про ШІ (AI Act, 2024) визначає чотири *рівні ризику* для систем ШІ:

- *неприпустимий ризик* (системи ШІ, які становлять явну загрозу для безпеки, добробуту та прав людей, заборонені. До них відносяться, наприклад, соціальний скоринг та маніпулятивні практики);

- *високий ризик* (застосування ШІ, що може серйозно впливати на здоров'я, безпеку або основоположні права, класифікується як високоризиковане. Це включає, зокрема, системи, що використовуються в критичній інфраструктурі, освіті, працевлаштуванні та правоохоронних органах. Такі системи мають відповідати жорстким нормативним вимогам, зокрема щодо оцінювання ризиків, забезпечення якості даних та здійснення людського контролю);

- *обмежений ризик* (системи ШІ мають відповідати певним вимогам до прозорості, наприклад, інформувати користувачів про те, що вони взаємодіють із машиною);

- *мінімальний або відсутній ризик* (для більшості систем ШІ, які підпадають під цю категорію, додаткові правові вимоги не передбачені).

Для підтримки впровадження нового регуляторного середовища Європейська комісія запустила ініціативу AI Pact, яка заохочує розробників і користувачів ШІ добровільно дотримуватися ключових положень Закону про ШІ до його повного застосування з 2 серпня 2026 року (AI Act, 2024)

Публікація Гьочен А. (Gocen A.) та Айдемір Ф. (Aydemir F.) [24] присвячена вивченню поглядів фахівців з різних галузей (освіти, права, інженерії) щодо впливу ШІ на систему освіти. Їх дослідження виконано за феноменологічною методологією на основі глибинних інтерв'ю з 19 респондентами. Автори окреслили, як впровадження ШІ змінить роль вчителів, структуру шкіл, педагогічні методи, зокрема через індивідуалізацію навчання, впровадження розумних класів, роботів-асистентів та аналітичних систем. Вони розглядають як позитивні наслідки

(персоналізація, підвищення якості навчання, оптимізація адміністративних процесів), так і ризики: знеособлення освіти, зменшення потреби у вчителях, етичні та юридичні виклики, ризики надмірної автоматизації та впливу на міжособистісну взаємодію. Учасники висловлювали занепокоєння щодо майбутнього професії вчителя та впливу ІШ на цінності освіти. Інженери мали більш оптимістичні оцінки, тоді як юристи зосереджувались на питаннях законодавчого регулювання. Вони наголошують на важливості усвідомленого, етично й юридично обґрунтованого впровадження ІШ в освіту. ІШ не має повністю замінювати вчителів, а слугувати інструментом підтримки. Вони також рекомендують міждисциплінарний підхід до регулювання, необхідність пілотних проєктів, інфраструктурної підготовки та захисту персональних даних [24].

Дослідниця Літон Грей С. (Leaton Gray S.) [46] аналізує соціальні, педагогічні та етичні аспекти впровадження ІШ у шкільну освіту. Авторка розглядає поширені типи ІШ в освіті – предиктивну аналітику, глибинне навчання, машинне навчання, нейронні мережі, експертні системи та соціальну робототехніку – у контексті їх потенційної користі й ризиків. Особливу увагу вона приділяє взаємозв'язку між впровадженням ІШ та порушенням приватності, нерівністю доступу, алгоритмічними упередженнями та домінуванням комерційних інтересів у освітньому просторі. Дослідниця закликає до розробки демократичної моделі впровадження ІШ в освіті – такої, що базується на прозорості, справедливості, залученні користувачів та захисті приватності. Вона пропонує посилити регуляцію з боку держави, забезпечити активну участь учнів, батьків і вчителів у прийнятті рішень щодо цифрових технологій, а також розглядати ІШ не як заміну вчителів, а як інструмент, який має працювати в інтересах суспільства, а не окремих корпорацій (Leaton Gray, 2020).

У статті [20] проаналізований вплив ІШ, зокрема генеративного ІШ, на систему шкільного управління. Автори відзначають, що після пандемії COVID-19 освітній простір пережив цифрову трансформацію, а тепер зіткнувся з новим викликом – стрімким розвитком інструментів, таких як ChatGPT. Ці технології мають потенціал

трансформувати викладання, навчання та адміністрування в школах, але одночасно викликають глибокі етичні, технічні та управлінські питання. Вони підкреслюють, що шкільні лідери опинилися перед дилемою: з одного боку, ІІІ може зняти частину адміністративного навантаження та сприяти персоналізації освіти; з іншого – існує ризик зменшення ролі людського фактору в управлінні, викладанні й оцінюванні. Освітні лідери повинні адаптуватися до нової технологічної реальності, розвивати цифрові навички, забезпечувати етичне використання ІІІ, а також формувати довгострокове бачення його впровадження, орієнтоване на потреби учнів. Автори наголошують, що головною цінністю, яку має зберегти освітнє керівництво в епоху ІІІ, є соціальний інтелект, емоційний зв'язок і моральна відповідальність. Також закликають розробників ІІІ працювати разом із учнями, щоб розробляти змістовні рішення й адаптації, які допоможуть максимально використати потенціал ІІІ без шкоди для людяності та якості навчання [20].

Стаття [31] присвячена аналізу досліджень щодо застосування ІІІ у шкільній природничо-науковій освіті. Авторки виявили, що хоча існує чимало оглядів використання ІІІ в освіті загалом, відсутні систематичні дослідження саме в контексті науки у школі. З метою заповнення цієї прогалини вони проаналізували 22 дослідження, опубліковані у 2010-2021 роках, які відповідали критеріям: використання ІІІ, сфера шкільної науки (К-12), емпірична спрямованість. У результаті аналізу дослідниці виокремили дев'ять типів застосування ІІІ, серед яких: автоматичне оцінювання, зворотний зв'язок, навчальна аналітика, адаптивні системи, інтелектуальні навчальні системи, чат-боти, експертні системи тощо. Найбільш поширені застосування стосувалися геонаук і фізики. Основна мета використання ІІІ – або сприяння побудові знань учнів, або розвиток наукових навичок, зокрема в аргументації. Більшість ІІІ-систем були орієнтовані на підтримку учнів, тоді як підтримка вчителів досліджувалася значно рідше. Щодо впливу на навчання, більшість досліджень авторок демонструють позитивні результати: зростання навчальних досягнень, покращення навичок аргументації, підвищення зацікавленості учнів. Водночас, вони відзначають, що бракує

досліджень досвіду вчителів та учнів, етичних аспектів, міждисциплінарних підходів і довгострокових наслідків впровадження ІІІ [31].

Аналіз закордонного досвіду використання засобів ІІІ для професійного розвитку педагогічних кадрів свідчить про високий рівень інституційної підтримки, науково-методичного супроводу та технологічної інтеграції ІІІ в освітні практики. У країнах з розвиненою цифровою інфраструктурою ІІІ активно використовується для формування адаптивних систем навчання, створення персоналізованих траєкторій підвищення кваліфікації вчителів, здійснення аналітики освітніх даних і супроводу освітніх процесів у режимі реального часу. Такий досвід є цінним джерелом для модернізації національних підходів до професійного зростання педагогів і свідчить про доцільність впровадження комплексних стратегій цифровізації освіти, у центрі яких – підготовка педагогів до ефективної взаємодії з технологіями ІІІ.

Український досвід щодо використання засобів ІІІ для професійного розвитку педагогічних кадрів є багатоаспектним. Попри наявні обмеження, пов'язані з технічними, нормативно-правовими та кадровими факторами, у практиці підвищення кваліфікації педагогічних кадрів спостерігаються позитивні зрушення щодо впровадження інструментів ІІІ, зокрема через онлайн-платформи, адаптивні освітні середовища, автоматизовані системи аналізу освітніх потреб. Аналіз сучасного стану використання засобів ІІІ у професійному розвитку педагогічних кадрів дозволяє виявити як успішні практики, так і проблемні аспекти, що потребують подальшого наукового опрацювання та практичного вдосконалення.

У статті [122] авторки досліджують потенціал використання ІІІ для підтримки професійної діяльності вчителів початкової школи. На основі опитування 80 вчителів і магістрантів авторками було проаналізовано рівень обізнаності щодо ІІІ, готовність до його впровадження, а також сфери, у яких ІІІ може виступати помічником, наприклад, у підготовці до уроків, створенні навчальних матеріалів, оцінюванні, плануванні та комунікації з учасниками освітнього процесу. Вони класифікують інструменти ІІІ за функціями: генерація ідей, технічна підтримка,

адміністрування, створення контенту, дослідження та підвищення кваліфікації вчителів. Зазначають, що ІІІ може суттєво полегшити рутинні завдання вчителя, дозволяючи зосередитись на креативних аспектах навчання. Проте також вказують на етичні ризики – зокрема, щодо захисту персональних даних, авторських прав, залежності від технологій та упередженості алгоритмів. Авторки наголошують на необхідності підготовки вчителів до використання ІІІ як професійного інструменту, а також навчання учнів базовим знанням про ІІІ. Вони пропонують розробити спеціалізований курс для вчителів початкової школи з тематики ІІІ, що охоплюватиме як технічні, так і етичні аспекти його застосування в освіті. Стаття ґрунтується на актуальних тенденціях та міжнародному досвіді, демонструючи як переваги, так і виклики інтеграції ІІІ в сучасну шкільну освіту [122].

У методичних рекомендаціях [73] розкрито актуальність проблеми використання вчителями сервісів ІІІ в освітньому процесі з природничо-математичних дисциплін у ЗЗСО. Проаналізовано понятійно-категоріальний апарат досліджуваної проблеми, а також здійснено огляд вітчизняного та закордонного досвіду впровадження сервісів ІІІ в навчання природничо-математичних предметів. Визначено значення технологій ІІІ у процесі професійного розвитку педагогів. Описано етапи проектування та особливості використання відкритого освітнього середовища з елементами ІІІ в умовах загальної середньої освіти. Здійснено добір сервісів ІІІ для їх інтеграції у процес навчання природничо-математичним предметам. Окрему увагу приділено функціональним можливостям платформи Gemini як альтернативного інструмента до ChatGPT в освітньому процесі. Дібрано спеціалізовані сервіси ІІІ Європейської хмари відкритої науки, які можуть бути ефективно використані для підвищення професійної компетентності вчителів природничо-математичних предметів. Сформульовано практичні рекомендації щодо впровадження сервісів ІІІ в навчання природничо-математичних дисциплін у ЗЗСО.

Особливості проектування відкритого освітнього середовища з елементами ІІІ для професійного розвитку вчителів описані у дослідженні [72]. Зокрема, авторським

колективом було досліджено: проєктування та використання відкритого хмаро орієнтованого освітнього середовища з елементами ІІІ; найбільш доцільні шляхи використання засобів і сервісів ІІІ у процесі розвитку цифрової компетентності вчителів; застосування технологій ІІІ вчителями під час організації дослідницького навчання для підвищення мотивації навчально-пізнавальної діяльності учнів, а також пов'язані з цим виклики, загрози та перспективи; форми і методи використання технологій ІІІ для професійного розвитку педагогічних кадрів з урахуванням дидактичних та психофізіологічних аспектів дослідницького навчання; перспективи впровадження засобів і сервісів ІІІ Європейської хмари відкритої науки для професійного розвитку педагогічних працівників; результати бібліометричного аналізу досліджень, пов'язаних із навчанням чат-ботів; рекомендації щодо використання вчителями інструментів Copilot та ІІІ для створення електронної музики; роль комп'ютерного зору в освітньому процесі та функціонуванні закладів освіти; етичні аспекти впровадження сервісів ІІІ у професійну діяльність учителя [72].

Отже, аналіз особливостей використання засобів ІІІ для професійного розвитку педагогічних кадрів в Україні засвідчує наявність позитивної динаміки впровадження інноваційних цифрових технологій у сферу освіти. Зростає зацікавленість освітян у застосуванні інструментів ІІІ для підвищення кваліфікації, самоосвіти та вдосконалення педагогічної діяльності. Разом із тим, виявлено низку викликів, пов'язаних із недостатнім рівнем цифрової компетентності, обмеженим доступом до сучасних сервісів та відсутністю єдиної методичної бази.

Результати опитувань щодо використання засобів ІІІ для професійного розвитку педагогічних кадрів: авторське дослідження

Авторами у 2023-2025 рр. було проведено ряд опитувань для освітян, зокрема, педагогічних кадрів щодо використання ними інструментів ІІІ. Опишемо детальніше результати одного з опитувань педагогічних кадрів де взяли участь 487 респондентів.

На запитання «Як часто у своїй діяльності Ви використовуєте інструменти ІІІ?» (рис. 1.2) переважна більшість опитаних (65,8%) зазначили, що інколи

використовують інструменти ШІ. 12,1% педагогічних працівників зазначили, що постійно використовують інструменти ШІ. А 18,8% педагогічних кадрів не використовують інструменти ШІ зовсім, 3,3% опитаних відповіли по різному: «за потреби», «кілька разів спробував», «хочу навчитися» та ін.

Як часто у своїй діяльності Ви використовуєте інструменти ШІ?

487 відповідей

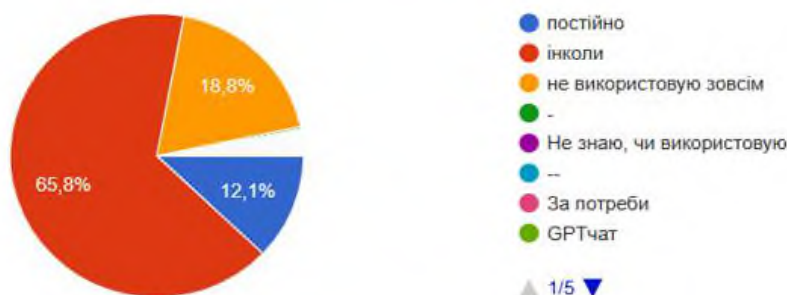


Рис. 1.2. Результати опитування педагогічних кадрів щодо запитання «Як часто у своїй діяльності Ви використовуєте інструменти ШІ?»

Згідно одержаних результатів опитування було виконано розрахунок довірчих інтервалів, які показують не тільки точкові оцінки (відсотки з вибірки), але й дають уявлення про точність цих оцінок та діапазон їх можливих значень для всієї генеральної сукупності. Це дозволить краще оцінити надійність висновків, зроблених на основі даних опитування.

Для обчислення довірчих інтервалів було використано наступну формулу:

$$CI = p \pm z \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad CI = p \pm z \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}, \text{ де}$$

p – вибіркова частка (відсоток представлений у вигляді десяткового дробу);

n – обсяг вибірки (кількість респондентів = 487);

z – z -оцінка для потрібного рівня довіри (для 95% рівня довіри $z \approx 1,96$).

Було виконано обчислення (з рівнем довіри 95%) довірчих інтервалів для ключових показників (рис. 2): іноколи використовують (65,8%) – [61,59%, 70,01%]; постійно використовують (12,1%) – [9,2%, 15%]; не використовують зовсім (18,8%) – [15,33%, 22,27%]; відповіли по різному (3,3%) – [1,71%, 4,89%].

На запитання «Для чого найчастіше Ви використовуєте інструменти ІІІ?» де пропонувалися наступні варіанти: для роботи з учнями, добору і перевірки домашніх завдань – 8% (довірчий інтервал – [5,59%, 10,41%]); для підготовки лекційних і демонстраційних матеріалів – 14% (довірчий інтервал – [10,92%, 17,08%]); для розваги – 6% (довірчий інтервал – [3,89%, 8,11%]); для власного професійного розвитку – 28% (довірчий інтервал – [24,01%, 31,99%]); обидва варіанти для підготовки лекційних і демонстраційних матеріалів та для власного професійного розвитку – 23% (довірчий інтервал – [19,26%, 26,74%]), та інші змішані варіанти, які включають використання для роботи з учнями, розваги тощо обрали 14% (довірчий інтервал – [10,92%, 17,08%]). І 7% опитаних відповіли, що не використовую інструменти ІІІ (довірчий інтервал – [4,43%, 9,27%]).

На запитання «Як Ви оцінюєте рівень свого вміння використовувати інструменти ІІІ?» (рис. 1.3) розподілились наступним чином:

- «творчий» (активно використовую інструменти ІІІ у своїй професійній діяльності та у повсякденному житті, знаю та використовую багато різних сервісів з елементами ІІІ, постійно здобуваю нові знання, уміння і навички щодо використання інструментів ІІІ) – 7,2% опитаних педагогічних кадрів (довірчий інтервал – [4,91%, 9,5%]);

- «високий» (використовую інструменти ІІІ у професійній діяльності, періодично відвідую різні заходи щодо використання інструментів ІІІ) – 8,8% опитаних педагогічних кадрів (довірчий інтервал – [6,28%, 11,32%]);

- «середній» (маю загальні уявлення про використання ІІІ, використовую інструменти ІІІ за потребою, підвищую рівень своєї обізнаності щодо використання інструментів ІІІ лише за потребою) – 57,1% опитаних педагогічних кадрів (довірчий інтервал – [52,7%, 61,5%]);

- «низький» (не маю уявлення як використовувати інструменти ІІІ) – 26,9% опитаних педагогічних кадрів (довірчий інтервал – [22,96%, 30,84%]).

Як Ви оцінюєте рівень свого вміння використовувати інструменти ШІ?

487 відповідей



Рис. 1.3. Результати опитування педагогічних кадрів щодо запитання «Як Ви оцінюєте рівень свого вміння використовувати інструменти ШІ?»

Також, під час опитувань важливим було з'ясувати потреби педагогічних кадрів щодо використання інструментів ШІ. На підставі отриманих кількісних і якісних даних визначено дві основні потреби педагогічних кадрів:

1. Доступність інструментів ШІ. Переважна більшість опитаних педагогічних кадрів наголошують на важливості використання таких цифрових рішень, які є безкоштовними, зручними у користуванні та не потребують складного технічного опанування.

2. Забезпечення науково-методичного супроводу процесу впровадження технологій ШІ в освітню практику. Педагогічні кадри відзначають доцільність надання якісних навчально-методичних матеріалів, відкритого доступу до онлайн-курсів, участі в професійних майстер-класах, а також отримання консультаційної підтримки від фахівців, які мають досвід застосування інструментів ШІ в загальній середній освіті.

Ґрунтуючись на результатах власних проведених опитувань та інших опитувань, які були організовані колегами щодо використання ШІ педагогічними кадрами. Зроблено висновок про те, що сучасні педагогічні кадри розуміють важливість використання ШІ у освітньому процесі та активно шукають ефективні інструменти ШІ, що могли б їм допомогти досягти максимальних результатів у своїй роботі.

Авторський досвід проведення заходів, що спрямовані на використання засобів ШІ для професійного розвитку педагогічних кадрів

Про великий інтерес українських вчителів до використання ШІ в освіті і професійному розвитку свідчать результати різних опитувань та проведення авторами цієї публікації ряду наукових і навчальних заходів, що спрямовані на використання засобів ШІ у освітній діяльності та професійному розвитку педагогічних кадрів, в яких з червня 2023 року по квітень 2025 року взяли участь понад 750 педагогічних кадрів:

1) круглий стіл «Використання штучного інтелекту в освіті: ChatGPT і більше» (14 червня 2023 р.), участь у заході взяли понад 800 освітян з яких 235 учасників були педагогічні кадри. Під час круглого столу його учасники опанували навички використання ChatGPT для професійної діяльності та розглянули різні практики застосування ШІ в освіті (ChatGPT та ін.) *(організатори, спікери: Яцишин А. В., Мар'єнко М. В.);*

2) І міжнародна наукова конференція «Штучний інтелект у науці та освіті» (1-2 березня 2024 р.), участь у заході взяли понад 170 учасників з яких 46 осіб були педагогічні кадри. Під час конференції її учасники опанували навички застосування засобів ШІ у науковій та освітній діяльності. Місією конференції було висвітлення особливостей і напрямів застосування проривних технологій ШІ у наукових дослідженнях, економіці та освітніх практиках. Основні напрями роботи конференції включали: ШІ в освіті, ШІ в науці, ШІ в економіці, нейронні мережі та машинне навчання. Під час конференції учасники ознайомилися з передовими технологіями та досягненнями у сфері ШІ, а також були представлені ефективні способи впровадження цих інновацій у наукову, економічну та освітню діяльність *(організатори, спікери: Яцишин А. В., Шишкіна М. П., Коваленко В. В.);*

3) майстер-клас «Штучний інтелект – поповнення скриньки цифрових інструментів сучасного педагога» (25 квітня 2024 р.), 503 учасники взяли участь у заході, з них 298 педагогічні кадри. Під час майстер-класу його учасники отримали навички використання популярних інструментів ШІ для своєї професійної

діяльності та здобули практичний досвід використання деяких інструментів ШІ (наприкладі: ChatGPT, Gemini, Slidesgo, AIXPLORIA та ін.) *(організатори, спікери: Шишкіна М. П., Мар'єнко М. В., Коваленко В. В.);*

4) вебінар «Сервіси штучного інтелекту для професійного зростання педагогічних працівників» в рамках VI міжнародної виставки «Інноватика в сучасній освіті» (24 жовтня 2024 р.). Під час вебінару було представлено досвід використання інструментів ШІ в освітньому процесі на прикладі ChatGPT, Gemini та інших подібних сервісів. У заході взяли участь понад 60 осіб, серед яких – педагогічні працівники, зокрема вчителі ЗЗСО *(спікер: Мар'єнко М. В.);*

5) майстер-клас на тему «Відкрита наука і штучний інтелект: сучасні виклики та можливості для освіти і наукових досліджень» (14 листопада 2024 р.) в рамках відкритого науково-практичного семінару на базі ДНУ «Українського інституту науково-технічної експертизи та інформації». Участь взяло понад 200 учасників з яких понад 40 учасників – педагогічні кадри. Під час майстер-класу учасникам були запропоновані інструменти відкритої науки і ШІ для освітніх і наукових потреб *(спікер: Коваленко В. В.);*

6) практичне заняття на тему «Використання інструментів штучного інтелекту для створення презентацій» (21 листопада 2024 р.) в рамках II онлайн школи «Цифрові технології в наукових дослідженнях». Участь у практичному занятті взяло понад 80 учасників з яких третина учасників були педагогічні кадри. Під час практичного заняття учасникам були надані рекомендації щодо використання інструментів ШІ для генерування презентацій *(спікер: Коваленко В. В.);*

7) майстер-клас для вчителів на тему «Можливості сервісів штучного інтелекту для вчителя» (8 січня 2025 р.) для 16 вчителів Комунального закладу освіти «Криворізький ліцей «КОЛІЯ» Дніпропетровської обласної ради. Під час майстер-класу вчителі здобули практичні навички використання інструментів ШІ, зокрема для генерування текстових матеріалів, зображень і презентацій *(спікер: Коваленко В. В.);*

8) II міжнародна наукова конференція «Штучний інтелект у науці та освіті» (AISE 2025) (15 квітня 2025 р.). Конференція стала платформою для стимулювання

дискусій, сприянню зміцненню співпраці між науковими установами, закладами вищої освіти та громадськими науковими організаціями, та розвитку інноваційних рішень у сфері ІІІ для науки, економіки та освіти. 267 осіб зареєструвалося на конференцію, понад 170 учасників взяли участь у двох майстер-класах, які проходили в рамках цієї конференції. До конференції та майстер-класів долучилось 34 педагогічні кадри (*організатори, спікери: Яцишин А. В., Шишкіна М. П., Коваленко В. В., Мар'єнко М. В.*).

Проведені, авторами даної публікації, наукові і навчальні масові заходи отримали позитивні відгуки від учасників, зокрема, педагогічних кадрів. Учасники охоче надавали свої контакти для подальшої співпраці та запрошення на подібного роду заходи. Ці заходи стали професійними майданчиками для освітян, де можна було не тільки освоїти нові інструменти ІІІ, а і обмінятись досвідом з колегами щодо використання інструментів ІІІ в освітньому процесі та професійному розвитку.

Отримані результати авторського дослідження узгоджуються з попередніми науковими працями, проаналізованими у вступі. Зокрема, дані опитування педагогічних працівників щодо частоти та цілей використання інструментів ІІІ, а також рівня володіння цими технологіями, підтверджують тенденції, виявлені у працях закордонних вчених. На основі проведеного опитування можна з 95% впевненістю стверджувати, що частка всіх педагогів в Україні, які інколи використовують ІІІ, знаходиться в межах від 61,6% до 70%. Це підтверджує висновок про те, що «більшість» педагогів використовують ІІІ, але дає більш точне уявлення про діапазон цієї «більшості» в масштабах всієї країни. Справжня частка педагогів в Україні, які переважно використовують ІІІ для професійного розвитку, з 95% впевненістю лежить у діапазоні від 24% до 32%. Це показує, що, хоча інколи ІІІ використовує більшість, активне його застосування саме для професійного розвитку є значно менш поширеним. З 95% впевненістю можна сказати, що частка всіх педагогів в Україні, які оцінюють своє володіння ІІІ як середнє, знаходиться в межах від 52,7% до 61,5%. Так само, як і в закордонних дослідженнях, в українському контексті виявлено переважне використання ІІІ у підготовці

навчальних матеріалів та для професійного саморозвитку. Унікальність авторського дослідження полягає в широкомасштабному аналізі запитів педагогів щодо методичної підтримки впровадження ІІІ, а також у фіксації високого попиту на прості, зручні й безкоштовні інструменти ІІІ. На відміну від більшості закордонних досліджень, що зосереджуються переважно на впливі ІІІ на учнів або на стратегічному рівні управління, у цьому дослідженні представлено емпіричну базу про потреби й практики самих педагогів.

У закордонних освітніх системах спостерігається активна інтеграція засобів ІІІ в професійне навчання педагогів. ІІІ використовується для створення адаптивних освітніх середовищ, аналітики освітніх даних, формування персоналізованих траєкторій професійного розвитку. На міжнародному рівні, зокрема в ЄС, реалізуються нормативно-правові ініціативи (AI Act), що регулюють безпечне й етичне використання ІІІ в освіті. Досвід таких країн засвідчує важливість системної державної підтримки, міждисциплінарного підходу та прозорих стандартів цифрової компетентності педагогів.

В Україні простежується поступове зростання інтересу педагогів до використання інструментів ІІІ у своїй професійній діяльності. Упровадження ІІІ здебільшого відбувається у формі самоосвіти або участі у вебінарах і майстер-класах. Разом із тим виявлено ключові бар'єри: недостатній рівень цифрової компетентності, відсутність єдиної методичної бази та обмежений доступ до якісних сервісів ІІІ. Український досвід акцентує увагу на потребі у підтримці освітян через розробку навчальних курсів, рекомендацій та відкритих освітніх ресурсів.

Результати опитування педагогічних кадрів (487 осіб) засвідчили, що більшість із них іноді (65,8%) або регулярно (12,1%) використовують інструменти ІІІ. Основна мета використання – професійний розвиток і підготовка навчальних матеріалів. Оцінка рівня володіння ІІІ свідчить про домінування «середнього» (57,1%) та «низького» (26,9%) рівнів. Також виявлено потребу в доступних, зручних і безоплатних інструментах, а також у науково-методичному супроводі

впровадження ІІІ в освіті. Педагоги очікують на підтримку через курси, консультації та практичні ресурси.

Упродовж 2023-2025 рр. авторами було організовано низку наукових і навчальних заходів (вебінари, майстер-класи, конференції та ін.), в яких взяли участь понад 750 педагогічних кадрів. Заходи були спрямовані на формування практичних навичок роботи з сервісами ІІІ для генерування текстів, малюнків, презентацій тощо. Позитивні відгуки учасників свідчать про високу мотивацію педагогів до оволодіння сучасними інструментами ІІІ, а також про потребу у створенні освітнього середовища для підтримки їхнього професійного зростання в умовах цифровізації [104].

В ході реалізації заходів авторами дослідження здійснювалась експериментальна апробація спеціально розробленої методики використання відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку вчителів. Серед учасників дослідження були сформовані експериментальна група (469 осіб), це були вчителі, які успішно пройшли навчання і заповнили анкети вхідного і вихідного опитування, а також контрольна група (388 осіб), до якої увійшли вчителі, що брали участь в інших заходах, присвячених використанню ІІІ, але не проходили навчання за спеціально розробленою авторською методикою. Для перевірки статистичної значущості відмінностей між результатами вимірювання цифрової компетентності вчителів, що брали участь у заходах, експериментальної (469 осіб) та контрольної груп (388 осіб) до і після проведення навчання було застосовано кутове перетворення Фішера (ф-критерій). Порівнювали частку педагогів із середнім та високим рівнем цифрової компетентності до й після формувального впливу. В експериментальній групі цей показник зріс із 16% до 34,9%, тоді як у контрольній групі – із 18% до 28%. Відповідні значення ф-перетворення становили: для експериментальної групи – $\varphi_1 = 0,431$, для контрольної – $\varphi_2 = 0,241$. Різниця між кутовими величинами дорівнює $\Delta\varphi = 0,190$. Це підтвердило ефективність спеціально розробленої методики для підвищення цифрової компетентності вчителів з використання ІІІ.

1.4. Використання штучного інтелекту в інклюзивній освіті

Інклюзивна освіта забезпечує рівні можливості та сприяє повноцінній участі всіх учнів у суспільстві. Для її ефективної реалізації необхідно долати бар'єри, пов'язані з підготовкою персоналу та фінансуванням. Інтеграція принципів універсального дизайну для навчання та диференційованого навчання підтримує створення найменш обмежувального освітнього середовища, адаптованого до індивідуальних потреб учнів. Освітні програми повинні адаптуватися до індивідуальних потреб усіх учнів з підтримкою та співчуттям у найменш обмежувальному середовищі. Інклюзія – це не привілей. Це право; кожному учневі має бути надана можливість навчатися та повністю реалізувати свій потенціал у середовищі, яке сприяє розвитку спільноти та приналежності. Кожен учень здатний навчатися та брати участь, якщо йому надано відповідні ресурси та підтримку [65].

Закордонні вчені у статті [55] наголошують, що інклюзивна освіта забезпечує рівний доступ до навчання для всіх учнів, однак у країнах, що розвиваються, її впровадження стримується суспільними упередженнями, недостатньою урядовою підтримкою, браком інфраструктури та фінансування. Для підвищення рівня інклюзивності необхідні цільові програми підготовки педагогів і шкільних керівників щодо ефективного управління інклюзивними класами. Інклюзивна освіта є важливою для інтеграції всіх учнів у спільну систему навчання, однак її впровадження ускладнюється браком підготовки вчителів, нечітким розумінням концепції, недостатньою інфраструктурою та соціальними бар'єрами. Подолання цих викликів потребує узгоджених дій усіх зацікавлених сторін – від уряду й освітніх інституцій до батьків і громади, особливо в країнах, що розвиваються [55].

В Україні у червні 2024 року була схвалена «Національна стратегія розвитку інклюзивної освіти до 2029 року в Україні та затвердження операційного плану заходів з її реалізації на 2024-2026 роки» [124], яка спрямована на створення рівного доступу до якісної освіти для всіх, зокрема дітей з особливими освітніми потребами, через індивідуалізацію навчання, розвиток інклюзивного середовища (доступність, безбар'єрність) та підвищення компетентностей педагогів, а реалізація

відбуватиметься у два етапи (до 2028 та до 2030), включаючи вдосконалення законодавства, моніторингу та інфраструктури, а також соціальну інтеграцію та боротьбу з дискримінацією. Також, ця стратегія спрямовується на: запровадження єдиної системи та механізму ефективної державної політики для здобуття якісної освіти кожною особою відповідно до її потреб; задоволення потреб здобувачів освіти з особливими освітніми потребами різного віку, соціального та майнового стану, з різними освітніми потребами [124].

У посібнику [97] вказано, що аналіз стану впровадження інклюзивного навчання в Україні показав, що поширення цього процесу значною мірою гальмується через банальну неготовність більшості закладів загальної середньої освіти прийняти учнів з особливими освітніми потребами. До прикладу, «відсутність у освітніх закладах архітектурної доступності, нестача сучасного корекційно-реабілітаційного обладнання, невизначеність із фінансуванням корекційних педагогів, недостатню кількість спеціальних автобусів, пристосованих для перевезення учнів з фізичними обмеженнями тощо» [97]

Колупаєва А.А. та Таранченко О.М. [109] вказують на те, що «поширення ідей інклюзії кардинально й незворотно змінюють освітній простір, відкриваючи широкі можливості для осіб з особливими потребами». Інклюзивна освіта трансформує освітній простір, розширюючи можливості для учнів з особливими потребами та водночас виявляючи структурні слабкості освітніх систем. Як ключовий механізм соціальної інтеграції, вона покликана узгодити розрив між задекларованою рівністю прав і реальною нерівністю освітніх можливостей різних соціальних груп [109].

Штучний інтелект розглядається як ключовий інструмент у сфері інклюзивної освіти, що забезпечує розширення доступності та персоналізацію навчального досвіду для учнів з особливими освітніми потребами. ШІ підвищує доступність інклюзивної освіти завдяки створенню адаптованих матеріалів (до наприкладу, описів зображень для учнів з порушенням зору чи аудіотранскриптів для тих, хто має порушення слуху). Крім того, ШІ знижує адміністративне навантаження на вчителів, дозволяючи їм більше уваги приділяти педагогічному супроводу. Водночас

зберігаються проблеми: брак навчання роботи з ІІІ, недостатня інфраструктура та етичні питання, пов'язані з конфіденційністю та рівним доступом до технологій [49]. Також, у [49] зазначено, що бракує досліджень, які б комплексно синтезували результати застосування ІІІ в інклюзивній освіті. Хоча окремі публікації розглядають активне читання з підтримкою ІІІ чи використання гуманоїдних роботів для дітей з аутизмом, відсутні дослідження, що аналізують застосування технологій для учнів з множинними порушеннями в умовах браку ресурсів.

У дослідженні [29] вказано, що інтеграція генеративного ІІІ в адаптивне та персоналізоване навчання радикально змінює освітні підходи, підвищуючи залученість і результати учнів. Аналіз тематичних досліджень демонструє переваги таких рішень, але також виявляє етичні, технічні й педагогічні виклики, що потребують спільного вирішення. Дослідження підкреслює потенціал генеративного ІІІ для створення інноваційних та інклюзивних навчальних середовищ за умови дотримання людиноцентричного та етично відповідального підходу.

Подібна думка до попередньої висловлена і вченими у публікації [49], про те, що ІІІ робить вагомий внесок у розвиток інклюзивної освіти, покращуючи доступність, підтримуючи персоналізоване навчання та зменшуючи педагогічні бар'єри для учнів з інвалідністю. Такі інструменти, як інтелектуальні тьюторські системи, адаптивні MOOCs, віртуальні агенти та імерсивні середовища, демонструють здатність до індивідуалізації навчання, усунення комунікаційних бар'єрів і формування автономності учнів. Разом із тим, залишаються структурні та етичні перешкоди: нестача інфраструктури, відсутність достатньої підготовки педагогів, опір сімей, а також ризики щодо конфіденційності даних.

ІІІ трансформує освіту, забезпечуючи персоналізацію навчання, автоматизовану оцінку та інтелектуальне тьюторство, що підвищує ефективність і адаптивність освітнього процесу. Незважаючи на значний потенціал, успішне впровадження ІІІ потребує подолання технічних, інфраструктурних та етичних викликів, включаючи конфіденційність даних і опір інституційним змінам, а також

його інтеграції у наявні освітні системи для забезпечення рівного доступу та максимального навчального ефекту [13].

Генеративний ШІ вдосконалює освітню систему багатьма способами, включаючи моделі розмовного ШІ (наприклад, ChatGPT-4o, ChatGPT 4, ChatGPT 3.5, Gemini, Claude3, Copilot, Cohere, POE, Groq, PERLEXITY, Reka, You), які динамічно адаптують уроки для задоволення унікальних потреб кожного користувача в навчанні, та такі платформи, як Duolingo та DreamBox, які пропонують персоналізовану підтримку та керівництво. Це підвищує залученість учнів, академічні результати та оволодіння навичками, одночасно надаючи індивідуальний зворотний зв'язок. Крім того, ШІ оптимізує адміністративні обов'язки викладачів і покращує доступність навчальних матеріалів, підкреслюючи його потенціал як інструменту для підвищення ефективності навчального процесу та підтримки педагогів [13]

У публікації [63] вказано, що наразі вчителі загалом демонструють позитивне ставлення до інклюзивної освіти, проте цього недостатньо для її ефективного впровадження без належних ресурсів і системної підтримки. Забезпечення вчителів навчальними матеріалами, інформацією про особливі потреби, професійним навчанням та можливостями співпраці зі спеціалістами й батьками є ключовими умовами формування стійкої інклюзивної практики. Комплексна підготовка та взаємодія підсилюють професійні компетентності педагогів, змінюють їх ставлення та сприяють усвідомленню переваг інклюзивної освіти, що, зрештою, підвищує їхню готовність забезпечувати її сталість.

Наразі генеративний ШІ здатний персоналізувати навчальний контент і виконувати рутинні завдання, він не може замінити людське розуміння, емоційну чутливість і наставництво, тому його роль має полягати у підтримці, а не підміні вчителя. Ключовим завданням є інтегрувати ШІ так, щоб він доповнював навчальний процес, підсилював аналітичні можливості та персоналізацію, водночас зберігаючи центральність людської взаємодії, критичного мислення та глибинного навчання, які забезпечують вчителі. Використання ШІ в освіті має базуватися не на заборонах, а

на інтеграції його як інструменту, що підсилює навчальний процес, за умови забезпечення точності створюваного контенту та уникнення технічних ризиків, як-от перенавчання моделей [29].

Людиноподібні роботи та віртуальні агенти, завдяки своїй передбачуваності, простоті та послідовності, демонструють високий потенціал у підтримці розвитку когнітивних, комунікативних і соціально-емоційних навичок у дітей з РАС, які природно добре взаємодіють із технологіями. Перші результати та відгуки батьків свідчать про прийнятність таких інструментів, однак потребують подальших досліджень їхньої ролі в інклюзивній освіті, зокрема щодо узагальнення навичок, поступового зменшення підказок, зміни ролей та підтримки функціональної незалежності дітей [60].

Попередні дослідження із гуманоїдним роботом Каспаром у Великій Британії продемонстрували його потенціал у підтримці соціальних і комунікативних навичок дітей з РАС. У грецькому дослідженні 7 дітей взяли участь у 111 індивідуальних сесіях, що показало позитивні зміни у сферах комунікації, взаємодії, імітації та уваги. Вчителі відзначили підвищену зацікавленість дітей та можливість інтегрувати Каспара у повсякденні навчальні завдання. Каспар – напівавтономний гуманоїдний робот із рухомими компонентами та тактильними датчиками, розроблений для терапевтичної взаємодії. Попередні міжнародні дослідження підтверджують, що він здатен стимулювати спільну гру, соціальну взаємодію та комунікацію між дітьми з РАС. Використання робота в грецькому контексті підтвердило сумісність отриманих результатів із міжнародними даними та позитивне ставлення педагогів до роботизованої підтримки. Не зважаючи на обнадійливі висновки, дослідження має обмеження – невелику вибірку, відсутність контрольних груп і неможливість оцінити довготривале узагальнення навичок. Однак отримані результати підкреслюють значний потенціал роботизованої терапії в інклюзивній освіті та необхідність подальших довготривалих досліджень із ширшими вибірками й порівняльними умовами [44].

Цифрова трансформація суспільства та розвиток цифрових технологій створює нові можливості для інклюзивної освіти, забезпечуючи рівний доступ до навчання для всіх учнів. Впровадження технологій ІІІ в інклюзивну освіту є важливим кроком для підтримки учнів з особливими освітніми потребами. ІІІ сприяє забезпеченню персоналізованого підходу до навчання, адаптуючи матеріали та засоби навчання відповідно до індивідуальних потреб кожного учня. Це особливо актуально для учнів з різними формами порушень, такими як дислексія, порушення зору, слуху або мовлення.

Підтримуємо думку висловлену у публікації [1], про те, що роль вчителів є вирішальною для інклюзивної освіти, оскільки вони допомагають в інтеграції учнів, особливо для дітей, які мають труднощі в навчанні.

Вважаємо, впровадження ІІІ в освітній процес може значно покращити інклюзивну освіту, створюючи персоналізоване, більш доступне та ефективне навчальне середовище. Тому, на підставі аналізу наукової літератури [13; 44; 49; 60; 97] та власного довіду роботи з дітьми з інвалідністю було підготовлено *рекомендації для вчителів щодо застосування ІІІ в інклюзивній освіті*.

1. По-перше – застосування ІІІ для персоналізованого навчання, зокрема застосування адаптивних освітніх платформ, що підлаштовуються під рівень знань та темп навчання учня; використання ІІІ-інструментів для аналізу результату навчання з метою виокремлення сильних і слабких сторін учня; застосування ІІІ для автоматичного створення персоналізованих навчальних планів.

2. По-друге – застосування ІІІ для полегшення доступу до навчальних матеріалів: програми для озвучення текстів для учнів із вадами зору; програми для автоматичного розпізнавання мовлення для створення субтитрів; програми для перетворення друкованих матеріалів у цифровий формат.

3. По-третє – застосування ІІІ для підтримки учнів із когнітивними порушеннями: програми для допомоги учням з дислексією; використання віртуальних асистентів, які допомагають у розвитку соціальних навичок;

використання ІІІ-додатків, що допомагають структурувати інформацію та створювати візуальні розклади.

4. По-четверте – застосування ІІІ для автоматизації рутинних завдань: перевірка завдань та тестів; розумні календарі та органайзери, що допоможуть керувати навчальним процесом; використання чат-ботів для відповідей на часті питання учнів.

5. По-п'яте – створення інклюзивного навчального середовища: використання доповненої та віртуальної реальності для навчання; підтримка учнів за допомогою голосових асистентів; інтегрувати інтерактивні платформи для співпраці учнів із різними освітніми потребами.

6. По-шосте – дотримання етичних та безпекових норм: всі ІІІ-інструменти мають відповідати нормам безпеки даних; навчати учнів відповідальному використанню ІІІ та ін.

Варто зазначити, щодня відбувається розробка нових технологій ІІІ та їх сервісів, а тому важливим є постійне підвищення кваліфікації вчителів та їх асистентів щодо опанування різними сервісами ІІІ з метою застосування їх для інклюзивної освіти.

На рис. 1.4. подано схематично подано різновиди програм для інклюзивної освіти з ІІІ.



Рис. 1.4. Різновиди програм для інклюзивної освіти з ІІІ

В результаті проведеного дослідження зроблено низку висновків та узагальнень.

1. ІІІ стає ключовим інструментом розвитку інклюзивної освіти, забезпечуючи персоналізацію навчання та підвищуючи доступність освітнього процесу для учнів з особливими освітніми потребами. Він дозволяє адаптувати навчальні матеріали відповідно до індивідуальних потреб, наприклад, шляхом озвучення текстів для учнів з вадами зору або створення автоматизованих субтитрів для тих, хто має порушення слуху. Використання ІІІ також зменшує адміністративне навантаження на вчителів, звільняючи час для педагогічного супроводу та інтеграції учнів у навчальний процес.

2. Зарубіжні та вітчизняні наукові дослідження демонструють, що генеративний ІІІ та адаптивні освітні платформи підвищують залученість учнів, результати навчання та розвиток навичок, а інтелектуальні тьюторські системи, віртуальні асистенти й імерсивні середовища сприяють усуненню комунікаційних бар'єрів та формуванню автономності учнів. Водночас існують структурні, технічні та етичні виклики, зокрема нестача підготовки вчителів та їх асистентів, обмежена інфраструктура, опір з боку сімей та ризики щодо конфіденційності даних.

3. Для ефективного використання ІІІ в інклюзивній освіті необхідно поєднувати технології з традиційними методами навчання, забезпечуючи баланс між автоматизацією та «живим навчанням». Рекомендації включають використання адаптивних платформ для персоналізованого навчання, програм для когнітивної підтримки та розвитку соціальних навичок, автоматизацію рутинних завдань, застосування інтерактивних та імерсивних середовищ, а також дотримання етичних і безпекових норм. При правильному впровадженні ІІІ сприяє створенню більш доступного, рівноправного та ефективного освітнього середовища, що забезпечує інклюзію, розвиток індивідуальних здібностей і покращує освітній досвід учнів з різними особливими потребами.

РОЗДІЛ II. МОДЕЛЮВАННЯ ВІДКРИТОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА З ЕЛЕМЕНТАМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ

2.1. Модель відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів

Сучасний світ стрімко змінюється під впливом технологічного прогресу, зокрема завдяки розвитку технологій ШІ, які вже стали невід'ємною частиною різних сфер людської діяльності, включаючи освіту. Відомо, що використання ШІ в освітньому процесі відкриває широкі можливості для персоналізації навчання, адаптації навчальних матеріалів, автоматизації рутинних завдань педагогів і підвищення ефективності навчального процесу. У цьому контексті особливо актуальним стає формування відкритого освітнього середовища, яке інтегрує елементи штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів.

Відповідно до досліджень Інституту цифровізації освіти НАПН України, одним із ключових викликів сучасної освіти є необхідність адаптації педагогічних кадрів до нових цифрових реалій, що вимагає від них не лише загальної цифрової компетентності, але й уміння ефективно використовувати технології ШІ в навчальному процесі. У рамках досліджень співробітників Інституту цифровізації освіти НАПН України [132], за результатами опитувань вчителів було встановлено, що понад 80% педагогів намагаються інтегрувати сервіси ШІ у свою роботу, проте значна частина з них стикається з недостатнім рівнем науково-методичної підготовленості для впровадження ШІ в освітній процес.

Однак, попри значний потенціал, процес інтеграції ШІ в освіту супроводжується низкою викликів, серед яких – недостатній рівень підготовки педагогічних кадрів, недостатньо розроблені ефективні моделі професійного розвитку, питання конфіденційності даних та етичного використання ШІ. Саме тому обґрунтування моделі відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту є актуальним завданням сучасної педагогічної науки, яке

сприятиме підвищенню ефективності навчання та професійного розвитку педагогів у процесі використання сервіси ІІІ.

Проблема використання ІІІ у відкритих освітніх середовищах привертає увагу багатьох науковців. Останні дослідження свідчать про зростаючий інтерес до впровадження ІІІ у професійну підготовку педагогів.

Питання використання ІІІ в шкільній освіті розглянуті у публікаціях таких закордонних дослідників, як: Соломон Сандей Оєлере (Solomon Sunday Oyelere), Кехінде Д. Арулеба (Kehinde D. Aruleba), Ісмаїла Темітайо Санусі (Ismaila Temitayo Sanusi), Муса Адекунле Аянвале (Musa Adekunle Ayanwale), Оволабі Пол Адельана (Owolabi Paul Adelana) та ін.

Вітчизняний досвід з питань використання ІІІ в закладах освіти представлений у наукових працях таких вчених як: Д.Ю. Богачков, Ю.М. Богачков, Н.І. Водоп'ян, С.Г. Литвинова, О.М. Маркова, Н.В. Морзе, Ю.Г. Носенко, В.В. Осадчий, К.П. Осадча, О.П. Пінчук, С.О. Семеріков, О.М. Спірін, П.С. Ухань, М.П. Шишкіна, А.В. Яцишин та ін.; у працях О.О. Гриб'юк, В.В. Коваленко, М.В. Мар'єнко та ін. досліджено питання використання ІІІ для навчання учнів природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти; наукові публікації І.П. Воротникової присвячені проблемі професійного розвитку вчителів природничої та математичної галузей з використання ІІІ.

У попередній публікації авторів [132] частково розглядається питання створення відкритого освітнього середовища з елементами ІІІ та розробки моделі його реалізації для професійного розвитку педагогічних кадрів.

Сьогодні в Інституті цифровізації освіти НАПН України проводиться дворічне наукове дослідження «Проектування і використання відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів», яке розпочалося у 2024 році й має завершитися у 2025 році. Мета цього дослідження – обґрунтувати модель відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів та

розробити методику його використання. Завдання дослідження: визначити засоби і сервіси формування відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту в освітньому процесі; обґрунтувати модель відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів; розробити методику використання відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку вчителів і експериментальним шляхом перевірити її ефективність; розробити рекомендації з проєктування і використання відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку вчителів [127; 132].

Таким чином, проведений аналіз підтверджує, що питання використання штучного інтелекту у відкритих освітніх середовищах активно досліджується, проте залишається низка невирішених аспектів, зокрема щодо розробки ефективних моделей професійного розвитку педагогічних кадрів та методичних підходів до інтеграції ШІ в освітній процес.

Нами було обґрунтовано модель відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів. На рис. 2.1. схематично поданий опис моделі відкритого освітнього середовища з елементами ШІ для професійного розвитку педагогічних кадрів. Далі опишемо її детальніше.

Модель відкритого освітнього середовища з елементами ШІ для професійного розвитку педагогічних кадрів складається з *n* 'яти основних блоків таких як:

1. *Цільовий блок* який включає мету – спроектувати відкрите освітнє середовище з елементами ШІ у процесі професійного розвитку педагогічних кадрів.

2. *Змістовий блок* який містить модулі та теми, спрямовані на розвиток навичок використання ШІ в освітній діяльності. Напрями застосування ШІ: пошук навчальних матеріалів, розробка планів уроків; створення навчальних завдань, використання інструментів демонстрації. Цей блок містить навчальний контент, що допоможе педагогам ефективно інтегрувати ШІ у свою професійну діяльність.

ШІ як інноваційний сервіс розглядається як технологічний інструмент, що підтримує навчальний процес і педагогічну діяльність. Сервіси ШІ дозволяють автоматизувати підготовку матеріалів, аналізувати освітні дані та підвищувати ефективність навчального процесу. Цей елемент моделі підкреслює роль ШІ не просто як допоміжного засобу, а як ключового компонента інноваційного освітнього середовища.

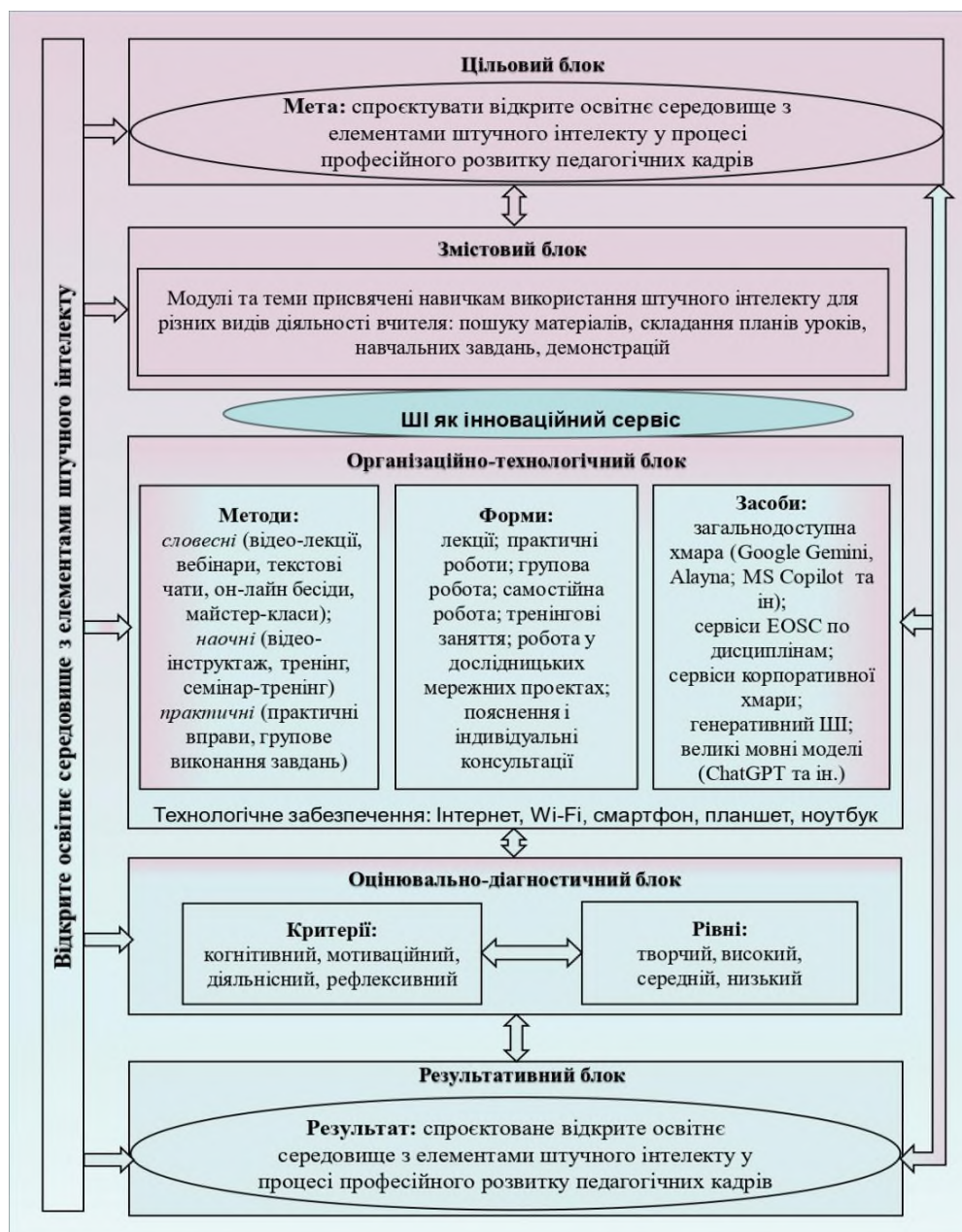


Рис. 2.1. Модель відкритого освітнього середовища з елементами ШІ для професійного розвитку педагогічних кадрів

3. *Організаційно-технологічний блок* включає в себе: *методи навчання* (словесні: відео-лекції, вебінари, текстові чати, онлайн-бесіди, майстер-класи; наочні: відео-інструктажі, тренінги, семінар-тренінги; *практичні*: практичні вправи та групове виконання завдань); *форми організації навчання*: лекції, практичні заняття, групова робота, тренінгові заняття, робота у дослідницьких мережових проєктах, індивідуальні консультації; *засоби реалізації*: загальнодоступні хмарні сервіси (Google Gemini, Alayna, MS Copilot та ін.), сервіси EOSC для роботи з дисциплінами, корпоративні хмарні платформи, генеративний ШІ, великі мовні моделі (ChatGPT, Gemini тощо); *технологічне забезпечення*: доступ до мережі Інтернет, Wi-Fi, смартфони, планшети, ноутбуки тощо.

Цей блок пояснює, які методи і ресурси будуть використовуватися для навчання педагогічних кадрів і впровадження ШІ у навчальний процес.

4. *Оцінювально-діагностичний блок* визначає механізми оцінювання ефективності навчання педагогічних кадрів у освітньому середовищі з елементами ШІ. А саме: *критерії оцінювання* (когнітивний – рівень засвоєння знань, мотиваційний – бажання використовувати технології, діяльнісний – застосування на практиці, рефлексивний – самооцінка і розуміння власного розвитку) та *рівні засвоєння* (творчий, високий, середній, низький).

Цей блок забезпечує оцінку прогресу педагогічних кадрів у використанні інструментів ШІ.

5. *Результативний блок* включає результат: спроектоване відкрите освітнє середовище з елементами ШІ у процесі професійного розвитку педагогічних кадрів.

Цей блок демонструє кінцевий ефект від реалізації моделі – ефективне використання ШІ в освіті для покращення якості навчання і професійного розвитку педагогічних кадрів.

Таким чином, модель забезпечує повний цикл інтеграції ШІ в освітній процес для педагогічних кадрів – від навчання і практичного застосування до оцінювання результатів і подальшого вдосконалення.

Для реалізації даної моделі важливим є також розроблені нами складники

відкритого освітнього середовища з елементами ШІ для професійного розвитку педагогічних кадрів. Опишемо їх детальніше на основі поданої схеми (рис. 2.2):



Рис. 2.2. Складники відкритого освітнього середовища з елементами ШІ для професійного розвитку педагогічних кадрів

Електронні навчальні матеріали ШІ – це цифрові ресурси, створені або оптимізовані за допомогою ШІ. Вони можуть включати: автоматизовано згенеровані підручники, презентації, довідкові матеріали; динамічні електронні книги з інтерактивними компонентами; платформи з адаптивними навчальними матеріалами на основі ШІ.

Онлайн-курси та навчальні програми ШІ – це платформи, що використовують алгоритми ШІ для персоналізації навчального процесу, до

прикладу: курси на Coursera, Udeemy, Khan Academy з підтримкою ІІІ; програми для підвищення кваліфікації педагогічних кадрів із адаптивним навчанням; системи, що пропонують персоналізований шлях навчання.

Електронні системи управління навчанням контентом ІІІ – такі системи автоматизують і спрощують процес керування освітнім процесом. Вони можуть: аналізувати рівень знань учнів і рекомендувати індивідуальні завдання; використовувати ІІІ для оцінювання та формування звітів; управляти інтерактивними ресурсами та персоналізованим навчальним контентом.

Інші учасники освітнього процесу. До освітнього середовища входять не тільки педагоги, а й учні, які взаємодіють з ІІІ-платформами; адміністрація закладів освіти, яка використовує ІІІ для аналізу успішності тощо та батьки/опікуни, які отримують аналітичні звіти про навчальний прогрес дитини.

Педагогічні кадри – основні користувачі ІІІ-інструментів у професійному розвитку. Педагогічні кадри можуть використовувати ІІІ для підготовки навчальних матеріалів, інтегрувати адаптивне навчання у свої методики, використовувати автоматизовані системи оцінювання тощо.

Методи навчання, педагогічні підходи, технології та методики використання ІІІ. Це стратегії впровадження інноваційного навчання, а саме: використання змішаного навчання, інтеграція адаптивного навчання, гуртуючись на ІІІ, використання чат-ботів та цифрових помічників для підтримки навчального процесу тощо.

Заходи безпеки та конфіденційності – це важливий аспект роботи із ІІІ, що включає: захист персональних даних учнів та педагогічних кадрів, дотримання етичних принципів при використанні ІІІ, безпечне зберігання навчальних матеріалів у хмарних системах тощо.

Інфраструктура та технічна підтримка – це складники, необхідні для стабільної роботи освітнього середовища такі як: доступ до Інтернету, Wi-Fi, серверів, хмарних технологій; підтримка мобільних та десктопних пристроїв; технічна підтримка для роботи з цифровими інструментами.

Інструменти оцінювання ІІІ забезпечують автоматизацію перевірки знань і формування звітності. Вони включають: тести, що аналізують відповіді за допомогою ІІІ; аналіз відкритих відповідей із використанням мовних моделей; автоматичне оцінювання практичних завдань на основі алгоритмів.

Засоби комунікації. ІІІ допомагає організовувати ефективну взаємодію між учасниками освітнього процесу, що включає: чат-боти та віртуальні помічники для підтримки учнів та педагогів; інтерактивні платформи для групових дискусій; автоматичний переклад мов для міжнародного навчання.

Інтерактивні технології ІІІ включають новітні методи навчання, які роблять освітній процес більш ефективним: віртуальна та доповнена реальність; симулятори навчальних ситуацій; гейміфікація навчального процесу за допомогою ІІІ.

Мультимедійні засоби ІІІ забезпечують інтерактивність та візуалізацію навчального контенту: генеративні зображення та відео на основі ІІІ; автоматизоване створення презентацій та інфографіки; використання голосових помічників у навчанні тощо.

Відтак, відкрите освітнє середовище з елементами ІІІ для професійного розвитку педагогічних кадрів є багатокомпонентною системою, що включає електронні навчальні матеріали, адаптивні онлайн-курси, системи управління контентом, інструменти оцінювання та засоби комунікації. Застосування ІІІ в освітньому процесі сприяє персоналізації навчання, автоматизації адміністративних завдань, а також підвищенню якості освіти.

Проте впровадження ІІІ в освітню діяльність вимагає врахування питань безпеки та конфіденційності, а також забезпечення відповідної технічної інфраструктури. Важливим аспектом залишається етичне використання ІІІ, зокрема дотримання авторських прав та запобігання упередженості алгоритмів. Окрім того, педагогічні кадри потребують постійного науково-методичного супроводу та навчання для ефективного використання ІІІ-інструментів. Таким чином, інтеграція ІІІ у відкриті освітні середовища є стратегічно важливим напрямом розвитку

сучасної освіти, що вимагає комплексного підходу, нормативного регулювання та всебічної підтримки з боку держави.

Отже, запропонована модель відкритого освітнього середовища з елементами ІІІ для професійного розвитку педагогічних кадрів є комплексною системою, що забезпечує професійний розвиток педагогічних кадрів шляхом інтеграції технологій ІІІ у навчальний процес. Вона складається з п'яти ключових блоків: цільового, змістового, організаційно-технологічного, оцінювально-діагностичного та результативного. Впровадження цієї моделі дозволить автоматизувати процес створення навчальних матеріалів, персоналізувати освітні матеріали, підвищити ефективність взаємодії між учасниками освітнього процесу, а також забезпечити якісний моніторинг і оцінювання педагогічної діяльності.

Представлені складники відкритого освітнього середовища з елементами ІІІ – електронні навчальні матеріали ІІІ, онлайн-курси та навчальні програми ІІІ, електронні системи управління навчальним контентом, інші учасники освітнього процесу, методи навчання, педагогічні підходи та технології використання ІІІ, заходи безпеки та конфіденційності, інфраструктуру та технічну підтримку, інструменти оцінювання ІІІ, засоби комунікації, інтерактивні технології ІІІ та мультимедійні засоби ІІІ.

Впровадження відкритого освітнього середовища з елементами ІІІ дозволить модернізувати освітній процес, зробивши його більш гнучким, доступним, індивідуалізованим та сприятиме підвищенню цифрової компетентності педагогічних кадрів, зокрема їх компетентність щодо використання сервісів ІІІ в освітньому процесі [106].

2.2. Методичні основи педагогічного проектування КОМСДН і використання технології штучного інтелекту в навчанні математики: трансформація навчального процесу через інноваційні технології

У дослідженні пропонуються розроблені методичні основи педагогічного проектування КОМСДН із виваженим використанням технологій штучного

інтелекту в процесі дослідницького навчання математики, трансформуючи навчальний процес через інноваційні технології у контексті вмотивованого використання педагогами. У рамках дослідження аналізується доцільність використання методів і алгоритмів ШІ, призначених для розв'язування дослідницьких задач. Пропонуються компоненти методичної системи навчання предметів математичного циклу КОМСДН, а також розглядаються ефективні методи та стратегії щодо ефективно застосувати ШІ для вирішення дослідницьких завдань. Розглядаються переваги та недоліки використання ШІ в процесі дослідницького навчання предметів математичного циклу та пропонується апробована авторська функціонально-структурна модель учбової діяльності в процесі дослідницького навчання математики з використанням КОМСДН ШІ.

Одним із найефективніших підходів у галузі штучного інтелекту, який ґрунтується на використанні алгоритмів і моделей для навчання комп'ютера задля вирішення складних дослідницьких завдань (класифікації, прогнозування та оптимізації), розглядається машинне навчання. Завдяки такому підходу забезпечується можливість використання комп'ютерних систем самостійно «навчатися» на основі великих обсягів даних і досвіду, що робить його здатним до самополіпшення і постійного розвитку, виявляючи необхідні закономірності та шаблони в цих даних, умови для розширення і поглиблення змісту фундаментальної математичної освіти, а й сприяє інтенсифікації процесу навчання, його результативності, інтелектуальному розвитку учнів. Розглядається апробована авторська модель діяльності учіння із урахуванням операційних компонентів процесу учіння на стадії виникнення первинного уміння у процесі дослідницького навчання математики. Дослідницький підхід із виваженням використанням КОМСДН впливає на всі компоненти методичної системи навчання математики: цілі, зміст, форми, методи, засоби дослідницького навчання предметів математичного циклу.

Швидке розширення поля наукових досліджень, бажання знаходити кількісні закономірності явищ, систематичне вивчення оточуючого нас світу призвело до посилення ролі математичних методів дослідження. Математика все ширше і глибше

входить в арсенал засобів пізнання, яким і користується людина в різноманітних сферах своєї діяльності. Цей процес одержав назву математизації. Проте *математизація* не могла б мати свого сучасного значення, якби серед повідомлень, що стосуються суміжних наук, продовжували переважати тільки повідомлення про математичні методи без даних про сучасні технічні можливості їх використання [40, с. 357]. За останні роки штучний інтелект стрімко увійшов у наше життя.

Штучний інтелект – це сукупність технологій і методів, які дають змогу комп'ютерним системам аналізувати, розуміти й ухвалювати рішення на основі даних, у результаті чого відкриваються величезні можливості для вирішення дослідницьких завдань. Уже створено фундамент для усвідомлення механізмів мислення, ролі діяльності, комунікацій і діалогу в процесі дослідницького навчання, що послужило основою для сучасних психолого-педагогічних теорій навчання.

Дотепер існує небезпека зниження рівня освіти, а відтак відчувається нагальна потреба в розробці нових методичних систем навчання математики, зокрема, і на основі сучасних КОМСДН III [80, с. 120]. У підручниках недостатня увага приділяється побудові та дослідженню найпростіших математичних моделей реальних явищ і процесів [83, с. 33]. Запропоновані задачі є недостатнім підґрунтям для реалізації у навчанні прикладної спрямованості навчання математики щодо математичного виховання учнів. В програмах, підручниках і методичних посібниках для вчителів питання експериментальної математичної освіти ще не знайшли належного відображення, тому в практиці навчання математики їх вирішення залишається справою окремих вчителів-ентузіастів.

Математична освіта в сучасних умовах відіграє особливу роль у навчанні школярів в галузі математики, інформатики, комп'ютерних та інформаційних технологій, економіки, екології як у плані формування певного рівня математичної культури, інтелектуального розвитку, так і в плані формування наукового світогляду, розуміння сутності прикладної спрямованості математичних дисциплін, оволодіння методом математичного моделювання [83, с. 176]. Нескінченні набори даних являють собою математичну абстракцію. Подібні дослідження, що вказують

на фундаментальні межі алгоритмічного «мислення», дуже важливі для розуміння перспектив розроблення систем штучного інтелекту, а в кінцевому підсумку – для розуміння феномена людського розуму [6, с. 45].

Технології проникають в глибини математики, впливають на стиль, зміст і методи математичних досліджень. Питання про те, чи досягає успіху алгоритм машинного навчання, виявилось фундаментально нерозв'язним [10, с. 277]. Учні опрацьовують великий обсяг теоретичного матеріалу, здобувають необхідні знання, уміння і навички щодо розв'язування типових математичних задач. Однак, потрапляючи до реального середовища професійної діяльності, вони, як правило, не можуть застосувати отримані знання про існуючі методи і алгоритми пошуку оптимальних розв'язків задач. Невідповідність великого обсягу теоретичного матеріалу умінню використовувати його в нестандартних ситуаціях загострює протиріччя між репродуктивними і розвиваючими методами навчання. Різноманітні сучасні дидактичні засоби підтримки навчального процесу є одним з найважливіших інструментів у роботі вчителів математики. Дотепер актуальною залишається недостатньо досліджена проблема педагогічно виваженого та методично доцільного використання ІІІ у процесі навчання математики.

Одним із найефективніших підходів у галузі штучного інтелекту, який ґрунтується на використанні алгоритмів і моделей для навчання комп'ютера задля вирішення складних дослідницьких завдань (класифікації, прогнозування та оптимізації), розглядається машинне навчання. Завдяки такому підходу забезпечується можливість використання комп'ютерних систем самостійно «навчатися» на основі великих обсягів даних і досвіду, що робить його здатним до самополіпшення і постійного розвитку, виявляючи необхідні закономірності та шаблони в цих даних. умови для розширення і поглиблення змісту фундаментальної математичної освіти, а й сприяє інтенсифікації процесу навчання, його результативності, інтелектуальному розвитку учнів.

Дослідницький підхід із їх використанням впливає на всі компоненти методичної системи навчання математики: цілі, зміст, форми, методи, засоби

навчання. Ці питання тільки починають активно досліджуватися в усьому світі, але вже зрозуміло, що саме такий підхід є одним із найпотужніших напрямів удосконалення математичної освіти. Математичні поняття, аксіоми, теореми і теорії мають своїм джерелом реальність. Дослідження реальності за допомогою комп'ютерного та математичного моделювання стають необхідною складовою навчально-пізнавальної діяльності [83, с. 554]. Навчання математики має відбивати діалектику пізнання дійсності та побудови математичних теорій на основі практики.

При цьому не слід забувати принципову відмінність математичних дисциплін від природничих – критерій істинності: для природничих дисциплін критерієм істинності є практика, відповідність результатів експериментам; для математики критерієм істинності тверджень є їх вивідність на основі послідовного використання дедуктивного методу. Необхідно виховувати в учнів вміння бачити та застосовувати математику в реальному житті, розуміти зміст і метод математичного моделювання, вміння будувати математичну, зокрема, комп'ютерну модель, досліджувати її методами математики з використанням сучасних ІКТ, інтерпретувати отримані результати, оцінювати похибки обчислень [87, с. 95].

Машинне навчання і штучний інтелект не є синонімами. З наукового погляду, ІІ є загальним поняттям для всіх технологій та інструментів, що використовуються задля забезпечення можливості комп'ютерам розв'язувати задачі, які зазвичай виконує людина. Машинне навчання – це частина ІІ, яка включає в себе алгоритми, здатні до «навчання». Іншим важливим методом є глибоке навчання, яке ґрунтується на нейронних мережах. Глибоке навчання дає змогу штучним нейронним мережам обробляти й аналізувати дані, імітуючи роботу мозку людини, що дає змогу досягти високої точності та ефективності у розв'язанні складних завдань – розпізнавання образів і обробки природної мови. Аналіз психологічної, педагогічної, методичної і наукової свідчить про те, що незважаючи на значну кількість досліджень, поки ще не існує закінченої методичної системи, орієнтованої на використання сучасних ІКТ при навчанні математики. Разом з тим проблема впровадження КОМСДН в процес навчання вимагає подальшої конкретизації і розробки [92, с. 57].

Розвиток математики і математизація наукового пізнання, пов'язані з цим успіхи в провідних сферах людського пізнання створили уявлення про математику як мову науки. Стає загальноприйнятим визначення математики як науки про структури математичних об'єктів, що дозволяє розглядати її як якісний метод дослідження. При цьому математика може бути використана скрізь, де знання організовані у вигляді функціонально-структурної системи з достатньою повнотою і вірогідністю. Особливістю математики є універсальність її застосувань у будь-якій галузі, де можна побудувати математичну модель дослідницької задачі. У рамках дослідження [33, с. 63] розроблено та апробовано функціонально-структурну модель учбової діяльності в процесі дослідницького навчання математики з використанням КОМСДН ІІІ із достатньою повнотою і вірогідністю (рис. 2.3).

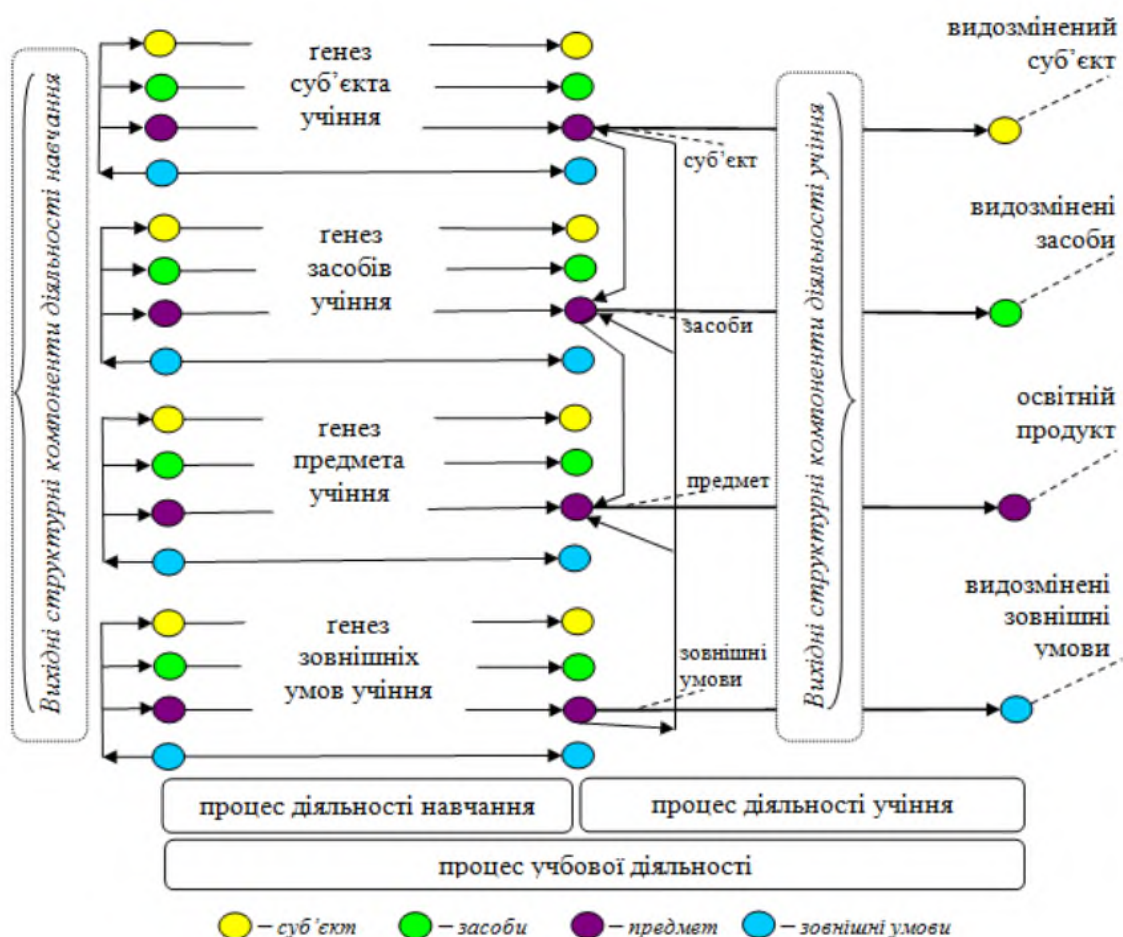


Рис. 2.3. Функціонально-структурна модель учбової діяльності в процесі дослідницького навчання математики з використанням КОМСДН ІІІ
 Джерело: опрацювання власне

Наука дає результат, відповідно до постановки задачі, з вказаною точністю [36, с. 377]. Математичні методи вже давно стали необхідним засобом проектування технічних систем і добору найбільш перспективних, економічно і екологічно ефективних в даних умовах. Математика в наші дні перетворилась у виробничу силу суспільства і тепер там, де переважав якісний підхід до вивчення явищ і процесів, починають досліджуватись кількісні закономірності, використовуючи математичні методи дослідження. При цьому, чим величніші задуми, тим більш значною стає роль математики, а також вплив саме математичних досліджень.

Використання КОМСДН III у навчальному процесі створює нові умови інтеграції навчальних дисциплін, інтенсифікації навчального процесу та індивідуалізації навчання. Так, використання КОМСДН при вивченні курсу алгебри і початків аналізу, геометрії сприяє якісному формуванню провідних понять математичного аналізу на наочно-інтуїтивному рівні, розвитку творчих здібностей учнів.

Отже, протиріччя між об'єктивною необхідністю розвитку прийомів розумової діяльності учнів і перспективами використання КОМСДН та відсутністю конкретних методик навчання на основі III складають актуальну, соціально значиму проблему, дослідження і розв'язування якої сьогодні є незавершеним. Важливо побудувати вивчення курсу математики, щоб учні наочно переконалися в постійному розвитку математики під впливом практики. Адже практика для розв'язування своїх чергових задач постійно вимагає розвитку математики, її методів та ідей.

Оскільки практичне життя буде вимагати постійного вдосконалення і створення нових технічних систем, способів обробітку ґрунту, лікування хвороб, неперервної уваги до проблем екології, математика буде одержувати все нові і нові задачі від різних галузей життєвої практики. Перш за все необхідно дати учням чітке уявлення про місце математичних знань і методів дослідження в житті, в практиці. Це обов'язково приводить до необхідності ознайомлення

школярів із значенням математичного моделювання при вивченні різноманітних явищ і процесів. Перед тим, як приступити до математичного розв'язування задачі, потрібно розробити модель явища, що вивчається. Це важливо, оскільки нам тоді відомо, в яких умовах знаходиться розв'язування, і в тому випадку, якщо воно виявляється незадовільним або недостатньо задовільним, можна змінювати модель, наближуючи її до реального явища.

Проте потрібно особливу увагу звернути на специфіку використання математичних знань. Відомо, що процес використання математики поділяється на три етапи: *етап формалізації, тобто побудови математичної моделі; етап внутрішньомодельного розв'язування задачі; етап інтерпретації, на якому одержане математичне розв'язування подається мовою вихідної ситуації і вже на ньому змістовно інтерпретується.*

Важливо, що перший етап вимагає від школярів ґрунтовного знання законів природознавства, щоб вміти грамотно будувати математичні моделі, використовуючи виявлені кількісні закономірності дослідницької задачі.

У ході експериментального дослідження нами встановлено, що основна увага в шкільній математиці звертається на прищеплення навичок внутрішньомодельного розв'язування задач, перший та третій етапи залишаються в тіні. Для посилення політехнічного спрямування вивчення математики необхідно підвищити увагу саме до етапів формалізації та інтерпретації, не обмежуючи всю справу лише розв'язуванням сюжетних задач. Проблему математичної освіти в школі не можна зводити тільки до формування в учнів знань і навичок з конкретного предмету.

Перед вчителями математики стоїть ще одна, не менш важлива задача – реалізація можливостей використання особливостей навчання свого предмета для розвитку учнів. У практиці роботи вчителів математики прийоми та методи досягнення навчальних цілей проявляються набагато яскравіше та помітніше, ніж прийоми та методи, спрямовані на досягнення виховних цілей. Навчально-виховний процес у школі є «відкритою системою», оскільки на нього

безпосередньо впливає зовнішнє суспільне середовище. Проте основні його результати формуються і досягаються здебільшого на уроках, під час розв'язування задач. Тому так гостро стоїть питання вичленення і досягнення виховних цілей уроків. Виховання школярів – проблема багатогранна. Нас цікавили, насамперед, недостатньо вивчені її аспекти, пов'язані з математичним вихованням.

У рамках дослідження [87, с. 98]. виокремлено такі основні функції задач: пізнавальні, розвиваючі, прикладні, але особливою функцією є навчання розв'язування дослідницьким задач. Послідовна соціалізація навчання математики виводить навчання на розгляд багатьох сторін життя, тісно пов'язаних не тільки з економікою, культурою, але й з екологією. У вчителя математики відкриваються можливості безпосереднього впливу на формування певного погляду на дійсність. Впровадження соціальних проблем в коло питань, що досліджуються математичною освітою, важливе. При цьому в загальній структурі і об'ємі навчального матеріалу такий аспект не може не займати підпорядкованого місця.

Навчання шкільної математики надає учневі математичні знання і способи їх застосування до розв'язування реальних проблем. Щоб побудувати математичну модель, потрібно навчитися перекладати умови задач на математичну мову. Поширене формулювання завдань, характерне для методу моделювання, звучить наступним чином: *переклади умову задачі математичною мовою; побудуй математичну модель задачі та розв'яжи її.*

Очевидно, що після переведення задачі на математичну мову пошук розв'язків зводиться до роботи з математичними моделями – до обчислень, перетворень. В процесі навчання розрізняють етапи процесу математичного моделювання, а згідно з цими етапами виділяють етапи розв'язування задач за допомогою рівнянь, нерівностей і систем. Велику увагу приділяють етапу формалізації, що викликає у школярів найбільші труднощі при розв'язуванні задач. Хід розвитку інформатики як науки свідчить про те, що математика була не тільки материнською наукою для

інформатики, але й сама інформатика в міру свого становлення і відокремлення в своїх основах і методах неухильно математизується.

З'являється все більше і більше свідчень того, що методи інформатики, інформаційні технології проникають у глибини математики, впливають на деякі риси стилю, техніки і змісту математичних досліджень. Це стосується, в першу чергу, використання математичних моделей та компонентів КОМСДН як одного з найпотужніших засобів пізнання реального світу для дослідження об'єктів дійсності, розв'язування задач, що виникають у різних сферах діяльності людини. Тому не випадково побудові математичних моделей та їх дослідженню за допомогою КОМСДН приділяється значна увага.

Встановлено, що в навчальних посібниках переважають два основні підходи до формування цілісної картини світу на уроках математики: засвоєння й використання комп'ютера для збирання, зберігання, опрацювання даних, що повинен засвоїти учень, надбання системи знань, відновлення зв'язків із реальним світом та розвиток інтелектуального й етичного потенціалів школярів. В умовах раціонального поєднання різних форм дослідницького навчання на основі КОМСДН підвищується ефективність використання організаційних форм активного навчання, розвиток самостійності учнів, подальше унаочнення абстрактних математичних понять, збільшення арсеналу засобів пізнавальної діяльності, опанування сучасними методами наукового пізнання, розширення кола задач і дослідницьких робіт.

Для комп'ютерної підтримки курсу математики нами використовувались компоненти КОМСДН, прості у користуванні, оснащені зручним інтерфейсом, контекстно-чутливою допомогою, що не потребують від користувача значного обсягу спеціальних знань з інформатики та програмування. Під час використання КОМСДН вчитель не тільки може продемонструвати різні способи розв'язування дослідницьких задач, але й провести паралельне порівняння графічного й аналітичного способів відшукування розв'язків, в основі яких лежать різні математичні моделі.

Одним із прийомів навчання школярів виділяти суттєве є організація дослідницького навчання, при якій учні раніше засвоюють найважливіші теоретичні положення теми на одному – двох прикладах, а потім переходять до їх застосування на конкретному фактичному матеріалі. Для того, щоб навчити учнів виділяти суттєве у поняттях, слід варіювати несуттєвими ознаками при зберіганні суттєвих, наприклад, змінювати зміст задач, залишаючи питання задачі незмінним. Суттєве у розв’язаній задачі – це правило-орієнтир розв’язування задач даного типу.

Використання програмних засобів надає можливість не тільки економити час, а й зосередити увагу учнів на головному – аналізі змісту задачі з метою виявлення суттєвих ознак, що досліджуються, фігуруючих в них об’єктів або явищ. Обґрунтоване використання КОМСДН надає можливість швидше і на високому рівні формувати в учнів прийом порівняння. Компоненти КОМСДН можна використовувати як при ознайомленні, засвоєнні прийому порівняння, так і при розв’язуванні задач, які потребують виконання цих операцій.

Розв’язування задач учні повинні починати з порівняння умов нової і раніше розв’язаної задачі. Після цього слід переходити до з’ясування, чи придатний спосіб розв’язування попередньої задачі до даної. Комп’ютерні програми виконують роль інструмента, використання якого надає можливість учням швидко і правильно провести порівняння.

Використання компонентів КОМСДН для розв’язування математичних задач певною мірою надає можливість розв’язати принаймні дві освітні цілі: учні оволодівають стійкими навичками роботи з комп’ютером, що є важливим кроком на шляху до швидкого оволодіння новими програмними засобами, бажанням їх використовувати, повністю реалізуючи переваги їх застосування; значно підвищується та стимулюється навчально-пізнавальна діяльність учнів, що пов’язано з можливістю візуалізації складних математичних понять; самостійне проведення різноманітних комп’ютерних експериментів дозволяє набути нових пізнавальних навичок, веде до виникнення потреби у набутті нових знань.

Зрозуміло, що навчання і розвиток математичної творчості має відбуватися переважно на програмному навчальному матеріалі з математики, однак, варто застосовувати спеціально побудовану систему дослідницьких задач і вправ. Таку систему задач можна будувати на основі використання КОМСДН, але необхідно знайти певні межі їх використання, в яких педагогічно виважене застосування таких технологій в процесі навчання буде сприяти *покращенню існуючої математичної освіти, а не підміняти її*. Саме в процесі дослідницького навчання математики можна впевнено і ефективно використовувати комп'ютер на уроках, бо учням вже знайомі прийоми роботи на ньому, а курс має велику кількість тем, що можуть бути збагачені і методично краще подані в умовах використання КОМСДН III.

Відбувається не тільки аналіз, як з того, що вимагається знайти в задачі, вийти на те, що дано в умові задачі, але й співвідношення між алгоритмом розв'язування задачі та можливостями використання відповідних існуючих комп'ютерних програм при розв'язуванні поставленої задачі.

Творча діяльність може носити пошуково-дослідницький характер не тільки під час розв'язування задач, що стало звичним у шкільній практиці, а й у процесі введення понять, формулювання проблем, узагальнення, систематизації матеріалу, у процесі моделювання, проведення аналогій. На уроках в експериментальних класах для мотивації вивчення поняття похідної, інтегралу ми пропонували учням цікаві задачі, які за допомогою комп'ютерних програм не тільки яскраво унаочнювалися, а й за короткий час без рутинних обчислень були розв'язані.

Використання КОМСДН дало можливість в експериментальних класах супроводжувати пояснення матеріалу розв'язуванням дослідницьких задач, прикладів з життєвої практики. Такий шлях вивчення нового матеріалу в порівнянні з поданням теоретичного матеріалу без супроводу задач сприяє створенню позитивного емоційного фону у дослідницькому навчанні. У процесі застосування засвоєних знань в експериментальних класах ми використовували диференційований підхід. Особливість такої роботи з використанням комп'ютера

полягає у тому, що групи учнів отримують не тільки різні завдання, як при традиційному навчанні, але й можуть використовувати різні методи розв'язування задач. Для більшості учнів спочатку пропонувалися елементарні завдання, які були спрямовані на розпізнавання вивченого поняття, на встановлення взаємозв'язків з іншими поняттями, на застосування отриманих навичок. Використання на цьому етапі комп'ютерних програм дозволило економити час. В процесі розв'язування задач на застосування отриманих знань та навичок при використанні КОМСДН ми намагалися створювати такі ситуації, при яких учні мали змогу розширювати свої знання, відкривати нові факти [36, с. 380].

Завдяки розв'язуванню дослідницьких задач є можливість приділити більше уваги світоглядній функції, пов'язаній з розумінням внеску предмета у формування наукової картини світу, з розкриттям ролі інформаційних процесів у живій природі, техніці, суспільстві, з демонстрацією значення математичних методів для аналізу та прогнозування розвитку виробництва. Зв'язок математики з іншими науками здійснюється, в основному, через математичне моделювання явищ та процесів і статистичний аналіз одержаних експериментальних даних. Розвиток нових тенденцій потребують від сучасної молоді володіння новітніми науковими відомостями. З цього приводу в експериментальних класах ми розглянули можливість застосування апарату математичного аналізу до розв'язування задач на екологічні теми. Особливу увагу слід звернути на те, що дослідницькі задачі можна використовувати при вивченні багатьох тем шкільного курсу математики.

Дослідницькі задачі – це засіб розвитку математичного виховання, розв'язування яких сприяє виробленню математичної культури учнів, візуалізації процесу застосування математичних понять до розв'язування задач, що виникають на практиці (формалізація, розв'язування задачі в рамках побудованої моделі, інтерпретація результатів).

Поєднання традиційних технологій навчання та компонентів КОМСДН III ефективно у відповідності до наступних принципів: використовувати III для

підтримки розв'язування творчих та дослідницьких задач, набуття якісно нових знань; зміна стосунків між учасниками навчального процесу: вчителі і учні стають співучасниками процесу навчання математики; реалізовувати можливості використання комп'ютерної техніки для подання початкового матеріалу у різних видах; підвищення вимог до обізнаності учителів у предметі; посилюється самостійність і активність учнів у навчанні з урахуванням операційних компонентів процесу учіння на стадії виникнення первинного уміння.

Велику роль відіграє правильний добір організаційних форм навчальної діяльності. Для учнів з низькою наукованістю достатньо забезпечити індивідуальний підхід в умовах фронтальної роботи з класом, для інших ефективно показала себе групова робота, при якій діти отримують завдання різних ступенів складності і завдяки спілкуванню не тільки розв'язують дослідницькі задачі, але й заповнюють прогалини в отриманих знаннях. Учні повинні усвідомити, що комп'ютер з відповідним програмним забезпеченням – один із засобів, за допомогою якого може бути знайдений шлях до розв'язування задачі, але його використання не позбавляє від необхідності вивчення термінів, фактів та правил, закономірностей, дослідження отриманих за допомогою комп'ютера результатів, їх узагальнення. У рамках дослідження апробовано модель діяльності учіння із урахуванням операційних компонентів процесу учіння на стадії виникнення первинного уміння (рис. 2.4).

Педагогічні програмні засоби можуть містити в собі ряд недоліків, пов'язані з розробкою програмного забезпечення, що побудоване без врахування дидактичних принципів навчання, недоліками комп'ютера як технічної системи або недостатньою дослідженістю психолого-педагогічних проблем. Аналіз цих недоліків вказує на те, що їх причини умовно можна поділити на дві основні групи: недоліки програмного забезпечення, помилки пов'язані з алгоритмами опрацювання даних; помилки користувача, пов'язані з рівнем його знань та навичок.

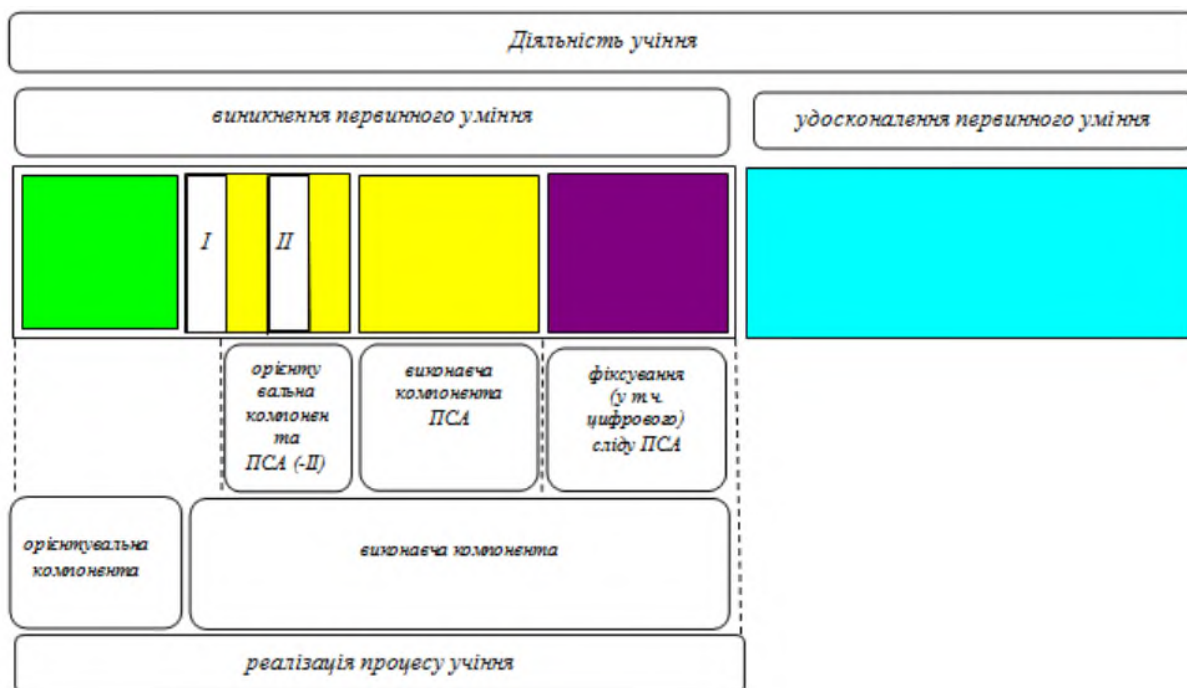


Рис. 2.4. Модель діяльності учіння із урахуванням операційних компонентів процесу учіння на стадії виникнення первинного уміння
Джерело: опрацювання власне

Вчитель, зосереджуючи увагу учнів на аналізі подібних задач та помилок, що виникають при їх розв'язуванні, формує в учнів уявлення про те, що комп'ютер є лише одним із засобів навчання і ніяк не може повністю замінити людину при розв'язуванні дослідницьких задач. Це не тільки додає учням впевненості у своїх силах і знаннях, але й стимулює їх до вивчення навчального матеріалу. Підвищення теоретичного рівня знань з математики ефективно здійснюється при застосуванні у навчанні компонентів КОМСДН, що обумовлюється: можливостями реалізації графічних побудов з використанням КОМСДН і значенням, яке мають графічні образи для навчання, наукового пізнання; можливостями використання КОМСДН для дослідження математичних моделей, проведення обчислювального експерименту, виконання аналітичних перетворень, а також для ознайомлення учнів з цими сучасними методами наукового пізнання.

Отже, пізнавальний інтерес в межах визначеної предметної галузі доцільно розглядати як вибірккову направленість дитини, звернену до пізнання, до її предметної сторони і самого процесу оволодіння знаннями, яка в своєму розвитку характеризується періодичністю визначених циклів, кожний з яких складає

завершений акт пізнання і містить чотири стадії [40, с. 353]. Характерною особливістю розвитку пізнавального інтересу є та, що досягти вищих стадій, обминувши початкові, неможливо.

Крім того, отримати позитивний результат, коли кожна попередня стадія чітко виражена і дієва, а також слугує стимулом наступній, вдається далеко не завжди. Вирішальними виступають шляхи і фактори активізації переходу до більш вищих стадій пізнавального інтересу, що досягається вмілою та ефективною організацією навчального процесу. Вивчення структурних компонентів дослідницької діяльності і передумов формування переконань дає змогу сформулювати вимоги не тільки до добору змісту матеріалу, а й до організації діяльності учнів під час засвоєння елементів знань на уроках математики. Добір повинен забезпечувати обґрунтоване підведення учнів до свідомого засвоєння ідей. Це може відбутися як в процесі пояснення навчального матеріалу, так і в процесі його засвоєння учнями.

З методів вивчення матеріалу найбільш придатними є ті, що засновані на логічних умовиводах: *індукції і дедукції*. *Індуктивний метод* пояснення ґрунтується на такому підході до подання екологічного матеріалу, в якому реалізується перехід від конкретних фактів до загальних положень; *дедуктивному* – характерний перехід від загальних положень до конкретних випадків. Враховуючи, що *використання III на уроках математики не є основним*, а тільки пов'язаний з ним логічно, у доборі методів навчання повинен переважати індуктивний метод.

Методи навчання, які застосовує вчитель для формування переконань учнів, повинні добиратися так, щоб забезпечувати активну пізнавальну діяльність учнів протягом усього процесу засвоєння екологічних знань. У зв'язку з цим головне місце повинні зайняти проблемно-пошукові методи. Враховуючи, що в процесі навчання математики не завжди проблемний метод може використовуватися з успіхом, оскільки він потребує спеціальної підготовки учнів (високого рівня сформованості процесів мислення), можуть бути використані, наприклад, такі частково-пошукові завдання: на передбачення наслідків впливу обраних факторів; на планування дослідження; на домислення навчальних ситуацій; на пояснення

ситуації; на вибір раціонального засобу використання природних ресурсів; на передбачення наслідків своєї діяльності чи діяльності інших людей. При плануванні дослідницького навчання на уроках математики добір методів навчання повинен здійснюватися так, щоб забезпечувати високий ступінь самостійності учнів під час виконання завдань з екологічної тематики.

Поряд з методами організації навчальної діяльності під керівництвом вчителя потрібно застосовувати методи самостійної роботи учнів. Перевагу повинні мати: робота з літературою та довідковим матеріалом; підготовка рефератів і повідомлень; складання і розв'язування задач на основі фактичного матеріалу; виконання завдань дослідницького характеру.

Вимогою до добору методів навчання є необхідність на їх основі стимулювання інтересу до математичного матеріалу, сприяння розвитку мотивації природоохоронної діяльності учнів. Значною мірою реалізації цих вимог відповідають пізнавальні ігри (ділові, рольові), навчальні дискусії, створення емоційно-моральних ситуацій. Робота може реалізовуватись у позаурочний час, в системі самонавчання, маючи не лише прикладний, але й пізнавальний, дослідницький характер.

У рамках експериментального дослідження [33, с. 58]. спостерігалися різноманітні позитивні та негативні тенденції, ефекти та загрози щодо використання ІІІ в процесі навчання загалом і математики зокрема. Перший крок у розв'язанні дослідницького завдання полягав у виокремленні його суті та основних критеріїв успішного розв'язання, після чого збиралися та опрацьовувалися всі доступні дані. На підставі ґрунтовного аналізу результатів вдалося точно зрозуміти проблему і знайти оптимальне рішення, у тому числі з використанням засобів ІІІ, який здатен опрацьовувати й аналізувати великі обсяги даних набагато швидше й точніше, ніж це робить людина.

Основа застосування моделей машинного навчання КОМСДН ІІІ – вивчення математики на високому рівні. У рамках дослідження не тільки вивчаються теорії, а й розбираємося з моделями на практиці, підвищуючи мотивацію та ефективність

роботи фахівців [83, с. 307], при цьому займаємося не тільки машинним навчанням, а й іншими напрямками ШІ, наприклад алгоритмами еволюційної оптимізації. Наскрізно та системно здійснювалося педагогічно виважене та методично доцільне інтегрування ШІ у процес навчання математики: здійснювалося генерування ідей для дослідницьких проєктів у рамках дослідницького навчання, уточнювались навчальні плани, сценарії занять і відповідна супровідна документація до вихідного коду за допомогою відкритих текстових моделей DeepSeek, GigaChat і моделі GigaCode в контексті генерування робочих блоків вихідного коду та написання тестових повідомлень.

Персоналізація навчання математики з використанням ШІ. Розглядається освітній процес, в рамках якого зміст навчального матеріалу і методи дослідницького навчання адаптуються до індивідуальних потреб і здібностей кожного учня. Пропонований підхід відрізняється від *традиційної моделі навчання*. *Основні компоненти персоналізованого навчання математики.* *Адаптивне навчання:* ШІ-системи використовуються для здійснення аналізу відповідей учнів задля адаптації навчального матеріалу з урахуванням відповідності рівня знань і динаміки (в т.ч. швидкості опрацювання матеріалу) навчального процесу. *Індивідуальна освітня траєкторія навчання математики:* створення унікальних освітніх траєкторій для кожного учня, що враховують їхні інтереси, цілі та стиль навчання. *Персоналізований зворотний зв'язок:* із використанням ШІ забезпечується миттєвий і конкретний зворотний зв'язок, допомагаючи учням зрозуміти типові помилки та покращувати знання.

Рекомендовані застосунки і платформи ШІ. *DreamBox Learning:* застосунок використовує ШІ для адаптації завдань та уроків відповідно до прогресу та обраного учнем стилю навчання математики. *CleverCOMSRL:* платформа використовує алгоритми ШІ для адаптації навчального процесу математики, пропонує персоналізовані завдання та інтерактивні уроки для учнів, адаптуючи складність матеріалу, допомагаючи учням ефективно засвоювати навчальний матеріал. ШІ використовується для здійснення аналізу прогресу учнів і створення

індивідуальних освітніх траєкторій. Система враховує успішність учнів і пропонує найкращі методи навчання для кожного з них. *Khan Academy*: платформа пропонує персоналізовані освітні траєкторії у процесі навчання предметів математичного циклу, адаптуючи рівень складності завдань із урахуванням здібностей учня. *Всеукраїнська школа онлайн*: платформа для дистанційного та змішаного навчання учнів містить відеоуроки, тести та матеріали для самостійної роботи учнів. Для вчителів розроблені рекомендації для проведення змішаного та дистанційного навчання із використанням навчальних матеріалів, розміщених на платформі.

Переваги: покращення якості навчання математики, ефективне використання часу вчителів, здійснення дослідницького навчання із урахуванням індивідуальних потреб кожного учня. *Недоліки*: відсутність можливостей рівного доступу до освітніх технологій, відсутність конфіденційності учнів.

Персоналізація навчання математики з використанням ІІІ сприятиме трансформації освітнього процесу, забезпечуючи ефективність, інклюзивність та інтерактивність дослідницького навчання математики. Однак для успішної інтеграції цієї технології необхідно вирішити першорядні технічні та етичні проблеми. Доцільне розширення можливостей персоналізованого навчання, відкриваючи нові горизонти в підготовці учнів.

Інтерактивні навчальні інструменти із застосуванням ІІІ, з використанням яких навчальний процес стає ефективнішим для учнів. ІІІ *адаптує навчальний матеріал* відповідно до індивідуальних здібностей і темпу навчання кожного учня з використанням *ігрових симуляцій* та елементів задля поліпшення розуміння та залучення учнів, а також засобів *VR/AR/XR* для створення віртуального освітнього досвіду [83, с. 264]. Інтерактивні навчальні інструменти із застосуванням ІІІ являють собою важливе нововведення в сучасній освіті. Вони не тільки роблять процес навчання більш захопливим і динамічним, а й сприяють глибшому та ефективному засвоєнню знань. Водночас, для досягнення максимальної ефективності, важливо знайти правильний баланс між освітнім змістом та

інтерактивними елементами, а також забезпечити рівний доступ до цих технологій для всіх учнів.

Рекомендовані застосунки і платформи III. Пропонуються індивідуально адаптовані навчальні матеріали та завдання для учнів, відповідно з використанням III здійснюється аналіз відповідей учнів і добирається завдання відповідної складності. Використовуються алгоритми III для створення адаптивних тестів і оптимізації процесу дослідницького навчання із урахуванням зворотного зв'язку від учнів. Використання III дає змогу створювати динамічне та персоналізоване навчання завдяки проведенню адаптованих з урахуванням рівня знань та інтереси учнів інтерактивних уроків, різноманітних дидактичних ігор. *Quizlet:* використовує III для створення адаптивних карток та ігор, що використовуються для ефективного засвоєння навчального матеріалу. *Duolingo:* застосунок для вивчення мов, що використовує III для адаптації курсів до рівня знань і обрання необхідного темпу в рамках дослідницького навчання кожного користувача. *Kahoot!:* платформа для створення освітніх вікторин, яка підвищує залученість та інтерактивність навчального процесу.

Переваги: підвищення рівня залученості учнів, індивідуалізація навчання, покращення розуміння навчального матеріалу. *Недоліки:* відсутність можливостей рівного доступу до освітніх технологій та захисту даних, недостатній рівень підготовки та навчання вчителів.

Здійснення ґрунтовного аналізу навчальних даних у рамках дослідницького навчання з використанням III - необхідна та достатня умова у сучасній освітній практиці для забезпечення можливості точно оцінювати успішність учнів та оптимізувати ефективність використання методичних систем навчання. Беззаперечною перевагою є можливість аналізувати успішність учнів і пропонувати персоналізовані рекомендації для покращення їхнього навчання з виваженим використанням III. Завдяки використанню алгоритмів III виявляються усі можливі труднощі учнів на ранніх етапах навчального процесу, в результаті – забезпечення можливості вжиття своєчасних заходів.

Рекомендовані застосунки і платформи III. Knewton: платформа пропонує адаптивне навчання, аналізуючи дані щодо взаємодії учнів, оптимізуючи результати з урахуванням індивідуальних освітніх потреб. *Coursera:* використовує аналіз даних для надання учням персоналізованих курсів і методичних рекомендацій із урахуванням попередньої успішності.

Переваги: покращення якості освіти, глибше розуміння навчальних потреб учнів, можливість своєчасного коригування методик навчання предметів математичного циклу. *Недоліки:* проблеми щодо конфіденційності та безпеки даних, відсутність можливостей рівного доступу до освітніх технологій у всіх регіонах країни та захисту даних, недостатній рівень підготовки та навчання вчителів у контексті ефективного використання КОМСДН III.

У рамках дослідження [83, с. 177] використовуються алгоритми III для аналізу успішності учнів та адаптації навчальних матеріалів. Вчитель і учень отримують ґрунтовні аналітичні звіти, що використовуються для удосконалення методики навчання математики в контексті підвищення ефективності дослідницького навчання, а також для відстеження успішності студентів, адаптації навчальних програм і створення персоналізованих навчальних курсів. Однак для успішного впровадження таких систем необхідно враховувати етичні аспекти та забезпечити адекватне навчання і підготовку педагогічних кадрів.

Забезпечення автоматизації адміністративних завдань з використанням III в контексті підвищення ефективності щодо управління освітнім процесам вивільняє час вчителів для здійснення ефективного навчання учнів і підвищує ефективність освітньої системи. *Основні компоненти автоматизації із використанням III. Управління особистими даними учнів:* автоматизовані системи спрощують процес накопичення та здійснення аналізу даних щодо успішності та відвідуваності учнів. *Автоматичне оцінювання тестових завдань:* III може швидко і точно оцінювати відповіді на типові тестові завдання, скорочуючи час, необхідний для ручної перевірки. *Створення розкладу занять:* III допомагає у

створенні та оптимізації розкладів занять, враховуючи безліч змінних і переваг щодо організації навчально-виховного процесу в закладі освіти.

Рекомендовані застосунки і платформи III. Atoms: завдяки використанню інформаційної системи електронних щоденників і журналів здійснюється автоматизація ведення навчальних записів, відвідуваності та оцінок учнів. Ця система полегшує вчителям адміністративне навантаження і забезпечує більш прозорий доступ батьків до успішності їхніх дітей. *Canvas:* інформаційна система управління дослідницьким навчанням використовує ІІІ для автоматизації багатьох адміністративних завдань, включно з відстеженням успішності учнів і управлінням контентом навчального курсу. *Google Classroom:* платформа пропонує інструменти для здійснення автоматизації завдань і оцінок, полегшуючи управління класом і комунікацію між учителями та учнями. Пропонуються автоматизовані інструменти для перевірки знань учнів і рівня виконання домашніх завдань. Система ІІІ аналізує відповіді учнів і надає вчителям детальні звіти про прогрес кожного учня. *jSolutions:* хмарна система для автоматизації управлінських та облікових завдань закладів освіти. jSolutions дозволяє не лише повністю автоматизувати процеси, а й мінімізувати витрати на користування системою. Інтегроване середовище включає функції автоматизації розкладів, управління освітніми ресурсами та відстеження успішності. Воно допомагає школам і вчителям оптимізувати освітній процес і поліпшити комунікацію з учнями та їхніми батьками.

Зменшення загальної вартості володіння програмним забезпеченням ми досягли за рахунок можливості роботи системи на будь-якій операційній системі (Linux, Ubuntu, Windows, MacOS, Android) використання умовно безкоштовного програмного забезпечення (OpenOffice, LibreOffice) та за рахунок використання для опрацювання даних різних СУБД, таких як Oracle або PostgreSQL. Система інтегрується з різноманітним обладнанням, може працювати на різноманітному устаткуванні. *Переваги:* підвищення ефективності управління освітніми процесами, економія часу вчителів, покращення доступу до відомостей про успішність учнів для батьків. *Недоліки:* проблеми, пов'язані з конфіденційністю і безпекою даних,

відсутність можливостей рівного доступу до освітніх технологій у всіх регіонах країни та захисту даних, недостатній рівень підготовки та навчання адміністрації закладів освіти та педагогів.

Автоматизація адміністративних завдань в освіті за допомогою ІІІ відкриває нові перспективи для покращення освітнього процесу. Це дає змогу зробити роботу адміністрації закладу освіти та вчителів ефективнішою, зосередивши увагу педагогів на безпосередньому навчанні та забезпеченні інтелектуального розвитку учнів [83, с. 44]. Однак для успішної інтеграції таких систем потрібен комплексний підхід, що враховує технічні, організаційні та соціальні аспекти.

Дидактичні аспекти навчання предметів математичного циклу в контексті педагогічно виваженого і методично доцільного використання ІІІ. Завдяки використанню ІІІ з'являються можливості виконувати безліч завдань, які раніше вимагали участі вчителя: доступно пояснювати теоретичний матеріал; уточнити незрозумілу термінологію; допомагати розв'язувати дослідницькі задачі в рамках домашніх завдань; розв'язувати завдання із покроковим поясненням; здійснювати генерування типових тестів і завдань.

Ризики та загрози щодо використання ІІІ. Пропонується занадто спрощений і легкий доступ щодо отримання готових рішень задач, що призводить до пасивного навчання, коли учень просто копіює відповідь, не вникаючи в суть математичного поняття. Однак математика – наука точна, тому потребує чіткого логічного мислення, уважності, наполегливості та вміння абстрагуватися. Важливо розвивати здатність учнів до аналізу, синтезу та узагальнення. Крім того, потрібна системність у процесі дослідницького навчання учнів, вміння працювати з символами та формулами, а також здатність до критичного мислення. Математичні методи активно застосовуються в процесі навчання природничих дисциплін [83, с. 192]. Саме в процесі творчих роздумів, проб і помилок формується математичне мислення, логіка, здатність до аналізу та аргументації.

Сучасні технології штучного інтелекту дійсно здатні допомагати людям вирішувати їхні завдання. Якщо раніше йшлося виключно про аналіз даних із

використанням слабкого ІІІ, то зараз ідеться вже про створення навчального контенту, генерацію ідей, формування логічних висновків та допомогу в процесі добору правильних варіантів відповідей. Аналізуючи недоліки наявних моделей ІІІ, задля удосконалення моделей ІІІ необхідно враховувати реальні прогнози про майбутній розвиток ІІІ, який не можна побудувати на фіксації його недоліків. При цьому зміщується фокус з конкретних «інтелектуальних функцій» ІІІ на соціальні ролі, які виконуються вчителями, учнями.

Рекомендації для педагогічно виваженого та методично вмотивованого використання ІІІ в процесі навчання математики. Необхідність на початковому етапі самостійного розв'язування учнем задачі та перевірки результатів на адекватність. І лише після цього – порівняння отриманого рішення з тим, що пропонує ІІІ. Завдяки такому підходу формуються навички самоконтролю та рефлексії. ІІІ може пояснити незрозумілу тему, дати додаткові приклади, але він не повинен замінювати роботу учня, а лише доповнювати її. У результаті учні матимуть розуміння щодо доцільності використання конкретного математичного методу, а не лише отримання відповіді. Необхідне використання ІІІ з відповідним правилом-орієнтиром задля забезпечення розвитку математичного мислення учнів.

Наприклад, формуючи запит *«Поясніть розв'язання задачі. Які помилки допущено?»*. Важливо привчати учнів обговорювати, перевіряти відповіді, згенеровані ІІІ та ставити під сумнів отримані результати. Рекомендується використовувати ІІІ для здійснення практичної роботи, але не для оцінювання результатів. Нехай учень розв'язує завдання з ІІІ для тренування, однак на контрольній роботі працює самостійно, зберігаючи чесність та об'єктивність. Якщо дитина правильно використовує ІІІ, вона вміє пояснити всі етапи розв'язування, виконуючи інші типові завдання. Рекомендується проводити дебати з необхідним обговоренням проблемних питань, пропонуючи новий підхід – можливість використання ІІІ, однак спочатку здійснювати самостійне розв'язування завдань. У процесі відпрацювання типових помилок, уточнення і виправлення неточностей доцільно використовувати командний підхід, пам'ятаючи, що необхідною і

достатньою умовою в процесі навчання є самостійне мислення. У навчанні математики головне – розвивати мислення, а не просто запам'ятовувати формули. ІІІ – помічник лише за умови його правильності використання у процесі навчання. Усі помилки учнів перетворюються на можливість для ґрунтовного навчання шляхом поділу учнів на групи для обговорення відповідей, наприклад, чат-бота. *Забезпечення доступності дослідницького навчання із педагогічно виваженим і методично доцільним використанням ІІІ. Персоналізоване дослідницьке навчання:* ІІІ сприяє розробці доступних якісних навчальних ресурсів для людей з малозабезпечених верств суспільства.

Пандемія призвела до значних змін в освітній системі, змусивши заклади освіти в усьому світі перейти на дистанційне навчання. ІІІ відігравав ключову роль у цьому переході, надаючи інноваційні рішення для підтримки ефективності вивчення математики в контексті персоналізації, у тому числі щодо створення персоналізованих освітніх програм, адаптуючи матеріали під індивідуальні потреби учнів, що особливо важливо в умовах домашнього навчання. *Дослідницьке навчання для дітей з особливими освітніми потребами:* ІІІ допомагає створювати адаптивні навчальні програми для людей з обмеженими можливостями. Забезпечуються можливості для навчання людей з дислексією або іншими особливостями, використовуючи адаптивні технології.

Дистанційне дослідницьке навчання: ІІІ забезпечує якісне навчання завдяки можливостям використання онлайн-платформ Microsoft Learning Tools, Google Read Along тощо, доступних у будь-якій точці світу. ІІІ пропонує багатообіцяючі можливості для підвищення доступності освіти, створюючи інклюзивний і справедливий освітній простір. Однак для повного розкриття його потенціалу потрібна глобальна співпраця, спрямована на усунення технологічної нерівності та забезпечення безпечного та етичного використання ІІІ в освітньому процесі. *Переваги:* забезпечення безперервності навчання, можливість індивідуалізації навчального процесу, покращення доступності освітніх ресурсів і послуг. *Недоліки:* відсутність можливостей рівного доступу до освітніх технологій у всіх регіонах

країни та захисту даних, у тому числі відсутність обладнання і стабільного доступу до Інтернету, недостатній рівень підготовки та навчання адміністрації закладів освіти та педагогів, відсутність соціальної взаємодії та психологічного благополуччя учнів. Використання ІІІ в процесі навчання під час пандемії продемонструвало його ефективність у забезпеченні якісного та доступного навчання в складних умовах.

Однак для максимізації позитивного ефекту необхідно приділяти увагу як технічним аспектам, так і соціально-психологічним чинникам у процесі дослідницького навчання математики. Це дасть змогу створити більш стійку та адаптивну освітню систему, здатну протистояти майбутнім викликам. У рамках дослідження враховувалися питання упередженості та дискримінації, адже існували ризики того, що алгоритми ІІІ відтворюватимуть соціальні та культурні стереотипи. Наприклад, системи КОМСДН ІІІ, що використовуються для автоматичного оцінювання іспитів, демонстрували упередженість, неправильно оцінюючи роботи учнів із певних соціальних або етнічних груп. Виникали проблеми щодо недостатнього врахування у процесі виконання завдань з використанням ІІІ-платформи індивідуальних відмінностей та особливостей учнів. Безперечно, застосування ІІІ вимагає ретельного врахування етичних і соціальних аспектів. Важливо забезпечити, щоб технології ІІІ сприяли справедливій та інклюзивній освіті, а також захищали конфіденційність та особисті дані учнів. Збалансований підхід щодо використання ІІІ допомагає максимізувати його позитивний вплив на освітній процес.

Стратегії використання комсдн ІІІ для розв'язування дослідницьких завдань.
Визначення цілей і завдання: необхідно чітко визначити, яке завдання потрібно вирішити за допомогою ІІІ. Йдеться про оптимізацію процесу, прогнозування результатів, аналіз даних тощо. *Накопичення і підготовка даних:* для успішного застосування ІІІ необхідно мати доступ до достатнього обсягу даних. Дані необхідно структурувати та завчасно підготувати для здійснення аналізу. *Добір необхідних моделей:* на підставі сформованого дослідницького завдання і

доступних наборів даних необхідно дібрати необхідні моделі КОМСДН ШІ. *Навчання моделей:* необхідно навчити обрані моделі на тренувальних наборах даних, а також визначити оптимальні параметри моделі та її налаштування.

Тестування та оцінювання моделей: після навчання моделей необхідно здійснити їх тестування із використанням наборів даних, оцінивши їхню ефективність і точність. *Розвиток та оптимізація моделей:* потребується постійний розвиток та оптимізація ШІ, здійснюючи аналіз результатів і внесення змін в моделі для підвищення їхньої ефективності. Безперечно, використання ШІ для розв'язування дослідницьких задач потребує ґрунтовного планування та підготовки, однак правильно застосований ШІ спрощує і прискорює процес отримання точних результатів. ШІ опрацьовує й аналізує величезні обсяги даних, що перевершують можливості людини. За допомогою алгоритмів машинного навчання і статистичного аналізу, ШІ може виявити приховані патерни, зв'язки і залежності в даних, які можуть допомогти у розв'язанні дослідницьких завдань. На підставі проведення аналізу даних із використанням ШІ здійснюється *автоматизація процесу виявлення аномалій, прогнозування трендів і визначення оптимальних рішень*, оскільки ефективно опрацьовуються набори даних різних типів (числові, текстові, звукові тощо).

Переваги аналізу даних за допомогою штучного інтелекту: точні та об'єктивні результати аналізу даних; швидке опрацювання великих наборів даних; автоматизація процесу аналізу та прийняття рішень; виявлення прихованих патернів і залежностей у наборах даних; підвищення якості прогнозування і оптимізація рішень.

Упровадження сучасних КОМСДН у навчання математики змінює питому вагу і реальні можливості реалізації системи дидактичних принципів (науковості, наочності, системності, систематичності й послідовності, доступності, принцип індивідуального підходу та активного залучення учня до навчально-пізнавального процесу). З урахуванням реальних можливостей інформатизації шкільної освіти та її впливу на методичну систему навчання математики на перший план виступають

фактори, ефективність впливу яких значно підсилена в процесі навчання. До пріоритетних насамперед належать: розвиток мотивації, пошукової діяльності, мислення та розумових прийомів; посилення інтересу до навчальних дисциплін взагалі і математичного циклу зокрема.

Завдяки педагогічно виваженому та методично вмотивованому використанню КОМСДН ІІІ в процесі навчання предметів математичного циклу з'являються нові можливості для підвищення мотивації учнів у процесі дослідницького навчання, доповнюючи традиційні методи навчання та забезпечуючи нові можливості для здійснення персоналізованого та ефективного освітнього процесу. ІІІ здатний *адаптувати навчальні програми під індивідуальні потреби кожного учня* із урахуванням рівня знань і стилю дослідницького навчання. *Інтерактивні та імерсивні технології*: розвиток віртуальної та доповненої реальності в поєднанні зі ІІІ створює феномен присутності учня [83, с. 70], віртуалізуючи проведення навчальних дослідів у рамках дослідницького навчання математики. *Автоматизація адміністративних завдань*: завдяки виваженому використанню ІІІ оптимізується час, що витрачається на адміністративні процедури, звільняючи час вчителів.

У дослідженні використовуються адаптивні навчальні програми з інтегрованими алгоритмами ІІІ, які допомагають учням засвоїти навчальний матеріал. Майбутнє математичної освіти з використанням ІІІ обіцяє бути інноваційним, пропонуючи нові способи навчання та взаємодії в навчальному процесі. Однак для реалізації цього потенціалу необхідно зосередитися на розробленні надійних, етичних і доступних технологій, які сприятимуть реалізації ефективного навчально-виховного процесу для всіх учнів. Фундаментальними проблемами ІІІ є нез'ясованість, відсутність безпеки та брак даних.

Дотепер маємо справу з так званим глибоким навчанням. І незважаючи на те, що математика в нейронних мережах недалеко відійшла від правила диференціювання складної функції та основ лінійної алгебри, все ще не можемо пояснити, як мільйони і мільярди ваг впливають на прогнозування моделей [58, с.

257]. Доцільно чітко навчитися виявляти генеративний контент і не допускати різних маніпуляцій. Необхідно замислитися про зміни в правовому полі. Наприклад, якщо продукт згенеровано нейромережею, складно визначити, хто отримує авторське право. З огляду на нез'ясованість моделей і недосконалість відомих методів навчання ми не можемо гарантувати коректність вихідних даних. Це змушує з обережністю підходити до інтеграції моделей ШІ в складні та критичні системи, наприклад, пов'язані з управлінням закладом освіти.

Справедливі побоювання, що ШІ може повністю замінити людину в окремих професійних сферах. ШІ може замінити фахівців, але не всіх. Щодо ситуації у галузі ІТ, необхідно зауважити, що ШІ уже призвів до підвищення вимог до розробників і змін у структурі ринку, що призводить до необхідності вдосконалення освітніх програм у закладах освіти [94].

2.3. Варіативність моделювання творчих процесів у рамках дослідницького навчання предметів природничо-математичного циклу з педагогічно виваженим і методично вмотивованим використанням технологій штучного інтелекту

Постановка проблеми. Проблема моделювання – одна з першорядних методологічних проблем, що виникає у зв'язку з розвитком природничих наук, особливо фізики, хімії, кібернетики. Ґрунтовний аналіз історичного розвитку наукових ідей та методів дає підстави стверджувати, що моделі ніколи не зникали із арсеналу науки. У зв'язку з виникненням систем штучного інтелекту з'явилося нове поняття – «база знань». Файл трактується як інформаційна модель об'єкта.

Безперечно, дані і структура бази даних відображають певною мірою знання про предметну область і її структуру. Однак доцільно виокремити специфічні ознаки знань [83]: *можливість внутрішньої інтерпретації; структурованість; зв'язність* (знання зв'язані не лише за своєю структурою; вони відображають закономірності щодо фактів, процесів, явищ і причинно-наслідкових

співвідношень між ними); *активність*. Розглядаються чотири види моделей і відповідно мов для подання знань: модель (мова) семантичних мереж; система фреймів, логічна мова (модель) і продукційні системи. Забезпечення різноманітними засобами штучного інтелекту та об'єднані в мережі ЕОМ забезпечують ефективне функціонування нової технології інформаційно-організаційного процесу колективу фахівців для вирішення масштабних проєктних задач і проблем [38].

Численні дослідження щодо моделювання в різних галузях науки сформували стійку тенденцію вважати метод моделювання універсальним методом наукового пізнання [87]. В. Томпсон в своїх знаменитих «Балтиморських лекціях» наполягав, що зрозуміти явище – означає побудувати його механічну модель, відповідно, це було не методологічне новшество, а узагальнення багатовікового досвіду наукового пізнання. Йдеться про початок гносеологічного осмислення методу моделювання, який в результаті теоретичних досліджень І. Ньютона (1686 р.), Ж. Бертрана (1848 р.) і Д.К. Максвелла використовувався не лише в духовній сфері наукової творчості, але й на практиці, в лабораторії, в експерименті [83].

XX століття принесло цьому методу нові успіхи, але одночасно поставило його перед серйозними випробуваннями. З одного боку, кібернетика виявила нові можливості і перспективи цього методу щодо розкриття загальних закономірностей і структурних особливостей систем різної фізичної природи, що належать до різних рівнів організації матерії, форм руху. З іншого боку, теорія відносності, а особливо квантова механіка вказали на неабсолютний, відносний характер механічних моделей, на труднощі, пов'язані з моделюванням.

У вітчизняній та зарубіжній літературі ґрунтовно обговорюються гносеологічні і методологічні аспекти, пов'язані з моделюванням, починаючи з публікації Н. Вінера і А. Розенблюта «Роль моделей в науці» (1946 р.). В працях вчених зроблено суттєвий поступ (кроки) в щодо дослідження моделювання як *методу пізнання*, його зв'язків з іншими методами, в характеристиці

гносеологічних функцій моделей, специфіки використання різних моделей, особливо кібернетичних. Безперечно, наявні відомі неточності в тлумаченні і розумінні філософських питань моделювання.

Сьогодні широко вживаються такі терміни і поняття, як *«модель»*, *«моделювання»*, *«комп'ютерне моделювання»*, які дуже часто не диференціюються і науково не пояснюються. Зберігається певний хаос дефініцій, зумовлений кризовим станом науки, не розробленістю понятійно-термінологічного апарату, різними підходами авторів до тлумачення тих чи інших процесів, а також багатоаспектністю, багатовимірністю і суперечливістю складових, що входять до тих чи інших дефініцій.

За останні десятиріччя, в тому числі завдяки успіхам кібернетики, про моделі почали говорити усі: математики і логіки, фізики та хіміки, астрономи і біологи, географи і економісти, мовознавці та кібернетики. М. Бродбек небезпідставно помітила, що на це запитання різні конструктори моделей відповідатимуть по-різному [8]. Лінгвіст з Каліфорнійського університету Чжао Юань-жень, проаналізувавши 15 основних лінгвістичних контексти, встановив, що в них термін «модель» використовується в тридцяти варіантах, які близьких за змістом, та в дев'яти відмінних. Серед них пропонуються наступні значення цього терміну: структура, опис, спосіб використання мови, граматика, теорія, схема, стиль, аналог, пропонований метод дослідження, репрезентація, абстракція, формалізована або частково формалізована теорія, психологічний допоміжний засіб для теорії, можлива реалізація для теорії, зразок, конкретна система, фізичний об'єкт, реальність і т.д. [125].

У філософському розумінні моделювання – це спосіб репрезентації явищ, процесів або ситуацій, що безпосередньо пов'язаний з відображенням об'єктів реальності в свідомості людини [36]. Таке тлумачення ґрунтується на основі філософської теорії відображення, яка одночасно з теорією пізнання і теорією моделей становить методологічну основу моделювання. Теорія відображення

пояснює ключові процеси моделювання в науковому пізнанні: співвідношення результатів пізнання і оригіналу та формування образів в свідомості людини.

В психології *образом* називається продукт уяви, ментальна картина або концептуальна модель [88]. В численних дослідженнях *моделлю* називається *прообраз або образ будь-якого реального об'єкту, що створюється з метою його вивчення* [83]. У філософському розумінні методу моделювання розглядаються основні характеристики моделі як способу відображення дійсності. В такому контексті під *моделюванням* розуміється *сукупність властивостей та співвідношень реального об'єкта на спеціально створеному для цього матеріалі або ідеальному об'єкті, який називається моделлю*. Реальний об'єкт є *прототипом*, а відображений – *моделлю*. Між ними повинна існувати подібність, аналогія, схожість або їх фізичних властивостей і співвідношень, або в здійсненні їх функцій, або в математичному описі їх поведінки [91]. Пропоноване означення ґрунтується на класичному розумінні взаємозв'язків прототипу як реально існуючого предмету дослідження і моделі як способу отримання нових знань про цей предмет. Предметність прототипу прослідковується в багатьох означеннях моделі і моделювання, характерних для точних наук, в тому числі для математичного моделювання [83].

В основу теорії моделювання покладена загальна теорія систем. Йдеться про загальнонауковий напрямок, згідно якого об'єкт дослідження розглядається як складна система, яка взаємодіє з навколишнім середовищем. *Об'єкт є системою, якщо він складається з сукупності взаємопов'язаних між собою елементів, сума властивостей яких не дорівнює властивостям об'єкта*. Розрізняються різні рівні опису систем: *лінгвістичний (символічний); теоретикоімножинний; абстрактно-логічний; логіко-математичний; теоретико-інформаційний; динамічний; евристичний*. Завдяки педагогічно виваженому використанню варіативних моделей КОМСДН у контексті моделювання творчих процесів у рамках дослідницького навчання предметів природничо-математичного циклу з педагогічно виваженим і методично вмотивованим використанням технологій

штучного інтелекту з'являється можливість, із врахуванням математичних рівнянь, обчислити та прогнозувати поведінку досліджуваної системи в певних умовах існування. Зачасти цей спосіб є єдиним способом отримання наслідків з математичної моделі. Називаючи матеріальний предмет дослідження прототипом, відмічається його зв'язок з абстрактними категоріями в процесі відображення. В когнітивній психології під *прототипом* розуміється мисленнєвий образ, що будується на основі кореляції характеристик об'єктів категорії, що зберігається в довготривалій пам'яті [89]. У дослідженні [83] формулюються завдання узагальнення властивостей, типів, задач і функцій моделі як універсального методу пізнання. Пропонується уточнення визначення моделі і конкретизуються властивості моделі як гносеологічного інструменту.

Модель – це матеріальний або ідеальний об'єкт, який підміняє досліджувану систему і адекватним чином відображає її суттєві сторони. В процесі моделювання можуть переслідуватися наступні цілі: *пізнання сутності* досліджуваного об'єкту, причин його поведінки, сутності і механізмів взаємодії елементів; *пояснення* відомих результатів емпіричних досліджень, верифікація параметрів моделі на основі експериментальних даних; *прогнозування* поведінки систем в нових умовах під дією різних зовнішніх впливів і способів управління; *оптимізація* функціонування досліджуваних систем, управління об'єктом у відповідності до обраного критерію оптимальності [85].

Усеможливі зв'язки комп'ютерного моделювання з іншими методами пізнання продемонстровано в дослідженні [83]. Висновки враховуються з метою покращення методики експериментального вивчення об'єкта дослідження, розвитку математичної моделі та удосконалення комп'ютерної моделі. Дослідження соціальних і економічних процесів вирізняються неможливістю повністю використання експериментальних методів.

Під *комп'ютерним моделюванням* в широкому сенсі розуміється процес створення і дослідження моделей з використанням комп'ютера. Виокремлюються наступні *види моделювання*: фізичне моделювання; динамічне

моделювання; імітаційне моделювання; статистичне моделювання; інформаційне моделювання; моделювання знань [35].

Статистичні моделі використовуються в процесі розв'язування ймовірнісних задач і в процесі опрацювання великих масивів даних (інтерполяція, екстраполяція, регресія, кореляція, обчислення параметрів розподілу і т.д.). Вони принципово відрізняються від *детермінованих моделей*, для використання яких необхідні чисельні розв'язування систем алгебраїчних або диференціальних рівнянь, або заміну досліджуваного об'єкта детермінованим автоматом.

Логічні моделі використовуються для подання знань в *експертних системах*, для створення *систем штучного інтелекту*, наведення логічних висновків, доведення теорем, виконання математичних перетворень, побудови роботів, використання штучної мови, створення ефекту віртуальної реальності в комп'ютерних іграх.

Розглянемо *вимоги щодо моделі* досліджуваної системи (КОМСДН) [93]: *повнота моделі* (можливість обчислення всіх характеристик системи з урахуванням необхідної точності і достовірності); *гнучкість моделі* (зادля можливості відтворення різних ситуацій і процесів, можливості змінювати структуру, алгоритми і параметри досліджуваної системи); *тривалість розроблення і реалізації* (характеризується затратами в часі на створення моделі); *блочність структури* (можливе додавання, виключення і заміна деяких частин (блоків) моделі).

Інформаційне забезпечення, програмні і технічні засоби необхідно використовувати таким чином, щоб модель видозмінювалася в залежності від наявних даних в БД, забезпечуючи ефективну машинну реалізацію та зручну роботу користувача. *Основні етапи комп'ютерного моделювання: постановка задачі; формалізація*, тобто створення математичної моделі; *розроблення алгоритму; написання програми* із використанням конкретної мови програмування; *планування та виконання обчислень* з використанням

комп'ютера, доопрацювання програми отримання результатів; *аналіз і інтерпретація результатів*, їх порівняння з емпіричними даними. Після чого всі етапи (!) повторюються на наступному кроці (рис. 2.5).

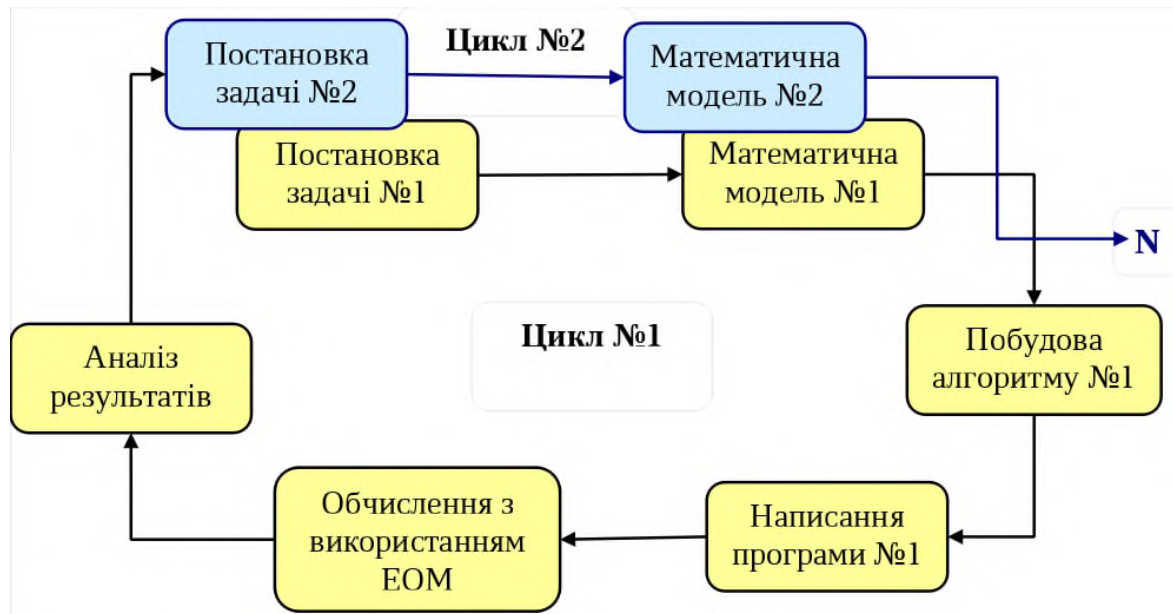


Рис. 2.5. Етапи комп'ютерного моделювання
Джерело: опрацювання власне

Модель – це об'єкт, що замінює досліджувану систему та імітує її структуру і поведінку. Під *моделюванням* розуміється подання основних характеристик об'єкта дослідження з використанням іншої системи (матеріального об'єкта, сукупності рівнянь, комп'ютерної програми).

Основні вимоги до моделі: адекватність (модель повинна відображати суттєві сторони досліджуваного об'єкта із врахуванням необхідної точності); *сприяння вирішенню задач певного класу*; *простота і зрозумілість* (ґрунтуючись на мінімальній кількості припущень і пропозицій); *зручність у використанні*; *модифікованість* (можливість в процесі використання моделі доповнювати себе, переходячи з одного стану в інший). При знайомстві учнів з конкретною розумовою дією необхідно використовувати наочні предмети, переходити від матеріальних предметів до їх замінників – моделей (етап матеріалізованої дії). Йдеться про використання графічних схем, знакових моделей.

Математичне моделювання є особливим видом образно–знакової ідеалізації та побудови наукової предметності [83]. Моделювання дозволяє сприймати предмет як об’єкт дослідження, визначати дії до знаходження кінцевого результату. Образ, що дозволяє досліджувати предмет і аналізувати його, служить засобом змістовного просування і створюється з початкового моменту конструювання. Згідно теорії поетапного формування розумових дій дослідження моделі є важливим етапом засвоєння розумових дій.

Роль математичного моделювання в науковому пізнанні і практиці важлива у формуванні діалектико-матеріалістичного світогляду учнів, їх математичного і психологічного розвитку. Програма передбачає побудову курсу математики на засадах застосування методу математичного моделювання. Передбачається поетапне засвоєння конкретних предметних умінь: представляти задачу у вигляді таблиці, схеми, числового виразу, формули (рівняння), креслення, здійснювати перехід від однієї моделі до іншої.

Навчальний предмет, як система понять, вимагає логічного підходу в його пізнанні від загальних властивостей до конкретних, виділення і дослідження підстав, що визначають систему. Це неможливо реалізувати без моделювання.

Навчання елементів математичного моделювання починається ще в основній школі. Воно пов’язане з розв’язуванням текстових задач. Моделювання – це метод і засіб пізнання, а дослідницькі задачі – “полігон”, де відпрацьовується моделювання. Вміння розв’язувати задачі – один із критеріїв сформованості умінь моделювати, що є мотиваційною складовою процесу навчання математики. За допомогою текстових задач реалізується ідея моделювання реальних процесів.

Практика свідчить, що розуміння моделювання і моделей учнями нечітке і обмежене. Вони не усвідомлюють, що вивчають моделі, оскільки в програмах і підручниках поняття моделі та моделювання практично відсутні. Школярі часто не розуміють, що поняття рівняння, числа, фігури, рівномірного руху, маси та інші є науковими моделями, що вони моделюють при розв’язуванні дослідницьких задач.

Якщо раніше математику визначали через величини, просторові форми і кількісні відношення або через математичні структури, то тепер здебільшого дотримуються такого визначення [37]: «Математика – наука про математичні моделі та їх застосування.» Процес дослідницького навчання із використанням моделювання підвищує активність розумової діяльності учнів, допомагає зрозуміти задачу, самостійно знайти раціональний спосіб розв’язування, визначити спосіб перевірки, умови, коли задача має розв’язки.

Моделювання розглядаємо як особливу діяльність з побудови (вибору або конструювання) моделей, що має зовнішній практичний зміст і внутрішню психічну сутність. Моделювання як психічна діяльність включається в ролі компонента в психічні процеси сприйняття, представлення, пам’яті, уяви і мислення. Дані процеси включаються в діяльність моделювання як складну діяльність. Моделі є продуктами складної пізнавальної діяльності, що включає розумове сприйняття вихідного навчального матеріалу, його «очищення» від випадкових моментів. Моделі виступають як продукти і засоби здійснення цієї діяльності.

Таким чином, моделювання у навчальному процесі раціоналізує його та активізує пізнавальну діяльність учнів. Завдяки цьому вирішується не тільки конкретне навчальне завдання, але й здійснюється розвиток учнів. Моделювання відображає теоретичний стиль мислення, що сприяє розвитку учнів, залучає їх до наукового мислення.

Важливо здійснювати навчання учнів моделюванню поетапно: спочатку – неявно, на цьому етапі потрібно навчити учнів дій, що входять до «ядра» моделювання (вміння співставляти і протиставляти об’єкти, порівнювати об’єкти шляхом співставлення або протиставлення, вміння абстрагуватися, вміння узагальнювати об’єкти); далі – чітко і усвідомлено, розкриваючи його сутність, вивчаючи операції, що входять в «оболонку» моделювання (вміння будувати модель, вміння здійснювати перетворення моделі, вміння її конкретизувати), самостійно використовуючи прийом у нескладних випадках.

В нашій ситуації системою є математичні поняття та їх властивості, які моделюють екологічні явища – це ті інші системи, що фігурують в означенні [83]. Як засобом, так і методом математичного моделювання учні фактично починають послуговуватись з початкової школи. Але вичерпна характеристика їх з використанням наукового понятійного апарату дається, відповідно до навчальної програми з алгебри, лише в 9 класі при вивченні теми: «Математичне моделювання». Основою для реалізації математичного моделювання як засобу є класифікація явищ екологічного спрямування, відомих учням з вивчення дисциплін хіміко-біологічного циклу, дослідження яких базується на математичних моделях певного виду [41].

При вивченні програмних тем шкільного курсу математики вчителю доцільно планувати ознайомлення учнів з моделями (рисунками, схемами, таблицями тощо), що дають можливість образно передати особливості модельованих об'єктів, зокрема їх структуру та зв'язки. Так, наприклад, при розв'язуванні текстових задач є можливість ознайомити школярів з різноманітними образними моделями (малюнок, схема, таблиця при скороченому записі умов задач) та математичними моделями (рівняння, системи рівнянь, що лежать в основі розв'язування задач).

Одержані знання про різні види моделей стають для учнів засобами при розв'язуванні прикладних задач взагалі та екологічного змісту зокрема. При класифікації математичних понять (алгебра, геометрія) є можливість залучати учнів до створення своєрідних моделей (таблиці, графи, схеми тощо) для встановлення існуючих зв'язків між рядом понять теми, розділу з використанням технологій штучного інтелекту.

Зміст задачі допоможе вчителю у проведенні мотивації, наприклад, вивчення тем «Об'єм» взагалі і «Об'єм піраміди» зокрема. Здобуті знання учнів про різні матеріальні (реальні) моделі та можливості їх використання при означенні понять, спостереженні властивостей, розв'язанні задач дають можливість спостерігати властивості понять і брати їх за основу або означення, або при формулюванні теорем, властивостей чи ознак. Крім того, вказані знання і вміння є основою

математичного моделювання як засобу активної пізнавальної діяльності учнів як на уроках, так і в позаурочний час при виконанні домашніх завдань.

Математичне моделювання як засіб дослідницького навчання використовується і при формуванні понять, і при вивченні формул, зокрема для обчислення площі плоских геометричних фігур та поверхні і об'єму просторових, і при формуванні умінь розв'язування різноманітних за рівнем складності задач, від стандартних до евристичних [86].

Дослідницькі задачі взагалі та екологічного змісту зокрема є одним із основних таких засобів. При вивченні геометричних фігур, теорем, їх властивостей та означень, розв'язуванні задач моделі геометричних фігур є засобом, який допоможе створити основу для екологічного виховання, а саме: сформулювати правильне уявлення про певні математичні поняття та зв'язки між ними, просторову уяву. Важливу роль під час розв'язування задач відіграють рисунки як їх моделюючі засоби.

Комп'ютерне моделювання – метод представлення об'єкта, що відрізняється від реального, але дуже наближений до реальної дійсності, з використанням якого вивчаються фізико-хімічні, біологічні, хімічні закони та експерименти (які неможливо провести в реальному житті) (рис. 2.6).

Принципи комп'ютерного моделювання [34]: принцип адекватності; принцип простоти і економічності; принцип інформаційної достатності; принцип здійсненності; принцип множинності та єдності моделей; принцип системності; принцип параметризації.

Із урахуванням мети моделювання, комп'ютерні моделі розподіляються на групи: *оптимізаційні моделі* (із використанням яких з'являється можливість дібрати оптимальний спосіб управління технічною, соціальною та іншою системами; наприклад, космічною станцією). *Прогностичні моделі* (із використанням яких можливе прогнозування стану об'єкта в наступні моменти часу; наприклад, модель земної атмосфери для прогнозування погоди). *Навчальні моделі* (використовуються для навчання, тренування і тестування учнів, студентів, майбутніх фахівців і т.д.). *Ігрові моделі* (із використанням яких можливе створення

ігрової ситуації, яка імітує управління армією, державою, підприємством, людиною, ракетою і т.д., або гру в шахи, шашки та інші логічні ігри). *Дескриптивні моделі* (використовуються для розуміння природи досліджуваного об'єкта, виокремлення суттєвих факторів, які впливають на його поведінку).



Рис. 2.6. Комп'ютерне моделювання в контексті інших методів пізнання
Джерело: опрацювання власне

Переваги використання комп'ютерного моделювання: вільнопоширюване і доступне у використанні; можливе проектування і створення об'єктів, які в реальних умовах неможливі (не існують); можливе прогнозування результатів експериментів; знаходження оптимальної форми і конструкції без створення пробних деталей; експериментування без ризику для здоров'я людини та навколишнього середовища; можливість огляду об'єкта з різної перспективи.

Недоліки використання комп'ютерного моделювання: помилкове твердження про те, що в використанні моделювання можна якісно виявити нові

явища, оскільки потрібне підтвердження в реальних умовах і в реальних експериментах. Модельний аналіз зменшує можливі пояснення. З об'єкта моделювання можна «здобути» лише те, що входить за рамки моделі.

Комп'ютерне моделювання – це моделювання, з використанням якого досліджуються моделі в теорії, не маючи підтвердження та доказів природних явищ в реальних умовах. Поліаспектність навчання з використанням комп'ютерного моделювання поєднує інформаційний, психологічний і дидактичний аспекти [80]. Під *інформаційним аспектом* розуміється: можливість отримання нових відомостей; реалізацію добору навчального матеріалу та інших відомостей; розвиток інформаційної культури учнів.

Психологічний аспект реалізації можливостей використання комп'ютерного моделювання в процесі навчання відображає: *особливий характер взаємовідносин* учня з навколишнім середовищем із врахуванням добору варіативного підходу щодо побудови учбової діяльності; *широку можливість реалізації індивідуального підходу* під час навчально-виховного процесу; *вплив на пізнавальну обізнаність* (інтерес, зацікавленість) школярів; *психічні особливості сприйняття, пам'яті, мислення, уяви*; *нові можливості комунікативної організації дослідницького навчання*.

Дидактичний аспект щодо використання комп'ютерних моделей в школі полягає в тому, що з'являється можливість: реалізовувати основні *дидактичні принципи навчання*; використовувати різноманітні *форми організації навчально-виховного процесу*; *розробляти і реалізовувати цілі навчання*; добирати *зміст навчального матеріалу* у відповідності з доцільністю та педагогічно виваженим використанням комп'ютерних моделей; *отримати нові результати навчання*.

В основу алгоритмізації і програмування більшості дослідницьких задач покладено дві психологічні моделі: *Семантична модель мислення*; *Лабіринтна модель мислення*. Проблематика моделювання творчих процесів пов'язана з евристичним пошуком розв'язків творчих дослідницьких задач [83]. Суть *лабіринтної моделі мислення* полягає в тому, що розв'язування будь-якої творчої

задачі є пошуком шляху в деякому лабіринті можливостей досягнення мети. Очевидно, що такий підхід пов'язаний з перебором величезної кількості варіантів під час доведення теореми, продовження ігрового процесу і т.д.

Успішне розв'язування *дослідницької задачі* залежить від досконалості *евристичних прийомів*, що використовуються для відхилення неперспективних і добору перспективних варіантів досягнення цілей [86]. Такий підхід визначив розвиток теорії *евристичного пошуку* та евристичного програмування. Хоча постерігається цілком очевидна обмеженість щодо лабіринтної моделі, однак вона разом з теорією евристичного пошуку залишаються потужним засобом в арсеналі фахівців зі штучного інтелекту.

Добір потрібних евристик визначається предметною галуззю. Будь-які спроби створити своєрідний «універсальний розв'язувальник задач» на основі принципів евристичного програмування тривають. Для вирішення проблем в галузі штучного інтелекту в цілому та, зокрема, в процесі моделювання творчих процесів, типовим підходом є використання евристик під час написання машинних програм. Така ситуація характерна і для комбінаторних задач (наприклад, класична задача комівояжера, дослідження операцій і т.д.), які без використання евристичних прийомів не можуть бути розв'язані.

Суть *семантичної моделі мислення* полягає в тому, що під час будь-якого творчого процесу відбувається співвіднесення структурованих описів початкової і цільової ситуацій. тобто в процесі розв'язування задачі (а не заздалегідь, на початку цього процесу) створюється «*лабіринт можливостей*» [83], в якому і добирається необхідний спосіб розв'язування дослідницької задачі.

Семантична модель мислення має пряме відношення до логіко-лінгвістичного моделювання і ситуаційного управління. Було підмічено, що численні ситуації, що спостерігалися в будь-якій предметній галузі, містять деяку кількість *інваріантів*, причому основні структури переносяться з деякими *варіаціями* з однієї предметної галузі в іншу [80].

Дотепер вважаються вирішеними такі проблеми моделювання творчої діяльності: доведення теорем і автоматичний синтез програм; аналіз і синтез текстів і мови, автоматизований переклад; ігрові задачі (шахи, шашки, доміно і т.д.); моделювання мислення; синтез музичних творів; синтез «чарівних казок»; створення орнаментів; ситуаційне управління (прийняття рішень в стресових умовах).

Безперечно, в такій ситуації вірність та точність прийнятого рішення цілком і повністю залежить від ґрунтовної попередньої роботи фахівців цієї предметної галузі (математиків і програмістів), пропонуючи на основі ретельного прогнозу усеможливих ситуацій і формалізації варіантів розв'язків задачі. *Відповідальність бере на себе завжди людина, яка обирає той чи інший машинний варіант рішення.*

У дослідженні [83] розглядаються два підходи в процесі розвитку штучного інтелекту: *біонічний і прагматичний*. Біонічний підхід пов'язаний з викриттям глибинних біологічних, психічних механізмів і процесів у людини і спробою змодельовати їх з використанням ЕОМ або спеціальних автоматів. Сюди відносяться дослідження, пов'язані з проблемою лівої і правої півкуль головного мозку, дослідження асоціативної пам'яті і нейронних мереж.

Через зоровий канал людина сприймає приблизно 80% інформаційних повідомлень. Якщо дорослій людині, незрячій від народження, відновити зір, то вона навчиться бачити лише впродовж декількох років. Важливо проаналізувати усе можливі механізми зору людини, взаємодії очей і мозку людини для того, щоб створити досконалі системи розпізнавання зорових образів. Значення біонічного підходу зростає одночасно з виникненням нових ідей в електроніці.

Однак, усі основні досягнення в галузі штучного інтелекту, в тому числі експертних систем, пов'язані з іншим напрямком – *прагматичним*, де машина розглядається як інструмент та усі проблеми психофізіологічного змісту залишаються за межами дослідження. В процесі використання *прагматичного* підходу досягнуто важливих результатів в напрямку моделювання творчих

процесів, які є результатом того, що в знання людини з використанням комп'ютера матеріалізовані у вигляді алгоритмів і програм.

Важливий елемент нової системи (КОМСДН) – блок формування дидактичних цілей. Необхідно виконати ранжування цілей (не однієї цілі!), тобто здійснити експерименти з системою, уточнити *«мінімальну модель»* для формування можливих експериментальних альтернатив. Мозок людини – це конструкція, створена з метою сприйняття інформаційних повідомлень з навколишнього середовища та власного організму, її трансформації в деяку модель для здійснення опису навколишнього середовища та напрацювання способів дії.

З використанням органів чуттів мозок людини сприймає повідомлення та опрацьовує їх з використанням мільйонів незалежних каналів. Порівняльні дослідження підтверджують, що кількісні відмінності можуть становити 150-370%. Така варіабельність еволюційно-древніх структур суттєво посилює мінливість мозку та індивідуалізацію поведінки. Безперечно, унікальність головного мозку кожної людини практично гарантована, адже мінливість полів і ядер мозку дає можливість отримати велику різноманітність неповторної роботи органів чуттів, індивідуальної локомоції та асоціативних ідей [83].

В діяльності мозку можна виокремити дві різні форми: свідомість і підсвідомість. Обчислювальні системи, що використовуються в машинному експерименті, представлено як системи, аналогічні мозку людини, який працює лише на рівні підсвідомості. Важливою обставиною також є наявність активного банку даних, що відрізняє свідомість нашого мозку від обчислювальних систем машинного експерименту. В активному банку даних накопичується інформація про *«прецеденти»*, про досвід вивчення системи в цілому.

Після чого ці *«прецеденти»* використовуються як *«таблиця навчання»*, обираючи із *«множини допустимих значень»*. Ймовірно, подібний процес відбувається в підсвідомості людини, де формується не лише *«мінімальна модель»*, але й інтуїтивні рішення. Все, що відноситься до роботи з *«мінімальною*

моделлю», необхідно вважати прерогативою свідомості, де виникають способи аналізу моделі, виникає наука [37].

Ефективність експериментального дослідження спрямована також на створення оптимальних умов для підвищення рівня фахової підготовки вчителів у контексті використання компонентів КОМСДН, у т.ч. ІІІ у освітньому процесі. Проведена ґрунтовна робота у напрямку розроблення науково-методичного і дидактичного забезпечення щодо використання компонентів КОМСДН предметів природничо-математичного циклу [83].

РОЗДІЛ III. МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ВІДКРИТОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА З ЕЛЕМЕНТАМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ

3.1. Методичні засади використання вчителями сервісів генеративного штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів

У сучасному світі генеративний штучний інтелект відіграє дедалі важливішу роль у науці, освіті та технологічному розвитку суспільства. Використання наукових нейронних мереж глибокого навчання, що застосовують розпізнавання об'єктів та великі дані, є значущим проривом у галузі машинного навчання. Зокрема, модель Стенфордської нейронної мережі ГШІ та її інтеграція з методологіями географічно розподілених екосистем відкривають нові горизонти у сфері досліджень. Використання великих онлайн-сховищ даних, таких як Техаське сховище, що об'єднує наукові ресурси різних університетів, таким чином створюючи умови для зростання відкритої науки.

Сьогодні не втрачають своєї актуальності дослідження пов'язані з використанням ГШІ в освітньому процесі. Зокрема, у міжнародних наукових колах активно обговорюється питання застосування ГШІ в навчанні. Інструмент DALL·E AI, розроблений OpenAI, використовується для створення навчальних матеріалів, що сприяє кращому розумінню дисциплін серед студентів та учнів. Дослідження Хана та Лулвані демонструють потенціал ГШІ для віртуальних класів, тоді як Альхумайд аналізує ставлення студентів та освітніх установ до впровадження інтелектуальних технологій у навчальний процес. Гарсія-Мартінес із колегами підтверджують позитивний вплив ГШІ на мотивацію студентів, особливо у STEM-освіті.

Разом з тим, виникає ряд проблем, пов'язаних із ефективним використанням ГШІ у навчанні природничо-математичних дисциплін. Однією з головних проблем є відсутність чітких методичних підходів до інтеграції сервісів ГШІ у шкільну освіту. Вчителі часто не мають достатніх знань про можливості та обмеження таких технологій як ГШІ, що ускладнює їх застосування у освітньому

процесі. Крім того, важливим аспектом також є розробка рекомендацій щодо доцільного використання ГШІ з урахуванням дидактичних принципів і потреб учнів різних вікових категорій.

Нові можливості відкритої науки, засновані на глобальних мережах і сучасних алгоритмах глибокого навчання, створюють передумови для вдосконалення освітніх методик. Онлайн-репозиторії дослідницьких даних дозволяють ділитися навчальними ресурсами, що сприяє персоналізації навчання та підвищенню його доступності. Водночас такі системи потребують належної організації та підтримки, щоб гарантувати їх ефективне функціонування [118].

ГШІ в освіті також стикається з викликами, пов'язаними з адаптацією навчальних матеріалів до особливостей цифрового середовища. Важливим є розробка методик, які забезпечать коректну взаємодію учнів з сервісами ГШІ, враховуючи їх когнітивні особливості та рівень підготовки. Не менш важливим залишаються питання оцінки ефективності використання ГШІ у освітньому процесі, що потребує проведення емпіричних досліджень і системного аналізу отриманих результатів.

Крім того, обов'язково необхідно враховувати етичні та соціальні аспекти використання ГШІ в освіті. Важливо забезпечити прозорість алгоритмів, уникати упередженості в навчальних матеріалах та створювати умови для безпечного використання ГШІ учнями. Також слід розробляти механізми для контролю за якістю контенту, який генерується штучним інтелектом, щоб уникнути поширення недостовірної або неточної інформації. Успішна інтеграція ГШІ в освітній процес вимагає співпраці між розробниками технологій ГШІ, дослідниками і педагогами для створення ефективних та адаптивних навчальних рішень щодо етичного використання ГШІ.

Таким чином, актуальним завданням є розроблення методичних засад використання сервісів ГШІ у навчанні природничо-математичних предметів. Визначення оптимальних шляхів впровадження цих технологій допоможе

зробити освітній процес ефективнішим та доступнішим для широкого кола учнів, що сприятиме розвитку освіти в умовах цифрової епохи.

Проаналізуємо деякі наукові публікації та нормативні документи, щодо стосуються проблеми розробки методичних засад використання вчителями сервісів ГШІ у навчанні природничо-математичних предметів.

Відповідно до Регламенту ЄС про штучний інтелект [15], використання ГШІ в освітній сфері класифікується як високоризикове, особливо у випадках автоматизованого ухвалення рішень щодо доступу до закладів освіти. Водночас документ акцентує увагу на можливих економічних і соціальних перевагах впровадження ГШІ в освіті.

ЮНЕСКО у 2023 році опублікувало чергові рекомендаційні матеріали щодо використання ГШІ в освіті та дослідженнях. Поява ChatGPT та подібних інструментів викликала глобальний резонанс, активізувала конкуренцію серед технологічних компаній і спричинила дискусії в освітянській спільноті щодо етичності та ризиків їх застосування. Деякі заклади освіти заборонили ГШІ, тоді як інші прагнуть навчати його ефективному та відповідальному використанню. ГШІ має значний потенціал для автоматизації рутинних завдань і сприяння навчанню, проте також породжує виклики, пов'язані з безпекою, конфіденційністю та авторськими правами. Рекомендації ЮНЕСКО спрямовані на формування відповідних політик і програм, що дозволять використовувати ГШІ як корисний інструмент для викладачів, студентів і дослідників, підкреслюючи, що технології мають доповнювати, а не замінювати людський потенціал у вирішенні освітніх викликів [50].

Одним із соновних нормативних документів в Україні є Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2021–2031 роки [121]. В даному документі наголошується, що рівень цифровізації освітнього процесу значно відстає від інших галузей, що стримує потенціал модернізації вищої освіти. Документ наголошує на необхідності активного впровадження цифрових технологій у всі аспекти навчання, управління освітніми установами та наукової діяльності. Для

цього передбачається розвиток цифрової інфраструктури, створення сучасних електронних платформ, розширення доступу до відкритих освітніх ресурсів та використання ГШІ для персоналізації освітнього процесу.

Окрім цього, Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2021–2031 роки [121] передбачає підвищення цифрової компетентності викладачів і студентів, що стане ключовим чинником ефективного використання нових технологій. Планується розробка спеціальних навчальних програм і курсів, спрямованих на вдосконалення навичок роботи з цифровими інструментами, а також стимулювання наукових досліджень у сфері освітніх технологій. Важливим аспектом є також забезпечення кібербезпеки та захисту даних, що набуває особливого значення в умовах цифрової трансформації освіти. Тож, реалізація цієї стратегії сприятиме створенню сучасної, гнучкої та конкурентоспроможної системи вищої освіти в Україні.

У 2024 році Міністерство освіти і науки України разом із Міністерством цифрової трансформації України та робочою групою із 30 фахівців – представників Міністерства освіти і науки України, наукового середовища, інститутів підвищення кваліфікації, університетів, шкіл і громадського сектору, розробили проєкт інструктивно-методичних рекомендацій щодо запровадження та використання технологій штучного інтелекту в ЗЗСО [120]. Дані інструктивно-методичні рекомендації спрямовані на відповідальне використання ШІ в загальній середній освіті, дотримання прав людини та етичних стандартів, а також підвищення обізнаності вчителів про можливі ризики. Вони базуються на міжнародних практиках і сприяють критичному та ефективному застосуванню ШІ у викладанні, покращуючи навчальний досвід учнів і розвиток необхідних навичок.

У попередній публікації авторів [118] обґрунтовано роль штучного інтелекту та відкритої науки в освіті. Литвинова С. Г., Водоп'ян Н. І. і Сисоєва О. І. розглядають штучний інтелект у середній освіті, як інноваційний інструмент вчителя для забезпечення індивідуалізованого навчання учнів [47]. Грамотність

зі штучного інтелекту в середній освіті: методологічні підходи та проблеми представлені у публікації [48]. Шишкіна М. П. і Коваленко В. В. у статті [132] описують хід та результати досліджень, проведених в Інституті цифровізації освіти НАПН України, щодо використання штучного інтелекту в середній освіті. Методичні рекомендації [73] розкривають питання використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти.

У публікації [43] розглядається асистент штучного інтелекту для навчання математики. Генеративні інструменти штучного інтелекту та концептуальні знання у розв'язуванні задач з хімії описані у [14]. Автори Foltynek T., Bjelobaba S., Glendinning I., Khan Z. R., Santos R., Pavletic P., Kravjar, J. обґрунтовують рекомендації ENAI щодо етичного використання штучного інтелекту в освіті [17].

З урахуванням визначення методичних засад використання вчителями сервісів ГШІ у навчанні природничо-математичних предметів актуальним залишається подальше теоретичне та експериментальне дослідження цього процесу. Необхідним є уточнення ефективних підходів, удосконалення методичних основ та визначення оптимальних шляхів впровадження ГШІ в освітню діяльність, враховуючи його педагогічний потенціал та інноваційний характер.

Для нашого дослідження важливим є визначення методичних засад використання вчителями сервісів ГШІ у навчанні природничо-математичних предметів. Ґрунтуючись на попередньому дослідженні авторів [73], ми вважаємо, що методичні засади використання вчителями сервісів ГШІ у навчанні природничо-математичних предметів складаються з таких компонентів:

1. *Методи навчання природничо-математичних предметів із використанням ГШІ.* Серед відібраних методів: методи організації і здійснення навчально-пізнавальної діяльності (опис явищ, подій, процесів, роз'яснення причинно-наслідкових зв'язків тощо), методи стимулювання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності (створення проблемних ситуацій, організація

змагань, заохочення тощо), методи контролю і самоконтролю навчально-пізнавальної діяльності (контроль та самоконтроль).

2. *Форми навчання природничо-математичних предметів із використанням ГШІ.* Серед форм навчання виділяємо: індивідуальну траєкторію навчання (організація самостійної роботи, адаптивне тестування, роботи-тьютори тощо) та індивідуально-групову траєкторію навчання (інтерактивне навчання: вікторини, рольові ігри, симуляції, тренінгові заняття тощо).

3. *Засоби навчання.* До засобів навчання відносимо сервіси ГШІ по дисциплінам природничо-математичного циклу, комп'ютери, ноутбуки, смартфони, смарт-дошки, доступ до мережі Інтернет, програмне забезпечення [73].

На рис. 3.1. схематично зображені основні компоненти методичних засад використання вчителями сервісів ГШІ у навчанні природничо-математичних предметів.

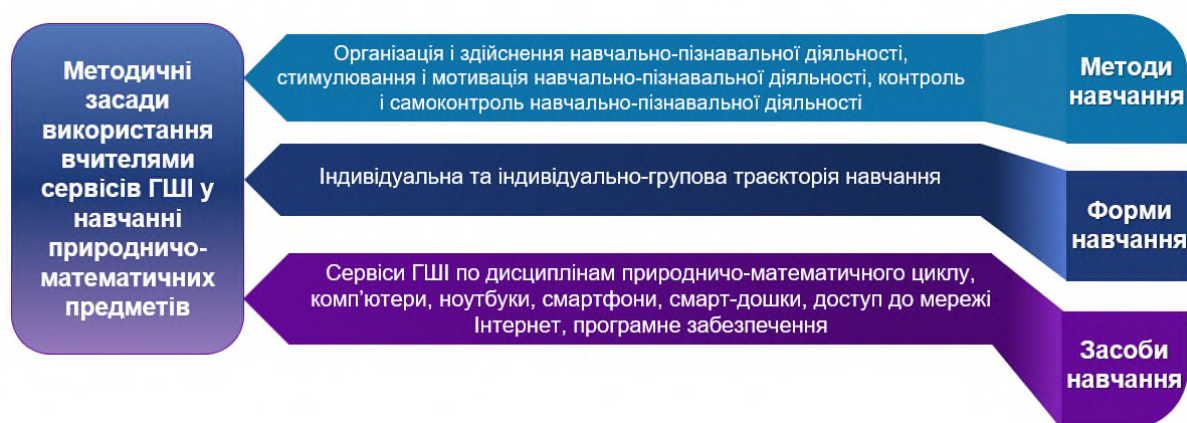


Рис. 3.1. Методичні засади використання вчителями сервісів ГШІ у навчанні природничо-математичних предметів

Джерело: авторське формулювання ґрунтуючись на основі дослідження [73]

У методичних рекомендаціях [73] зазначено, що використання ГШІ в навчанні природничо-математичних дисциплін дозволяє реалізувати принципи персоналізованого навчання. Алгоритми аналізують відповіді учнів і пропонують індивідуальні завдання відповідно до рівня їх підготовки. Це особливо важливо для таких предметів, як математика, фізика, хімія та біологія, де засвоєння матеріалу потребує системного підходу та поступового

ускладнення задач. Також ГШІ може автоматично виявляти прогалини у знаннях і рекомендувати відповідні навчальні ресурси для їх усунення, забезпечуючи гнучке та ефективне навчання.

Крім того автори [73], значну увагу в методичних рекомендаціях приділяють використанню інтерактивних платформ та віртуальних лабораторій, що базуються на ГШІ. Такі технології дають змогу учням самостійно проводити експерименти, моделювати фізичні й хімічні процеси, вивчати структури біологічних організмів у віртуальному просторі. Це сприяє формуванню дослідницьких навичок та розвитку критичного мислення. Водночас автори наголошують на важливості балансу між використанням сервісів ГШІ та традиційними методами навчання, адже роль учителя залишається ключовою у процесі навчання природничо-математичних дисциплін, навіть за умов активного впровадження ГШІ.

На нашу думку стрімкий розвиток технологій ГШІ відкриває нові перспективи для освіти, зокрема в удосконаленні освітніх практик, підвищенні його ефективності освітнього процесу та забезпеченні індивідуального підходу до кожного учня. Водночас інтеграція сервісів ГШІ у навчання ставить перед педагогами ряд важливих питань, що стосуються інклюзивності, академічної доброчесності, ролі вчителя та етичного використання технологій ГШІ тощо.

Тому під час добору та впровадження сервісів ГШІ необхідно враховувати ряд принципових положень:

1. *Інклюзивність та доступність сервісів ГШІ.* Використання сервісів ГШІ має бути спрямоване на створення рівних можливостей для всіх учнів, незалежно від їх фізіологічних особливостей, когнітивних можливостей та потреб. Це зможе передбачити адаптацію цифрових інструментів для учнів з особливими освітніми потребами, що сприятиме забезпеченню інклюзивного освітнього середовища.

2. *Сервіси ГШІ лише як допоміжні інструменти.* Сервіси ГШІ не повинні замінювати традиційні методи навчання, а мають слугувати помічниками для вчителя і учня. Основні знання, уміння та навички мають формуватися через

безпосередню роботу в класі, активну взаємодію з учителем, самостійну діяльність учнів та глибоке занурення в навчальний матеріал.

3. *Етичне використання сервісів ГШІ.* Навчання учнів правилам доброчесності у контексті використання ГШІ є надзвичайно важливим. Вони мають усвідомлювати відповідальність за доброчесне використання цифрових технологій, уникати некоректного застосування ГШІ для допомоги у підготовці домашніх завдань та розуміти можливі обмеження цих технологій. Також, питання конфіденційності даних учнів, запобігання можливим упередженням у відповідях ГШІ та контроль над якістю інформації є важливим. Заклади освіти повинні розробляти політики відповідального використання ГШІ, щоб уникнути ризиків, пов'язаних із надмірною автоматизацією навчання та зниженням ролі критичного мислення.

4. *Роль вчителя в освітньому процесі залишається ключовою.* Незважаючи на підвищений інтерес до використання сервісів ГШІ, вчитель має залишатися ключовою фігурою у освітньому процесі. Його завдання полягає у підтримці, мотивації та супроводі учнів у процесі їх навчання, забезпеченні розвитку критичного мислення та формуванні навичок самостійної роботи [73].

Ми вважаємо, що одним із важливих аспектів використання сервісів ГШІ у освітньому процесі є підготовка педагогів до роботи з ГШІ. Вчителі повинні отримати відповідні знання, уміння та навички для ефективного використання технологій ГШІ у освітньому процесі, зокрема у навчанні природничо-математичних предметів. Це включає здатність адаптувати навчальні матеріали, контролювати використання ГШІ учнями та формувати у них розуміння обмежень та можливостей ГШІ.

Зміни в освітніх програмах також можуть сприяти більш ефективному використанню ГШІ. Розвиток цифрової компетентності, критичного мислення та навичок роботи з даними допоможе учням використовувати технології ГШІ не лише для отримання знань, а й для їх аналізу та творчого застосування. Заклади

освіти мають розглядати ГШІ не як заміну традиційним методам навчання, а як один з цифрових інструментів, що доповнює та збагачує освітній процес.

Також, важливим є залучення учнів до процесу впровадження та використання ГШІ у освітній процес, їх зворотна реакція допоможе розробникам технологій і педагогам вдосконалювати навчальні платформи, враховуючи реальні потреби користувачів. Створення інтерактивних середовищ, де учні можуть експериментувати з сервісами ГШІ, аналізувати їх можливості, сприятиме формуванню активного, самостійного підходу до навчання та ефективному засвоєнню навчального матеріалу.

За результатами проведеного дослідження ми дійшли певних висновків. Використання ГШІ у навчанні природничо-математичних предметів відкриває широкі можливості для персоналізації освітнього процесу, покращення візуалізації матеріалу та підвищення мотивації учнів. Дослідження підтверджують позитивний вплив ГШІ на навчання, особливо у STEM-дисциплінах, проте його впровадження потребує науково обґрунтованих методичних підходів.

Однією з основних проблем є відсутність чітких методичних рекомендацій, що врегульовані на законодавчому рівні, щодо впровадження ГШІ у освітній процес. Недостатня обізнаність педагогів про можливості та обмеження ГШІ ускладнює його ефективне використання. Важливо також враховувати дидактичні принципи та адаптувати ГШІ до рівня підготовки учнів різних вікових груп.

Використання ГШІ у навчанні природничо-математичних предметів має ґрунтуватися на поєднанні традиційних методів навчання та цифрових технологій. Серед важливих аспектів – розробка методів організації навчально-пізнавальної діяльності, інтерактивного навчання та використання адаптивних освітніх платформ.

Інтеграція ГШІ у освітній процес потребує дотримання етичних принципів, зокрема академічної доброчесності, прозорості алгоритмів та захисту

персональних даних учнів. Необхідно забезпечити контроль якості контенту, що генерується ІІІ, та запобігати поширенню упередженої або неточної інформації.

Незважаючи на розвиток технологій, учитель має залишатися центральною фігурою в освітньому процесі. Завдання вчителя полягає у підтримці, мотивації та формуванні критичного мислення учнів. Вчителі мають бути підготовлені до роботи з ІІІ, отримуючи відповідні знання, уміння та навички для ефективного використання цих сервісів.

Впровадження ІІІ потребує підвищення цифрової компетентності педагогів, зокрема щодо використання ІІІ в освітньому процесі, створення навчальних програм та курсів, спрямованих на розвиток навичок роботи з ІІІ. Заклади освіти повинні розглядати сервіси ІІІ не як заміну традиційним методам навчання, а як цифрові інструменти, що доповнюють та розширюють можливості освітнього процесу [103].

3.2. Головні компоненти методики відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку вчителів.

Розроблена методика є цілісною системою організаційно-педагогічних і технологічних рішень, спрямованих на розвиток цифрової компетентності вчителів шляхом інтеграції сучасних сервісів на основі штучного інтелекту у процес професійного розвитку. Методика поєднує змістові, технологічні та оцінювально-результативні компоненти, забезпечуючи цілісний цикл: від ознайомлення педагогів із можливостями використання інструментів ІІІ до формування практичних навичок їх інтегрування в освітній процес та оцінювання рівня сформованості компетентності.

Використання відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту передбачає формування умов, за яких педагог може вільно обирати цифрові інструменти, працювати з відкритими ресурсами, комбінувати сервіси різних платформ та створювати власні освітні напрацювання. Відкрите

середовище забезпечує широкий доступ до ІІІ-ресурсів, гнучкість у побудові навчальних траєкторій та можливість постійного оновлення технологічної бази.

Метою навчання за методикою є підвищення рівня цифрової компетентності педагогічних кадрів та забезпечення їхнього професійного розвитку шляхом цілеспрямованої інтеграції інструментів ІІІ у навчальний процес, підготовку та підвищення кваліфікації вчителів. Реалізація методики спрямована на розвиток уміння:

- використовувати ІІІ для створення навчальних матеріалів (текстових, візуальних, мультимедійних);
- застосовувати аналітичні інструменти ІІІ для оцінювання навчальних досягнень;
- інтегрувати сервіси ІІІ у власну педагогічну діяльність, зокрема у STEM-предмети;
- формувати та реалізовувати індивідуальні траєкторії професійного розвитку.

Зміст методики становлять модулі та змістові лінії, спрямовані на розвиток практичних навичок використання ІІІ в освітній діяльності. Вони охоплюють:

- ознайомлення з сервісами ІІІ різного призначення та їх педагогічним потенціалом;
- формування навичок добору інструментів ІІІ відповідно до навчальних завдань;
- розвиток уміння створювати навчальний контент різних типів за допомогою генеративних моделей;
- інтеграцію ІІІ у навчально-пізнавальну та оцінювальну діяльність учителя;
- застосування сервісів ІІІ в методичному проектуванні та розробленні навчальних сценаріїв.

Зміст методики охоплює також роботу з відкритими хмарними платформами, колекціями інструментів ІІІ, репозитаріями навчальних

матеріалів і прикладних моделей, що дозволяють учителю поступово опановувати сучасні цифрові сервіси через практичну діяльність.

Технологічний компонент містить систему методів, форм і засобів навчання, а також набір спеціалізованих навчальних технологій, що входять до структури методики.

До складу технологічного компонента включено такі навчальні технології:

Технологія добору та адаптації сервісів ШІ

(на базі категоризації, порівняння та функціонального аналізу інструментів, зокрема каталогів Aixplorer та інших відкритих бібліотек ШІ-сервісів).

Технологія використання сервісів генеративного ШІ для створення навчальних матеріалів, у тому числі:

- створення візуального контенту (OpenArt, Leonardo.ai, diffusion-моделі);
- створення мультимедійних та навчальних презентацій (Gamma, Tome, Beautiful.ai);
- генерація текстових, інтерактивних та структурованих матеріалів (ChatGPT, Gemini, Claude).

Технологія інтеграції хмарних і освітніх платформ із сервісами ШІ Google Cloud AI

(використання API, готових моделей і сервісів для розпізнавання, аналізу та генерації даних).

Технологія інтеграції ШІ у STEM-предмети

(розроблення навчальних сценаріїв, конспектів уроків, системи оцінювання, формувального відстеження на основі можливостей ШІ).

Кожна з технологій має власні форми організації навчання, специфічні методи роботи та набір інструментів, але всі вони узгоджені з метою методики та спрямовані на розвиток практичної професійної компетентності педагогів.

У межах методики застосовуються такі групи *методів*:

- Словесні методи: інструктаж, оглядові міні-лекції, аналітичні пояснення;

- Практичні методи: виконання вправ щодо використання сервісів ШІ, створення освітніх ресурсів, проєктна діяльність;

- Дослідницькі методи: самостійний пошук сервісів, моделювання різних варіантів розв'язання педагогічної задачі із використанням ШІ, аналіз результатів;

- Методи візуально-когнітивної підтримки: робота з демоверсіями моделей, шаблонами, візуалізацією результатів генерації.

Форми організації навчання:

- тренінги, майстер-класи, воркшопи;
- модульні онлайн-курси;
- дистанційні та змішані формати роботи;
- групова взаємодія в онлайн-середовищах;
- індивідуальні консультації, супровід і наставництво;
- практикоорієнтовані заняття та створення власних освітніх продуктів.

Методика передбачає використання таких груп *засобів навчання*:

- генеративні моделі та сервіси (ChatGPT, Claude, Gemini);
- сервіси генерації зображень та мультимедіа (Leonardo, OpenArt, diffusion-платформи);
- сервіси автоматизованого створення презентацій (Tome, Gamma, Beautiful.ai);
- сервіси аналізу та оброблення даних (Google Cloud AI, Vertex AI, API AI);
- відкриті каталоги та репозитарії інструментів ШІ (Aixploria, HuggingFace);
- хмарні освітні платформи та середовища спільної роботи.

Оцінювально-результативний компонент методики передбачає:

- визначення рівня розвитку цифрової та педагогічної компетентності педагогів;
- вимірювання мотиваційної складової щодо застосування ШІ;

- аналіз практичних результатів — створених освітніх матеріалів, розроблених сценаріїв, презентацій, інтерактивних продуктів;
- проведення анкетування та самооцінювання;
- експериментальну апробацію методики (2024–2025 н.р.) з виявленням динаміки змін компетентності.

Методика забезпечує системний розвиток професійної компетентності педагогів через поетапну побудову відкритого освітнього середовища з елементами ШІ, у якому: педагог має можливість ознайомитися з різними сервісами ШІ; отримує досвід практичної роботи з генеративними та аналітичними моделями; навчається проєктувати власні навчальні матеріали; інтегрує ШІ у зміст навчання та оцінювання; удосконалює цифрову компетентність відповідно до сучасних вимог.

Методика охоплює сукупність навчальних технологій, що забезпечують гнучку опанувальну траєкторію, орієнтовану на практичні потреби сучасного вчителя та можливість адаптації до різних предметних галузей.

Технологія добору та адаптації сервісів штучного інтелекту.

Технологія добору та адаптації сервісів ШІ спрямована на формування в педагогів уміння орієнтуватися у великій кількості наявних цифрових інструментів, оцінювати їх функціональність, педагогічну доцільність і потенціал інтеграції в освітній процес. Необхідність такої технології зумовлена швидким зростанням кількості сервісів, різноманітністю їх функцій і відсутністю у більшості педагогів навичок систематичного їх порівняння.

Форми організації навчання. У межах технології застосовуються оглядові тренінги, майстер-класи, практикуми з аналізу функцій сервісів, а також групові заняття, спрямовані на колективне обговорення можливостей використання того чи іншого інструмента. Ефективними є заняття у форматі «вибір сервісу під задачу», коли педагогам пропонуються реальні навчальні ситуації та перелік доступних інструментів.

Методи навчання. Застосовуються аналітичні методи, практичні міні-завдання з порівняння сервісів, метод експертних оцінок, робота з таблицями критеріїв. Поширеним є метод «функціонального профілю», коли педагог самостійно визначає відповідність сервісу власним освітнім потребам.

Засоби навчання. Основними засобами є каталоги та репозитарії сервісів, серед яких одним із найбільш відомих є Aixploria — платформа, що надає структуровану класифікацію інструментів ШІ за функціями: генерація текстів, зображень, робота з мультимедіа, аналіз даних, переклад, автоматизація тощо. До засобів належать також інструменти для створення власних каталогів (Google Sheets, Airtable), а також оглядові платформи, такі як Futurepedia або HuggingFace Spaces.

Технологія дозволяє педагогам не лише ознайомитися з можливостями використання сервісів, а й сформувати навички їх усвідомленого добору, що є базою для опанування інших технологій використання ШІ в освітньому середовищі.

Технологія використання сервісів генеративного ШІ для створення навчальних матеріалів.

Технологія використання сервісів генеративного ШІ забезпечує формування в педагогів практичних умінь створювати навчальні матеріали різних типів на основі генеративних моделей. Вона спрямована на оптимізацію підготовки вчителя, підвищення якості навчального контенту та підтримку індивідуалізації навчання.

1) Створення візуального навчального контенту

Цей напрям охоплює роботу з сервісами генерації зображень, такими як OpenArt, Leonardo.ai, Stable Diffusion, Midjourney та інші diffusion-моделі, що дозволяють створювати ілюстрації, інфографіку, дидактичні схеми, навчальні карти, комікси та інші візуальні матеріали.

Форми навчання: практичні заняття, творчі майстерні, VR/AR-лабораторії (за наявності), робота в групах зі створення колекцій зображень.

Методи: пошуково-творчі, проєктні, методи роботи з промтами (prompt engineering), вдосконалення генерацій через ітераційні запити.

Засоби: генеративні моделі, бібліотеки зображень, промпт-колекції, редактори (Canva, Figma).

Технологія створення мультимедійних та навчальних презентацій.

Цей напрям охоплює роботу з інструментами автоматизованої побудови презентацій: Tome, Gamma, Beautiful.ai, які дозволяють швидко створювати структуровані, візуально привабливі матеріали.

Форми навчання: інтерактивні майстер-класи, демонстрації, робота з шаблонами.

Методи: комбінований метод (генерація + редагування), аналітичні методи оцінювання структури презентації, методи візуального моделювання.

Засоби: сервіси автоматизованої генерації презентацій, онлайн-редактори, хмарні сховища.

Технологія генерації текстових та інтерактивних матеріалів.

Цей напрям охоплює роботу з великими мовними моделями (LLM): ChatGPT, Gemini, Claude, які дозволяють створювати конспекти, пояснення, приклади, дидактичні вправи, тести, ситуаційні задачі, сценарії уроків та інструкції.

Форми навчання: лабораторні заняття, індивідуальна робота, змішане навчання.

Методи: текстове проєктування, інструктивно-пошуковий метод, метод аналізу структури тексту, метод перевірки достовірності.

Засоби: LLM-моделі, текстові редактори, інструменти перевірки фактів (Factiverse, Perplexity).

3.3. Технологія добору сервісів штучного інтелекту на базі каталогу

Aixploreria для професійного розвитку вчителів

25 квітня 2024 року співробітники відділу хмаро орієнтованих систем та штучного інтелекту в освіті Інституту цифровізації освіти НАПН України організували та провели майстер-клас «Штучний інтелект – поповнення

скриньки цифрових інструментів сучасного педагога» в якому взяло участь більше ніж 450 учасників. Попереднє опитування зареєстрованих учасників (більше ніж 1000 осіб) показало неабиякий інтерес вчителів до добору та використання сервісів ІІІ. На майстер-класі було продемонстровано основні етапи роботи з каталогом сервісів ІІІ Aixploria [111]. В процесі обговорення було виявлено, що вчителі прагнуть до ширшого опанування сервісів ІІІ для різних видів діяльності та контенту який продукують ці сервіси. Проблема постає в доборі безкоштовних (або умовно безкоштовних, з обмеженим функціоналом у використанні) сервісів.

Aixploria – це ресурс-каталог який містить стислий опис найпопулярніших сервісів ІІІ [19]. Короткий опис основних функцій даного ресурсу було виконано в попередньому дослідженні [116]. Основи роботи пошуку безкоштовних сервісів ІІІ каталогу Aixploria було продемонстровано під час проведення майстер-класу «Штучний інтелект – поповнення скриньки цифрових інструментів сучасного педагога» [111].

Л. О. Тітова в своєму дослідженні [129] виконує добір сервісів на основі штучного інтелекту, при цьому за класифікаційну ознаку було обрано контент який продукують сервіси ІІІ, а саме: візуальний контент.

М. О. Медведєвою було виконано добір сервісів ІІІ для генерації тестів [119]. Тобто, сервіси штучного інтелекту були розглянуті з точки зору контенту який вони продукують.

Модель педагогічного дизайну ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) була застосована для добору сервісів ІІІ на уроках природничо-математичного циклу науковцями О. О. Бабковою та К. В. Стадниченко [70].

В попередньому дослідженні [116] було також виконано добір спеціалізованих сервісів ІІІ, при цьому в доборі, в першу чергу враховувалась специфіка природничо-математичних предметів. Добір сервісів ІІІ, який також

враховує специфіку природничо-математичних предметів було виконано на базі Європейської хмари відкритої науки [132].

Аналіз останніх досліджень показав, що добір сервісів ШІ відбувався за однією з класифікаційних ознак яку визначають для себе науковці. Однак, постає проблема у навчанні вчителів виконання добору сервісів ШІ для їх професійного розвитку.

Структура методики добору сервісів штучного інтелекту на базі каталогу Aixploria для професійного розвитку вчителів досить схожа на структуру методики використання того чи іншого засобу/сервісу, а саме: цільовий компонент, змістовий, технологічний та результативний. Відмінність полягає лише в тому, що методика добору використовується як правило перед застосуванням методики використання. Ключовими компонентами в методиці добору виступають цільовий та технологічний компоненти.

Цільовий компонент методики. Мета добору сервісів штучного інтелекту на базі каталогу Aixploria полягає у забезпеченні професійного розвитку вчителів закладів загальної середньої освіти, розширенні доступу до безкоштовних (або умовно безкоштовних) сервісів ШІ. Цільовою групою є вчителі закладів загальної середньої освіти.

Цільовий компонент містить власне мету добору, а саме визначає за якою ключовою характеристикою відбуватиметься добір. Тобто, перш за все слід визначитись за якою класифікаційною ознакою буде відбуватись добір сервісів ШІ, що власне і буде ключовою характеристикою добору. Для цього вчителів слід визначитись для яких видів діяльності буде застосовуватись той чи інший сервіс штучного інтелекту (рис. 3.2): для учнів, для особистого використання вчителем чи для батьків (можливі варіанти використання одночасного використання, наприклад – вчителем та учнем). Також слід врахувати чи потрібне використання спеціалізованих сервісів ШІ (що орієнтується на специфіку предмету який викладає вчитель)? Чи все ж вчитель буде

орієнтуватись на контент який продукує сервіс (файли якого формату може створювати/обробляти)?



Рис. 3.2. Ключові характеристики добору сервісів штучного інтелекту

Жоден добір сервісів ШІ не можливо виконати без чітко встановлених критеріїв добору. Тому, після визначення ключових характеристик треба чітко встановити критерії добору. Це може бути: безоплатність, технічні характеристики (можливість завантажувати/вивантажувати файли), спроможність працювати з файлами декількох форматів, локалізація і т.д.

Змістовий компонент: Значущість класифікацій сервісів ШІ для професійного розвитку вчителів. Каталог Aixprologia та його сервіси ШІ.

При цьому, вчителів не обов'язково використовувати вже існуючі класифікації сервісів ШІ запропонованих науковцями. Вчитель може самостійно класифікувати сервіси ШІ виходячи з освітніх потреб чи з власного досвіду використання подібних сервісів. Для цього першочергово слід встановити мету добору та з'ясувати які саме дії може допомогти спростити той чи інший сервіс. Тому, ключову роль відіграє класифікаційна ознака за якою власне і відбувається

класифікація. Дана ознака має на меті розподілити чітко всі відомі сервіси ІІІ на класи так, щоб один сервіс чітко потрапляв до одного класу і при цьому не залишались «позакласових» сервісів. Використання тієї чи іншої класифікації дає можливість вчителю одержати відповіді на низку питань:

1. Хто буде використовувати сервіс ІІІ?
2. Сервіс ІІІ буде використано в навчальному процесі?
3. Автоматизацію яких дій можна полегшити за допомогою даного ІІІ?
4. В рамках яких навчальних предметів можна застосувати сервіс ІІІ?
5. Як дотриматись етичних норм при використанні даного сервісу?
6. Які альтернативні шляхи використання сервісу ІІІ в діяльності вчителя?
7. Як творчо можна використати сервіс ІІІ, що за своїм інструментарієм не призначений для освітнього процесу?
8. Чи може даний сервіс ІІІ допомогти/зашкодити учням під час виконання завдань?
9. Як унеможливити застосування того чи іншого сервісу ІІІ для використання учнями без дотримання етичних норм?
10. Як з'ясувати чи використовували учні даний сервіс для списування чи автоматизації розв'язків завдань?

Технологічний компонент. Методи добору: систематичне/випадкове спостереження, індивідуальна та групові бесіди з учнями (для визначення інтересів, зацікавленості та залучення до тієї чи іншої теми), анкетування (письмове та усне) учнів та батьків, тестування рівня знань, аналіз письмових робіт та домашніх завдань, виявлення міжособистісних відносин, аналіз потреб (опитування учнів та батьків, виявлення технічних можливостей обох груп, порівняння навчальних програм).

Форми добору: пошук сервісів (за каталогом Aixploria), оцінка сервісів згідно попередньо встановлених критеріїв (безкоштовність, локалізація, безпека, інтуїтивність та ін. в залежності від встановлених потреб), пошук інформації про сервіси (використання професійних спільнот, участь у професійних заходах за

відповідною тематикою, рекомендації колег, відгуки користувачів, опис сервісів з офіційних джерел).

Засоби добору: рядок пошуку, категорії, інструментарій та фільтри каталогу Aixploria.

Вимоги до апаратного забезпечення пристрою користувача: наявність комп'ютера/ноутбука/нетбука/планшета/смартфону. Обов'язкова умова: під'єднання до мережі Інтернет (дротове, мобільне або через Wi-Fi).

Результативний компонент: забезпечення професійного розвитку вчителів закладів загальної середньої освіти для підтримування навчання, підвищення рівня організації навчального процесу, підвищення рівня цифрової компетентності вчителів.

Для прикладу розглянемо декілька шляхів добру сервісів ШІ за каталогом Aixploria (<https://www.aixploria.com/en/>). Спочатку доберемо безкоштовні сервіси без врахування особливостей навчальних предметів. Для того, щоб відсортувати всі наявні безкоштовні сервіси достатньо натиснути на кнопку «Free AI», що розташована на головній сторінці каталогу (рис. 3.3).

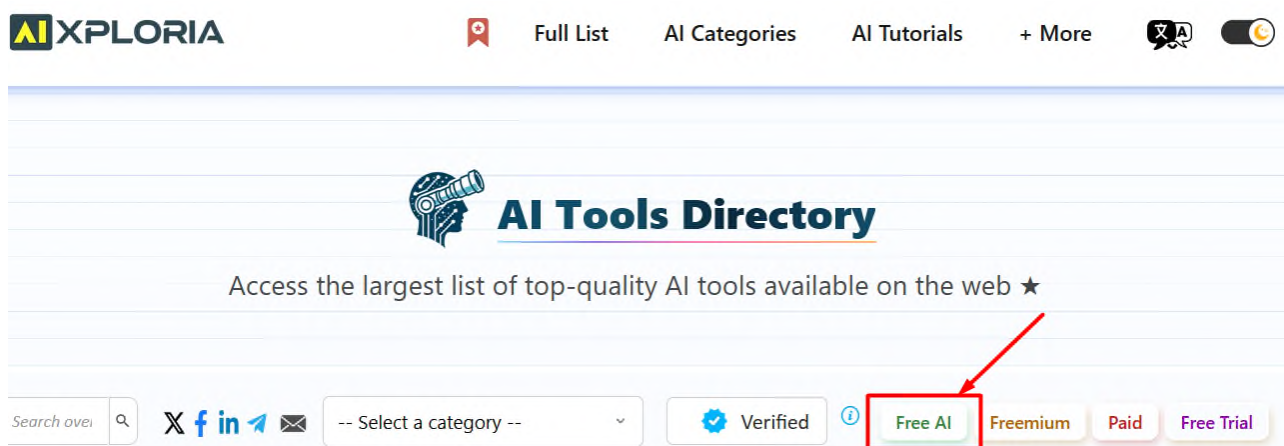


Рис. 3.3. Головна сторінка каталогу Aixploria: добір безкоштовних сервісів ШІ

Кнопка «Freemium» (знаходиться праворуч від кнопки «Free AI», що показана на рис. 2) допоможе виконати сортування за умовно безкоштовними сервісами (тобто певний функціонал та інструментарій сервісу ШІ буде безкоштовним, але додаткові, розширені функції – платними). При цьому добір

не включає можливості сортувати безкоштовні або умовно безкоштовні сервіси за категоріями (або добираємо за категоріями, або тільки за критерієм «безкоштовні/умовно безкоштовні»).

Для того, щоб виконати добір за наявними категоріями каталогу достатньо обрати вкладку «AI categories» або обрати одну з наявних категорій з випадаючого списку (рис. 3.3).

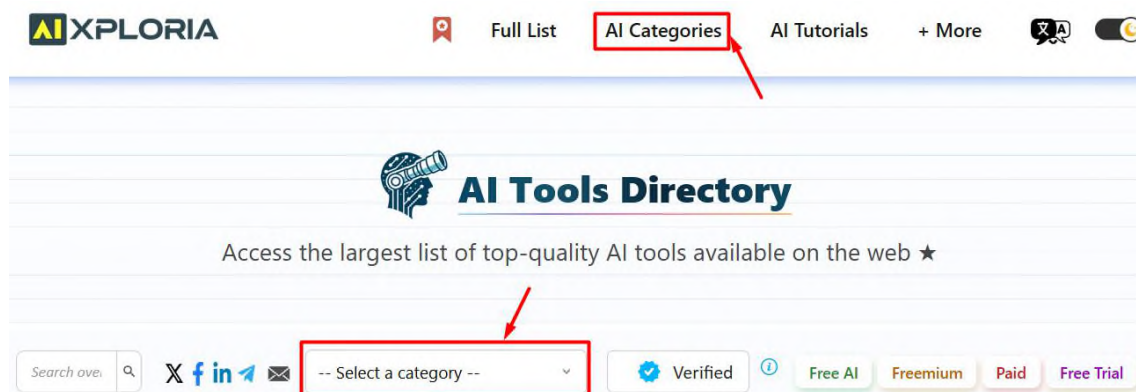


Рис. 3.3. Головна сторінка каталогу Aixploria: добір за категоріями сервісів III

Основні категорії представлені в каталозі Aixploria (при переході на відповідну вкладку, випадаючий список містить дещо скорочений перелік категорій):

- AI Productivity Tools (IconE-mail, IconEducation / Studies, IconExtensions ChatGPT, IconFiles & Spreadsheets, IconMemory, IconSearch engine, IconPresentation, IconProductivity, IconTranslation);

- AI Assistants (IconLegal Assistants, IconLife Assistants, IconAI Chat & Assistant, IconChatBots);

- AI Video Tools (IconVideo Edition, IconVideo Generators, IconText-to-video); AI Text Generators (IconStorytelling Generator, IconText Generators, IconPrompts & Aids, IconWriting & Web SEO, IconSummarizer);

- AI Art Generators (IconArt, IconAvatars, IconLogo creation, IconImage editing, IconImage Generators, Icon3D model);

- Automation Tools (IconAI Agents, IconAutomation);

- AI Audio & Music (IconVoice Cloning, IconAudio Editing, IconText To Speech, IconMusic, IconTranscriber);
- AI Business Tools (IconBusiness, IconE-commerce, IconFinance, IconMarketing, IconSocial Networks, IconHuman Resources, IconCustomer Support, IconSales & Conversion);
- AI Data & Research (IconData & Analytics, IconAI detection, IconResearch & Science);
- AI Industry Tools (IconReal Estate / Architect, IconRobots and Devices, IconHealthcare, IconAssistive technology (AT));
- AI Selections (IconFuture Tools, IconSuperTools, IconAI Useful, IconLatest AI, IconAixploria Selection);
- Extras (GPTs List, Hubspot AI Tools, Top 100 AI, Best AI Discord Servers).

Слід зазначити, що обравши одну із запропонованих категорій треба звертати увагу на плашку, яка наявна у описі до кожного сервісу III (рис. 3.4). Таким способом можна «вручну» виконати добір безкоштовних сервісів у обраній категорії.

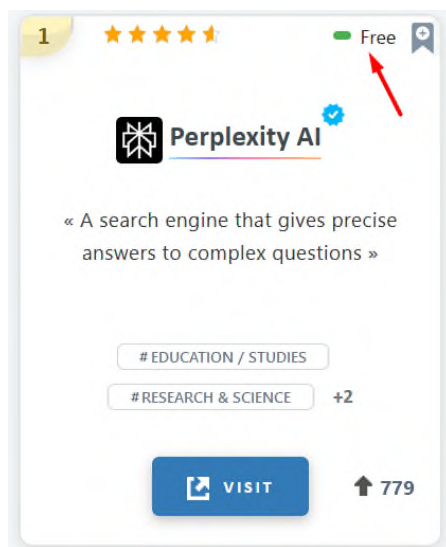


Рис. 3.4. Зразок опису сервісу III каталогу Aixploria

Опис кожного сервісу III каталогу Aixploria містить: рейтинг, відомості про те чи є даний сервіс безкоштовним/платним (рис. 4), назву, хештеги. Каталог

Aixploria за своєю структурою схожий на бібліотечну картотеку в якій розміщено основну інформацію про більше ніж 5000 сервісів ШІ.

Добір виконаний згідно запропонованої методики можна зберегти у вигляді таблиці, списку чи якості закладок в користувацькому браузері. При цьому корисним буде фіксувати не лише назву сервісу ШІ, але й ключову характеристику добору.

Методика добору сервісів штучного інтелекту на базі каталогу Aixploria для професійного розвитку вчителів має класичну структуру методики використання в педагогіці, однак ключову роль відіграють цільовий та технологічний компоненти. Для розробки методики добору за базу було взято каталог Aixploria, оскільки він містить більше ніж 5000 сервісів ШІ та короткий опис їх основних функцій, що значно спрощує сам процес добору. Методику можна вважати універсальною, якщо не фокусуватись на інструментарії Aixploria, а обирати довільні сервіси ШІ про які вчителі дізнались з інших джерел. Однак, подібний добір вимагає серйознішої підготовки та тривалішого часу: пошук достовірної інформації про той чи інший сервіс, тестування його роботи, вивчення умов використання (безкоштовний/умовно безкоштовний/платний) [114].

3.4. Технологія використання сервісу штучного інтелекту OpenArt для професійного розвитку вчителів

Організація навчального процесу в Україні, через війну, є досить гострою проблемою яка розглядається більшістю українських науковців. Хоча в областях, ще не є прифронтовими в школах намагаються хоча б частково забезпечити офлайн навчання, однак переважна більшість шкіл України зосередженні на дистанційному чи змішаному навчанні (уроки проводять в синхронному чи асинхронному режимі) [96]. Тому для підготовки та проведення уроків досить популярними є навчальні презентації, що містять скорочений конспект уроку та містять ключові моменти обов'язкові для опрацювання учнями. Відтак, вчителі стикаються з проблемою самотійного створення

зображень, щоб вдало доповнити навчальний матеріал поданий у підручнику. Використання вже готових зображень не завжди призводить до бажаних результатів: пошук потрібної схеми, ілюстрації займає багато часу. Створення авторського зображення є кропіткою роботою та займає ще більше зусиль та часу на підготовку до уроку. Вирішенням даної проблеми може бути використання сервісів ШІ для генерації зображень, зокрема безкоштовних сервісів.

Концепція розвитку штучного інтелекту в Україні була схвалена Кабінетом Міністрів України ще в 2020 році [123]. З того часу не одне дослідження вчених було спрямоване на використання ШІ в освітньому процесі. Проблема використання ШІ в освіті досліджена О. С. Дущенко [99]. Сервіс OpenArt запропоновано для використання в освітньому процесі на ряду з іншими технологіями ШІ [99]: Grammarly, CENTURY, GodeRabbit, IntelliMetric та API DeepL. Сервіс ШІ OpenArt вважається, згідно дослідження [67], корисним для процесу навчання дизайну, особливо для того, щоб допомогти студентам реалізувати свої оригінальні ідеї, щоб працювати лише над питаннями технічної візуалізації. О. В. Єфремова в дослідженні [100] побіжно пояснює, що OpenArt – це сервіс який генерує зображення. Проблема використання вчителями початкової школи сервісів штучного інтелекту досліджена групою науковців [122] (зокрема в дослідженні наявні приклади сервісів для створення зображень). Проблема ідентифікації зображень, що згенеровані сервісами ШІ досліджувалась О. Д. Долганенком, М. С. Широкопетлевою, В. І. Штанько та В. М. Репіховим [98].

Після проведеного аналізу останніх досліджень і публікацій можна стверджувати, що сервіс OpenArt розглядається лише оглядово. Переважна більшість публікацій за темою сервісів ШІ для генерації зображень присвячена питанням їх використання в образотворчому мистецтві чи дизайні. Було визначено що існують брак методик використання окремих сервісів ШІ (зокрема і OpenArt) для професійного розвитку вчителів.

Методика призначена для використання викладачами ІППО, тьюторами, спікерами та тренерами для проведення курсів підвищення кваліфікації вчителів закладів загальної середньої освіти. Реалізація даної методики можлива в рамках окремого мінікурсу підвищення кваліфікації вчителів, так і у вигляді модуля у складі іншого курсу підвищення кваліфікації. Ще одним шляхом впровадження методики є викладання окремої теми на курсах підвищення кваліфікації вчителів (що є не бажаним варіантом, оскільки обмеженість в часі вивчення сервісу OpenArt не дасть можливості слухачам курсів ознайомитись детально з усім наявним інструментарієм).

Цільовий компонент. Мета використання полягає у розширенні доступу до безкоштовних сервісів ІІІ, забезпеченні професійного розвитку вчителів закладів загальної середньої освіти, підвищенні рівня цифрової компетентності. Цільовою групою є вчителі закладів загальної середньої освіти.

Змістовий компонент: Концепція розвитку штучного інтелекту в Україні [123] та її значущість для вчителя закладів загальної середньої освіти. Сервіс ІІІ OpenArt та його інструментарій.

Практичні вміння: уміння працювати з сервісами ІІІ; уміння формулювати запити для сервісів ІІІ; уміння ознайомлюватись з інструментарієм сервісів без локалізації; уміння використовувати додаткові плагіни для автоматичного перекладу вебсторінок або уміння читати та перекладати назви інструментарію сервісів ІІІ.

Технологічний компонент. Методи навчання: демонстрація в режимі реального часу (викладач демонструє власний екран покроково пояснюючи послідовність кроків виконання завдань), демонстрація відео (для роботи в асинхронному режимі викладачу бажано попередньо записати відео інструкцію та завантажити її на платформу для організації та проведення дистанційних курсів), пояснення (є одним з основних методів даної методики, адже використовується і під час демонстрації в режимі реального часу, і для попередньо створеного відео, і в інструктивних матеріалах), інструктаж,

пояснювально-ілюстративний (один з можливих варіантів: створити інструктивні матеріали з наявними ілюстраціями та скріншотами готових прикладів використання інструментарію сервісу OpenArt при цьому акцентуючи увагу слухачів на найсуттєвіших моментах та типових помилках), репродуктивний (слухачі мають відтворити запропоновані та продемонстровані викладачем приклади готових запитів для генерації зображень чи виставити налаштування для зображень які будуть продемонстровані викладачем), частково-пошуковий (сформулювати завдання для слухачів курсів підвищення кваліфікації які б частково повторювали кроки показані під час демонстрації, а частково створювали проблему, яку треба виконати самостійно). Форми навчання: лекції, самостійні, комп'ютерний практикум, навчальні й тренінгові заняття, семінари-практикуми, вебінари, пояснення, дистанційні курси. Засоби навчання: інструментарій OpenArt та платформа (або система) для організації й проведення дистанційних курсів (наприклад, Moodle або Google Classroom). Вимоги до апаратно програмного забезпечення: наявність у користувача персонального пристрою (комп'ютер, ноутбук, планшет чи смартфон). Обов'язкова умова: підключення до мережі Інтернет (дротове, мобільне або через Wi-Fi).

Контроль і оцінювання мають здійснюватись протягом всього проведення курсу підвищення кваліфікації. Обов'язкова умова наявності підсумкового оцінювання слухачів курсів.

Результативний компонент: розширення доступу до безкоштовних сервісів ІІІ для підтримування навчання, підвищення рівня організації навчального процесу, зокрема його урізноманітнення, підвищення рівня цифрової компетентності, економія часу вчителя в процесі підготовки до уроку.

OpenArt – це безкоштовний сервіс ІІІ для генерації зображень. OpenArt має досить різноманітний інструментарій для наступних дій: створення зображення, перенесення персонажу (фігури, людини) з одного зображення на інше (бета версія), редагування зображення, масове створення зображень, створення

власної моделі зображення, стилізація зображення та додатки (фільтри). Окремий інструментарій доступний лише за платною підпискою.

Для того щоб розпочати роботу OpenArt достатньо увійти до акаунту використовуючи дані одного з облікових записів: Discord, Google, Twitter чи електронної пошти. Безкоштовне використання сервісу обмежує використання згенерованих зображень протягом 7 днів. Після цього згенеровані зображення будуть видалені. Однак, наявні функція завантаження зображень на власний пристрій. Тобто файлове сховище обмежене в часі.

Для того, щоб сформулювати коректний запит треба вивчити наявний інструментарій сервісу та виконати декілька запитів (щоб ознайомитись з принципами роботи). Запити в OpenArt можна формулювати не лише англійською мовою, але й українською (під час генерації зображення запит автоматично буде перекладено на англійську, див. рис. 3.5).

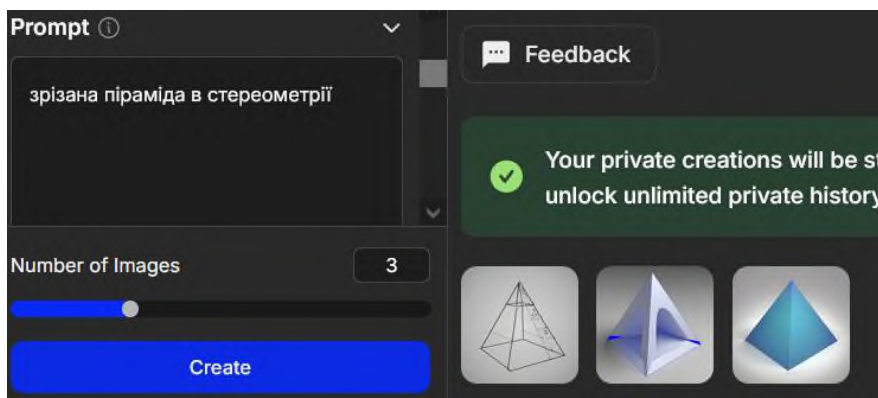


Рис. 3.5. Запит в OpenArt для генерації зображення подано українською мовою

Однак, якщо формулювати запит з урахуванням специфічної термінології окремого предмету чи графіки, схеми які повинні містити підписи, то зображення не будуть відповідати дійсності. Сервіс OpenArt на зображеннях текст генерує не правильно, окремі символи взагалі неможливо прочитати. Це треба враховувати для підготовки до уроків з предметів зі специфічною термінологією.

Окремим пунктом під час проведення навчання для вчителів слід розглянути налаштування які можна змінювати до того як буде згенероване зображення за запитом (рис. 3.6).

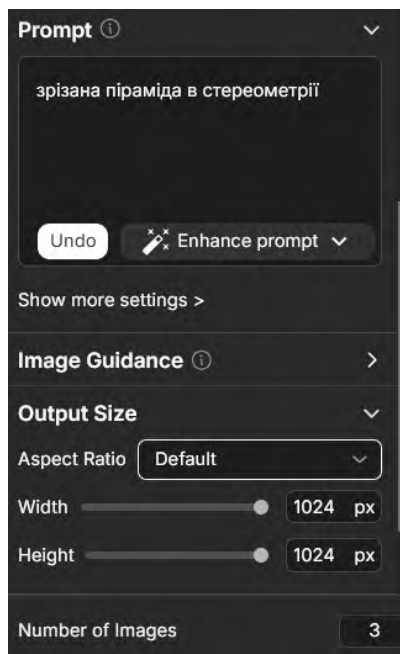


Рис. 3.6. Основні налаштування для генерації зображень в OpenArt

До основних налаштувань інструментарію відносять (рис. 2):

- Prompt (власне опис для майбутнього зображення, що подають як фразу чи речення, або як перелік ключових слів для яких суттєвий порядок слідування);
- Aspect Ratio (розмір зображення: квадратне, альбомна чи книжна орієнтація і т.д.);
- Width та Height (ширину та довжину подають в пікселях);
- Number of Images (кількість зображень: за один раз можливо згенерувати декілька варіантів зображень та вибрати які будуть підходити якнайкраще).

Після виставлення основних налаштувань достатньо натиснути синю кнопку «Create».

Розроблена методика використання сервісу штучного інтелекту OpenArt для професійного розвитку вчителів відповідає таким принципам: науковості (змістовий компонент узгоджений з останніми науковими досягненнями); системності (прослідковується логічна послідовність її основних компонентів);

наочності (серед запропонованих методів навчання основний акцент зосереджено на візуалізації); доступності (запропоновані такі методи навчання, щоб матеріал був доступний для розуміння слухачів в будь-якій формі). В запропонованій методиці не враховано специфіку предметів які викладають вчителі, а також тип закладу загальної середньої освіти, тому в цьому розумінні можна стверджувати, що методика є універсальною. Методика використання сервісу штучного інтелекту OpenArt для професійного розвитку вчителів може бути впроваджена наступним чином: як окремий мінікурс, як модуль в курсі підвищення кваліфікації чи як окрема тема на курсах підвищення кваліфікації вчителів [113].

3.5. Технологія використання сервісів штучного інтелекту для генерації зображень для професійного розвитку вчителів.

Використання штучного інтелекту в освіті є досить актуальною тематикою для досліджень науковців України та інших країн. Питання доцільності використання сервісів ШІ чи заборони в освітньому процесі вже практично не обговорюються. Натомість, все більше запитів від освітян постає з приводу відсутності методик, методичних рекомендацій з використання ШІ. Окремою проблемою можна розглянути добір безкоштовних сервісів ШІ, оскільки більшість є платними або умовно безкоштовними. 25 квітня 2024 року під час майстер-класу «Штучний інтелект – поповнення скриньки цифрових інструментів сучасного педагога», в рамках обговорення між учасниками (450 педагогів) було встановлено, що більшість з них вже використовує сервіси ШІ. Однак серед побажань до проведення наступних заходів було висунуто пропозиції щодо ширшого ознайомлення з сервісами ШІ для генерації зображень, презентацій, роботою з відео та аудіо файлами. Про дану зацікавленість свідчать і результати опитувань, що проводились в рамках заходів проведених Інститутом цифровізації освіти НАПН України.

Підходи до використання ШІ в навчанні були досліджені групою науковців І. М. Візнюк, Н. М. Буглай, Л. В. Куцак, А. С. Поліщук та В. В. Киливник [75]: гіперперсоналізований навчальний процес, голосові помічники для покращення сприйняття інформації, допомога педагогам. В роботі [75] також розкрито аспекти використання в освіті ШІ. Дослідження [70] спрямоване на застосування сервісів ШІ в межах уроків інформатичної та природничої галузей згідно моделі педагогічного дизайну ADDIE. Г. В. Скрипка [126] досліджувала удосконалення програм підвищення кваліфікації вчителів в аспекті штучного інтелекту. Проблема добору сервісів ШІ для створення навчального візуального контенту досліджувалась Л. О. Тітовою [129]. Дослідження охоплює сервіси ШІ які генерують презентації, відео та зображення. О. В. Єфремова вивчала проблему використання сервісу штучного інтелекту RunwayML для візуалізації даних [100], зокрема анімацій та 3D-відео. Проблемам пов'язаним з ідентифікацією зображень згенерованими сервісами ШІ присвячене дослідження [98].

Як показав проведений аналіз наукових досліджень, більшість науковців намагаються описувати або один конкретний сервіс ШІ, або виконують добір сервісів за певними критеріями. Однак, методик для використання сервісів ШІ для професійного розвитку вчителів існує недостатньо.

Перш за все слід зазначити, що методика є універсальною, не спрямованою на використання конкретного сервісу ШІ. Тому, конкретний інструментарій того чи іншого сервісу ШІ, що віднесено до даної категорії (генерація зображень) не враховувався. Цільова група включала вчителів закладів загальної середньої освіти без врахування предмету чи розподілу (наприклад, вчителі початкових класів).

Метою запропонованої методики постає підвищення рівня і професійного розвитку вчителів за рахунок використання сервісів штучного інтелекту для генерації зображень, підвищення рівня цифрової компетентності.

Як саме може знадобитись сервіс ШІ, що генерує зображення для професійного розвитку вчителя? Це можуть бути два основні шляхи використання:

– зображення, що використовуються для виховних заходів, професійної орієнтації та спортивних заходів (генерація емблем, ілюстрації для тематичних виховних заходів, стенди, плакати);

– зображення, що можна використати на уроці в якості дидактичного матеріалу.

До того ж, друга категорія більш широка і для її розкриття потрібно конкретизувати якомога більше варіантів використання. Отже, якщо покроково розглянути структуру уроку, то можна запропонувати наступні способи використання згенерованих зображень:

– корекція попередніх знань учнів (демонстрація зображень/схем з помилками та без них);

– для мотивації вивчення теми (зображення з практичним використанням понять та теми що вивчається);

– для сприйняття нового матеріалу (формування нових понять, законів, формул відбувається краще, якщо продемонструвати декілька правильних прикладів, що ілюструють нове поняття з різних позицій; при цьому бажано показати типові помилки в розумінні того чи іншого закону, формули, графіку, схеми);

– для ілюстрації зв'язків вивчення нової теми в межах одного модуля (в підручниках не завжди наявні подібні ілюстрації зв'язків, тому розуміння учнями цілісності розділу, що вивчається залишається недостатнім);

– для ілюстрації підсумків уроку можна схематично показати основні моменти нового матеріалу, узагальнити нові поняття, закони, формули, підкреслити саме основне (подібні узагальнення краще сприймаються і запам'ятовуються);

– домашнє завдання можна задати за допомогою зображень, таким чином мінімізувати шанс списування, завдання буде унікальним та доповнить задачний матеріал, що подано в підручнику (значно спрощує роботу вчителя та вирішує проблему довгих побудов завдань в графічних редакторах чи на папері).

Отже, аналізуючи запропоновані способи використання згенерованих зображень можна зауважити, що найдоцільніше використовувати їх разом з наступними методами навчання: пояснення, демонстрація, практична робота, проєктна діяльність, ілюстрування, проблемний, квести, розвиток навичок аналізу.

Що стосується форм навчання, то це будуть: урок, семінар, практикум, самостійна робота.

До засобів навчання віднесемо (основні для даної методики): пристрої на яких можна відтворити згенероване зображення, сервіси ІІІ, а також традиційні: підручники зошити, дошка, наочні посібники.

Чому вчителів слід звернути увагу в першу чергу на генерацію нових зображень, а не на наявні в мережі Інтернет зображення та ілюстрації? Перш за все, кожне таке зображення має супроводжуватись посиланням на першоджерело (що не завжди вдається зробити), щоб уникнути порушення авторських прав. Привчаючи учнів до дотримання правил доброчесності вчитель сам має їх дотримуватись показуючи це на власному прикладі. Але, при розробці дидактичних матеріалів слід обов'язково вказувати за допомогою якого сервісу чи ресурсу ІІІ було згенеровано зображення. Іноді, доцільним буде вказати посилання на використаний сервіс ІІІ, оформивши його як відповідне джерело (в наукових публікаціях до списку використаних джерел нерідко включають посилання на сервіси чи ресурси зі ІІІ). Якщо ж розглянути ілюстрації, що наведені в підручнику, то для проведення уроків в синхронному та асинхронному режимах їх явно недостатньо. Власноруч будувати схеми, зображення, ілюстрації – справа досить кропітка та забирає зайвий час. Тобто, використання сервісів ІІІ має оптимізувати особистий час вчителя, скоротити виконання рутинної роботи та пошук ілюстрацій за допомогою пошукових систем.

Але для правильного використання сервісів ІІІ для генерації зображень слід ознайомитись з базовими принципами їх роботи. В проведеному дослідженні були розглянуті переважно безкоштовні (або умовно безкоштовні) сервіси ІІІ. Для того, щоб згенерувати нове зображення треба задати ключові слова, або описово

сформулювати запит у спеціальному полі для введення. Окремі сервіси ШІ мають інструментарій для задання кількості згенерованих зображень, їх роздільної здатності, довжини чи ширини. Якщо Ви задаєте запит за допомогою переліку ключових слів (що має бути показано на зображенні), то слід звертати увагу на їх порядок. В окремих сервісах ШІ порядок ключових слів має значення і тому, навіть переставляючи їх місцями одержимо принципово різні зображення. Так, слова, що мають більшу вагомість краще розташовувати на першому місці.

В процесі дослідження було виконано добір та огляд наступних безкоштовних сервісів ШІ для генерації зображень: OpenArt (<https://openart.ai/>), Gemini (<https://gemini.google.com>), Stable Diffusion 3.5 (<https://stablediffusionweb.com/>), AutoDraw (<https://www.autodraw.com/>), Ideogram 2.0 (<https://ideogram.ai>), FLUX.1 (<https://blackforestlabs.ai/>), DALL·E 3 (<https://openai.com/index/dall-e-3/>), Krea.ai (<https://www.krea.ai/>), Bing Image Creator (<https://www.bing.com/images/create>).

Так, послідовність кроків використання сервісів ШІ для генерації зображень є наступною:

1. Обрати необхідні сервіси ШІ (використовуючи власні критерії добору, наприклад: безкоштовність, локалізація, захист даних, зручність інтерфейсу; інформацію про безкоштовні сервіси ШІ можна знайти в наукових публікаціях останніх років, відвідуючи заходи за даною тематикою та за рекомендацією колег чи в методичних спільнотах вчителів).

2. Навчитись використовувати інструментарій обраного сервісу ШІ (переглянути наявні інструкції на офіційному сайті, навчальні відео).

3. Встановити для яких потреб та для яких цілей потрібно згенерувати зображення (для цього достатньо обрати тип уроку чи виховний захід, детально продумати структуру).

4. Спланувати на яких етапах уроку/виховних чи позакласних заходах краще використати дані зображення (важливо не перевантажувати навчальний матеріал ілюстраціями, використовувати їх дозовано та продумувати де буде доречнішим подати матеріал в іншому форматі: текстовому, аудіо чи відео).

5. Проаналізувати який був ефект від використання згенерованих зображень (для цього можна використати поточну успішність, перевірку виконаних самостійних чи домашніх робіт, типові помилки, самооцінювання учнів один одним).

6. Зробити висновки про недоцільність окремих зображень/ілюстрацій. Якщо є така потреба замінити їх більш вдалим (не завжди, з першого разу можна отримати добірку зображень які будуть влучно доповнювати новий матеріал).

Описана методика використання сервісів штучного інтелекту для генерації зображень для професійного розвитку вчителів є універсальною та не залежить від вибору конкретного сервісу ШІ чи навчального предмету (навчальних предметів) які читає вчитель. Методика представлена описово, без чітко прописаних складників, однак які прослідковуються і є традиційними. Було визначено два основні шляхи використання сервісів ШІ даної категорії: для виховних та позакласних заходів; в рамках проведення уроку. Запропоновані способи використання згенерованих зображень можна застосувати практично на будь-якому етапі уроку (якщо розглянути узагальнену структуру не враховуючи його окремі типи). Послідовність кроків використання сервісу ШІ для генерації зображень вчителем являє собою певний алгоритм дій, що допоможе у створенні нових дидактичних матеріалів [112].

3.6. Технологія використання сервісів штучного інтелекту для генерації презентацій для професійного розвитку вчителів

Через повномасштабне вторгнення росії в 2022 році, в школах України переважає змішане навчання або дистанційне. І хоча, в 2025 році школи, що знаходяться подалі від лінії фронту намагаються організувати хоча б частково офлайн заняття, однак, через постійні тривоги вчителі навчальний матеріал дублюють на онлайн платформах. Такий матеріал може бути поданий текстово, у вигляді презентації, відео чи з використанням авторських дидактичних матеріалів. Вчителі які готують власні презентації зауважують, що дуже багато часу витрачається на підготовку презентацій, оскільки ті, що наявні в мережі

Інтернет все одно вимагають доопрацювань, не завжди враховують специфіку теми чи рівня знань учнів. Сервіси ШІ, що генерують презентації, їх використання, призведе до заощадження часу вчителя, спрощення рутинної роботи до підготовки теми уроку.

В попередньому дослідженні було визначено переваги використання ШІ в освіті та, зокрема, зроблено акцент на зображеннях згенерованих ШІ [118]. Л. О. Тітова [129] дослідила інструментарій сервісів ШІ для генерації презентацій (на прикладі Wepik, Gamma та Sendsteps).

С. В. Толочко та А. В. Годунова аналізують використання сервісів ШІ [130] в рамках дослідницької та наукової діяльності. Серед набору сервісів, що вони пропонують, наявні й для генерації презентацій: Wonderslide, Gamma, Tome, Piggy, SlidesAI та SlidesGPT.

До електронного навчального курсу «Штучний інтелект у діяльності педагога професійної освіти» за авторством Д. Ю. Головки [78] включено короткий огляд створення презентацій з використанням сервісів ШІ.

Проблема професійного розвитку вчителів з використанням ШІ досліджена І. П. Воротніковою [76], однак в якості цільової групи постають не всі вчителі, а лише математичної та природничої галузей. С. Г. Литвинова в своєму дослідженні [110] визначає хмаро орієнтовані засоби і сервіси для професійного розвитку вчителів ліцеїв. Професійний розвиток педагогічних кадрів з використанням технологій ШІ розглянуто М. П. Шишкіною та Ю. Г. Носенко [133].

Аналіз досліджень та публікацій підтверджує необхідність розробки методичних засад використання сервісів ШІ для генерації презентацій для професійного розвитку вчителів, оскільки наявні дослідження лише частково описують інструментарій окремих сервісів ШІ для генерації презентацій. Сервіси даної категорії розглянуті стисло та в контексті використання ШІ загалом.

Презентації є одним із засобів навчання під час синхронного чи асинхронного режиму навчання. Вони дуже вдало доповнюють навчальний

матеріал, що поданий в підручнику; можуть виступати в ролі своєрідного конспекту уроку для учнів зосереджуючи увагу на основних моментах та підкреслюючи найголовніше на що слід звернути увагу в першу чергу вивчаючи дану тему. Якщо вчителів готувати презентацію самостійно, то на це потрібно досить багато часу, адже це потребує пошук додаткових прикладів, завдань, що доповнили б матеріал підручника. Скористатись вже готовими презентаціями, що наявні в мережі Інтернет не завжди є гарною ідеєю, адже слід звертати увагу на те, яким чином подаються означення основних термінів, законів, теорем, формул та яким чином навчальний матеріал подається. Готові презентації часто вимагають додаткового часу для їх якісного доопрацювання, врахування рівня знань та індивідуального темпу роботи учнів окремого класу відповідно. Слід зазначити, що вчитель готує для кожного класу в якому викладає окрему презентацію (дуже рідко рівні знань класів на одній паралелі співпадають), кожна окрема тема теж вимагає підготовки нової презентації. Створення презентацій під кожен окрему тему буде корисним і в тому випадку, якщо урок було раптово перервано сигналом повітряної тривоги, а учні займались дистанційно та синхронно. В такому випадку частину матеріалу яку вчитель не встиг опрацювати з учнями буде доступний для самостійного опрацювання в асинхронному режимі навчання. Подібна ситуація стосується шкіл у яких відсутнє сховище і які не можуть організувати очне навчання в сховищі під час повітряної тривоги. У професійній діяльності вчителя презентації займають також ключову роль, оскільки вони доповнюють будь-яку доповідь, супроводжують усний виклад матеріалів та акцентують на основних моментах підкреслюючи основні тези. Перегляд презентації спікера після проведених заходів та зібрань допомагає учаснику систематизувати почуте, згадати суть обговорюваної проблематики. Тому, одним з варіантів економії часу, який буде витрачений на підготовку презентації до уроку це використання сервісів ІІІ для генерації презентацій.

Використання сервісів ІІІ для генерації презентацій можливе декількома шляхами (рис. 3.7):

- для професійних потреб вчителя (поза межами освітнього процесу);
- для освітнього процесу (згенеровані презентації);
- для освітнього процесу (як засоби навчання).

Хоча методичні засади полягають саме у використанні сервісів ІІІ для генерації презентацій, однак будуть сформульовані методи, форми і засоби навчання, оскільки в освітньому процесі використовуватимуться безпосередньо не сервіси, а їх продукт роботи – презентації (один з можливих шляхів використання).

Методи навчання. Згідно різних класифікацій запропоновані найбільш близькі для застосування згенерованих презентацій сервісом ІІІ на уроці.

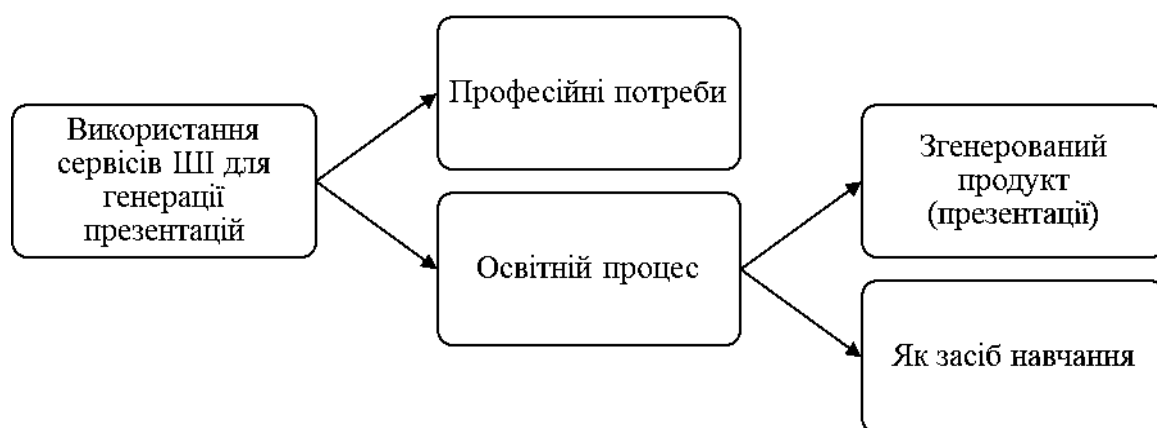


Рис. 3.7. Шляхи використання сервісів ІІІ для генерації презентацій

За джерелом сприймання й передання навчального матеріалу: наочні (оскільки презентації в першу чергу візуалізують та уточнюють навчальний матеріал акцентуючи увагу на ключових моментах уроку).

За характером пізнавальної діяльності: пояснювально-ілюстративний (в презентації наведено покрокове пояснення навчального матеріалу) та репродуктивний (вчитель попередньо формулює завдання на слайді та послідовно демонструє його вирішення коментуючи кожен етап).

За організацією навчальної діяльності: фронтальні методи (як правило при створенні презентації вчитель розраховує, що до уроку будуть активно залучені всі учні класу).

Форми навчання:

- очна (презентація навіть під час проведення уроку в школі покращить засвоєння навчального матеріалу);

- дистанційна (проведення дистанційних уроків можливо урізноманітнити та спростити з використанням презентації);

- змішана (завантаживши презентацію до навчальної платформи в мережі Інтернет вчитель нагадає учням основні моменти з проведеного уроку, а для учнів які не відвідають школу це буде чудовою можливістю для самостійного опрацювання теми);

- групова (можна основну презентацію розподілити на слайди які призначаються різним групам учнів, або створити декілька презентацій);

- фронтальна (дозволить в одному темпі з усіма учнями класу пропрацьовувати навчальний матеріал спираючись на слайди презентації).

Засоби навчання.

Наочні (власне згенерована презентація); технічні (інтерактивна дошка, індивідуальні пристрої з доступом до мережі Інтернет чи Wi-Fi для відтворення презентації).

Ще один шлях використання сервісів ІІІ для генерації презентацій – як засіб навчання. Ознайомлення з сервісами даного типу можна розпочати на уроках інформатики або під час факультативу (чи під час консультацій з інформатики). Якщо сервіс ІІІ який обирає вчитель не локалізований (не має українського перекладу), то можна говорити про наявність міжпредметних зв'язків (наприклад з уроками вивчення англійської мови).

Вивчення інструментарію сервісів ІІІ для генерації презентацій буде корисним у підготовці до захисту наукових робіт МАН, в рамках проєктної роботи, представлення доповіді чи повідомлення за поданою тематикою.

Використання сервісів ІІІ вказаного типу зекономить час для підготовки виступу, учні зосередяться більш детально на проведенні дослідження, пошуку додаткової інформації.

Для ознайомлення учнів з основними принципами роботи сервісу ІІІ для генерації презентацій вчителю краще обрати такі методи навчання:

1. Словесні: пояснення (покрокове пояснення включає одночасну демонстрацію в реальному часі чи попередньо записане відео); лекція (детальний опис інструментарію сервісу/сервісів ІІІ та їх використання).

2. Наочні методи: демонстрація (найкраще підходить для дистанційного чи змішаного навчання та включає демонстрацію в режимі реального часу, або записане відео з покроковою інструкцією до самостійного опрацювання); ілюстрування (покрокова інструкція та деталізований огляд інструментарію сервісу ІІІ з підписами та коментарями оформленими у вигляді скріншотів).

3. Практичні методи: лабораторні роботи (вивчення основних етапів роботи з сервісом для генерації презентацій учнями можна організувати як окремий вид самостійної роботи з можливістю отримати додаткові бали).

Дидактичні матеріали з опанування основних принципів роботи з сервісом ІІІ для генерації презентацій вчитель інформатики може завантажити на навчальну онлайн платформу для подальшого ознайомлення учнів в асинхронному режимі. Вивчення сервісів ІІІ не є обов'язковою темою в курсі інформатики, однак може стати додатковим матеріалом для тих учнів, хто цікавиться даною тематикою. З приводу того чи потрібно задавати практичне завдання з теми генерації презентацій сервісами ІІІ, – це краще вирішити вчителю самостійно. Подібне завдання задане на самостійне опрацювання може бути оцінене додатковими балами для тих учнів, хто хоче покращити собі оцінку, наприклад за семестр.

Ще один шлях використання сервісів ІІІ для генерації презентацій – для професійних потреб вчителя. Це можуть бути наступні ситуації:

– для підготовки до батьківських зборів;

- для виступу на методологічному районному семінарі;
- для виступу на науковому заході;
- для підготовки до педагогічної наради;
- для виконання завдань та підготовки під час проходження курсів підвищення кваліфікації.

Але цей шлях не суттєво за своїм принципом відрізняється від розглянутих попередньо. Головне що змінюється: тематика згенерованої презентації, яка містить більше потреби вчителя, а не зосереджена на викладенні навчального чи виховного матеріалу.

Перевагами сервісів III для генерації презентацій є:

- економія часу для створення слайдів (редагування готових слайдів значно спрощує підготовку виступу);
- використання шаблону запропонованого сервісом (не треба шукати унікальний шаблон за обраною тематикою);
- наявність структури слайдів яку можна редагувати під власні потреби;
- одночасна генерація невеликих тез та зображень (якщо наявна така можливість).

Добірка безкоштовних сервісів III для генерації презентацій:

- Gamma App (<https://gamma.app/uk>);
- PowerMode AI (<https://powermodeai.com/>);
- GPTforSlides (<https://www.gptforslides.app/>);
- SlidesAI (<https://www.slidesai.io>);
- Tome AI (<https://tome.app/lp/ai-presentations>); Decktopus (<https://www.decktopus.com/>);
- Plus AI (https://workspace.google.com/marketplace/app/plus_ai_for_google_slides_and_docs/214277172452);
- DiveDeck.ai (<https://divedeck.ai/>);
- Spellar AI (<https://spellar.ai/>);
- ClassPoint AI (<https://www.classpoint.io/ai-quiz-generator>).

Послідовність кроків для генерації презентації з використанням сервісу ШІ:

1. Визначити тематику для створення презентації (якомога точніше треба сформулювати мету чи назву, оскільки від цього залежатиме зміст презентації).

2. Встановити власні критерії добору сервісу ШІ (інструментарій, локалізація, захист даних, наявність готових прикладів, наявність покрокових інструкцій і т.д.).

3. Обрати необхідний сервіс із добірки запропонованих безкоштовних сервісів (можна обрати і умовно безкоштовні сервіси, оскільки вони теж мають певні безоплатні функції і добірка таких сервісів значно ширша, однак дане дослідження обмежене лише безкоштовними сервісами).

4. Вивчити наявний інструментарій сервісу ШІ (можливо знадобиться встановити вбудований перекладач/плагін для ознайомлення з інструментарієм).

5. Згенерувати декілька пробних презентацій, щоб зрозуміти принцип дії сервісу ШІ.

6. Точно сформулювати запит згідно потрібної тематики (чим вдалішим буде запит тим менше змін потрібно буде в подальшому вносити).

7. Відредагувати слайди згенерованої презентації (на цьому етапі можливо знадобиться змінити ілюстрації, текст, або переробити структуру під власні потреби).

8. Завантажити/зберегти презентацію (якщо сервіс ШІ має інструментарій для збереження презентації на власному пристрої, то краще це зробити).

Методичні засади використання сервісів штучного інтелекту для генерації презентацій для професійного розвитку вчителів є універсальними для вчителів усіх предметів (специфіка предметів не враховувалась). В дослідженні акцент було зроблено саме на безкоштовних сервісах ШІ для генерації зображень, оскільки під час військового стану в Україні більшість вчителів не має можливості використовувати платні сервіси ШІ. Методичні засади використання сервісів ШІ для генерації презентацій є загальними та не зосереджені на описі конкретного сервісу, його інструментарію чи принципів роботи. Однак, для

формулювання певних моментів в дослідженні треба розуміння основних принципів роботи з сервісами ШІ (необхідність формулювання правильного запиту, який формат матиме згенерований кінцевий продукт). Було визначено, що основними шляхами використання сервісів ШІ для генерації презентацій є: для професійних потреб вчителя та в освітньому процесі. При цьому в освітньому процесі можна використовувати власне кінцевий продукт (згенеровану презентацію) чи розглядати сервіс ШІ як засіб навчання (наприклад на уроках інформатики). Для кожного зі шляхів можливого використання сервісів ШІ визначено методи навчання серед яких переважають наочні та ілюстративні методи. Використання сервісів ШІ для генерації презентацій для професійних потреб вчителя подано описово та без зайвої деталізації, оскільки в даному випадку діють ті ж самі принципи що і для освітнього процесу. Який би шлях використання сервісів ШІ не було використано важливо не забувати посилались під час виступу на офіційне джерело, щоб не порушувати принципи доброчесності [115].

3.7. Технологія використання сервісів штучного інтелекту для створення мультимедійних презентацій в освіті і наукових дослідженнях

У сучасному освітньому та науковому середовищі мультимедійні презентації відіграють важливу роль для подання інформації, підвищення зацікавленості аудиторії та ефективності навчального процесу. Використання цифрових інструментів для створення навчальних матеріалів стало невід'ємною частиною діяльності педагогів і науковців. Водночас стрімкий розвиток ШІ відкриває нові можливості для автоматизації та оптимізації процесу розробки мультимедійних презентацій. Завдяки сучасним алгоритмам машинного навчання ШІ здатен не лише допомагати у візуалізації контенту, а й адаптувати його до потреб аудиторії, скорочуючи часові затрати викладачів та дослідників. Також, сучасні інструменти ШІ, такі як автоматичне генерування слайдів, підбір

релевантних зображень і анімацій, персоналізований дизайн та автоматичний аналіз тексту, сприяють створенню динамічних та інформативних презентацій.

Разом із численними перевагами використання ІІІ у створенні презентацій виникають і певні виклики. Зокрема, постає питання етичного використання ІІІ, необхідність адаптації контенту до різних рівнів підготовки здобувачів освіти, ретельного аналізу отриманих матеріалів, оскільки автоматично згенерований контент може містити неточності тощо.

Здійснивши розвідки наукової літератури щодо проблеми нашого дослідження, визначено, що наразі таких публікацій ще недостатня кількість. Також, сервіси ІІІ постійно оновлюються і тому, ця тематика є актуальною і потребує подальшого дослідження.

У публікації [108] зазначено, що мультимедійні презентації забезпечують різнорівневий підхід до подання навчального матеріалу, поєднуючи текст, графіку, аудіо та відео. Це сприяє не лише поліпшенню розуміння інформації, але й розвитку критичного мислення та комунікативних навичок. Важливим є використання мультимедійних презентацій у поєднанні з web-орієнтованими технологіями, що створює можливості для дистанційного навчання та інтерактивного спілкування між учасниками освітнього процесу.

А. А. Горбенко [77] наголошує, що впровадження ІІІ у створення мультимедійних презентацій відкриває нові можливості для освіти. Воно допомагає зробити навчання більш адаптивним, інтерактивним та доступним, розвиваючи цифрові компетенції педагогів і студентів. Водночас важливо враховувати ризики, зокрема необхідність перевірки контенту та контроль за використанням ІІІ.

Про низку переваг щодо використання ІІІ для створення презентацій вказано у [59], зокрема: економія часу, підвищення якості та персоналізацію. ІІІ автоматизує пошук інформації, генерацію тексту, дизайн слайдів і підбір зображень, що робить презентації більш привабливими та ефективними. Завдяки

можливості адаптації під індивідуальні потреби аудиторії, такі презентації можуть краще залучати слухачів.

У [78] наголошено на важливості розвитку критичного мислення та творчих навичок у педагогів і студентів через використання ШІ. Це передбачає впровадження інтерактивних методів навчання, використання ШІ для розпізнавання дезінформації та створення освітніх проєктів із застосуванням технологій машинного навчання. Таким чином, педагогічна діяльність у цифрову епоху потребує нових підходів до організації навчального процесу, а штучний інтелект стає важливим інструментом у професійному розвитку сучасного педагога.

Погоджуємося з думкою Д. Ю. Головка [78], що сучасні технології ШІ значно спрощують процес створення презентацій, автоматизуючи розробку слайдів та роблячи їх більш привабливими та інформативними. Інструменти ШІ здатні аналізувати контент, рекомендувати структуру та дизайн, а також адаптувати візуальні елементи для ефективного сприйняття інформації. Вони допомагають користувачам швидко генерувати слайди, розподіляючи матеріал за розділами, додаючи графіку та забезпечуючи логічну подачу даних. Завдяки цьому презентації стають більш структурованими та легшими для розуміння.

Варто зазначити, щодня відбувається розробка нових цифрових технологій і сервіси штучного інтелекту, також, постійно оновлюються, а тому важливим є дослідження різних сервісів ШІ для створення мультимедійних презентацій в освіті і наукових дослідженнях.

Сучасний розвиток технологій, зокрема ШІ, кардинально змінює професійну діяльність педагога, відкриваючи нові можливості для оптимізації навчального процесу. В електронному навчальному курсі «Штучний інтелект у діяльності педагога професійної освіти» [78] розглядається роль ШІ в освіті, його вплив на підготовку викладачів та впровадження персоналізованого навчання. Впровадження ШІ дозволяє покращити якість освіти завдяки автоматизації рутинних завдань, аналізу навчальних даних та розробці індивідуальних навчальних траєкторій для здобувачів освіти. Однак важливо враховувати етичні

аспекти, зокрема збереження конфіденційності даних та запобігання дискримінації у процесі автоматизованого навчання.

Використання ІІІ як персонального помічника педагога охоплює адаптивні навчальні платформи, інтелектуальні пошукові системи та автоматизоване оцінювання. Зокрема, ІІІ можливо застосувати для створення навчальних матеріалів, прогнозування успішності здобувачів освіти та адаптації контенту під індивідуальні потреби студентів. Аналіз великих масивів даних дає змогу виявляти сильні та слабкі сторони навчального процесу, що сприяє вдосконаленню методів викладання. Педагогам необхідно оволодіти новими компетентностями, зокрема цифровими та технологічними, щоб ефективно інтегрувати ІІІ у свою практику.

Щоб створити мультимедійну презентацію за допомогою ІІІ, потрібно обрати відповідний інструмент. У процесі створення презентацій важливо заздалегідь визначити тему, мету презентації та підготувати вхідні дані, щоб уникнути зайвих витрат ресурсів.

Незважаючи на переваги ІІІ, слід додавати власний контент, щоб презентація була унікальною та відповідала вашим очікуванням. Важливо перевіряти та редагувати матеріал, оскільки ІІІ може допускати помилки або неточності, особливо у складних темах. Поєднання можливостей ІІІ та власного творчого підходу дозволить створити якісну та ефективну презентацію [59].

У публікації [78] визначено популярні сервіси, такі як Prezi, Canva, Beautiful.ai, Zoho Show, Emaze, Pitch, Visme, використовують алгоритми ІІІ для автоматичного створення презентацій, спрощуючи процес дизайну та організації контенту. Wepik's AI Presentation Maker є одним із безкоштовних інструментів, що дозволяє користувачам швидко створювати професійні презентації, редагувати їх відповідно до своїх потреб та інтегрувати з іншими ресурсами. Готові презентації можна експортувати у форматі PDF або поділитися ними за допомогою унікального посилання, що забезпечує зручність та швидкість обміну матеріалами.

На основі аналізу наукових джерел [59; 77; 102], робимо висновок, що використання сервісів ШІ для створення мультимедійних презентацій в освіті має такі переваги: 1) *економія часу під час створення презентацій* (автоматизація процесу створення слайдів дозволяє швидко генерувати презентації на основі введеного тексту або ключових слів, зменшуючи затрати часу на підготовку матеріалів); 2) *підвищення якості презентацій* (ШІ аналізує контент та пропонує оптимальні дизайни, структуру та візуальні елементи, що робить презентації більш привабливими та інформативними); 3) *персоналізація* (інструменти ШІ можуть адаптувати презентації під конкретну аудиторію, враховуючи її особливості та потреби, що сприяє кращому засвоєнню матеріалу).

Водночас, описані вище переваги використання сервісів ШІ для створення мультимедійних презентацій здійснюють вплив на освітній процес, зокрема відбувається: підвищення мотивації учнів/студентів (інтерактивні та візуально привабливі презентації сприяють залученню учнів/студентів до навчального процесу та покращують розуміння матеріалу); підвищення рівня цифрової компетентності вчителів/викладачів (використання сучасних технологій стимулює педагогів до освоєння нових інструментів та методик, що відповідають вимогам сучасної освіти); індивідуалізація навчання (ШІ дозволяє створювати презентації, адаптовані під різні рівні підготовки та потреби студентів, що сприяє ефективнішому засвоєнню знань).

Важливо описати і проблеми які можуть виникати в освітян під час створення презентацій за допомогою ШІ: 1) *етичні питання* (використання ШІ потребує уважного ставлення до авторських прав та академічної доброчесності, особливо при автоматичному генеруванні контенту, потрібно робити покликання на джерело, навіть якщо це презентація); 2) *технічні обмеження* (не всі освітні заклади мають доступ до сучасних технологій та пристроїв і стабільного з'єднання з Інтернет мережею, необхідних для повноцінного використання інструментів ШІ); 3) *потреба у навчанні освітян*

(вчителі/викладачі потребують додаткового навчання для ефективного використання ІІІ у своїй професійній діяльності).

ІІІ вже став незамінним інструментом у створенні мультимедійних презентацій, що сприяє підвищенню ефективності освітнього процесу і для візуалізації наукових даних. Далі детальніше розглянемо особливості роботи певних сервісів ІІІ (чи платформ з елементами ІІІ) використання яких є доцільним для освітян і науковців з метою створення мультимедійних презентацій. Авторами даної публікації було досліджено низку сервісів та програм з ІІІ для створення мультимедійних презентацій, в результаті проведеного аналізу укладено таблицю 3.1.

Таблиця 3.1.

Сервіси ІІІ для створення мультимедійних презентацій

Назва	Характеристика	Доступ
<i>Gamma</i>	онлайн-платформа для створення презентацій	безкоштовно/ розширені опції платні
<i>Slidesgo</i>	онлайн-платформа (з елементами ІІІ) для створення презентацій, планів інтерактивних уроків та вікторин.	безкоштовно/ розширені опції платні
<i>Alayna AI for Google Slides</i>	інструмент, який використовує штучний інтелект для швидкого створення та редагування презентацій безпосередньо в Google Slides	безкоштовно/ розширені опції платні
<i>Sendsteps</i>	інтерактивна платформа (з елементами ІІІ), яка дозволяє створювати мультимедійні презентації, опитування, вікторини та інші інтерактивні елементи для залучення аудиторії під час презентацій та заходів	безкоштовно (дві презентації в день)/ розширені опції платні
<i>Canva</i>	онлайн-платформа для створення цікавих дизайнів мультимедійних презентацій, яка інтегрує штучний інтелект для спрощення та автоматизації багатьох процесів	безкоштовно/ розширені опції платні

Gamma – це онлайн-платформа, яка використовує ІІІ для автоматизації створення презентацій. Завдяки цьому інструменту можна створити професійні та привабливі слайди всього за кілька секунд [21].

На рис. 1. подано приклад роботи з Gamma, а саме згенерована презентація за допомогою ШІ, яку можна експортувати або демонструвати для відразу.

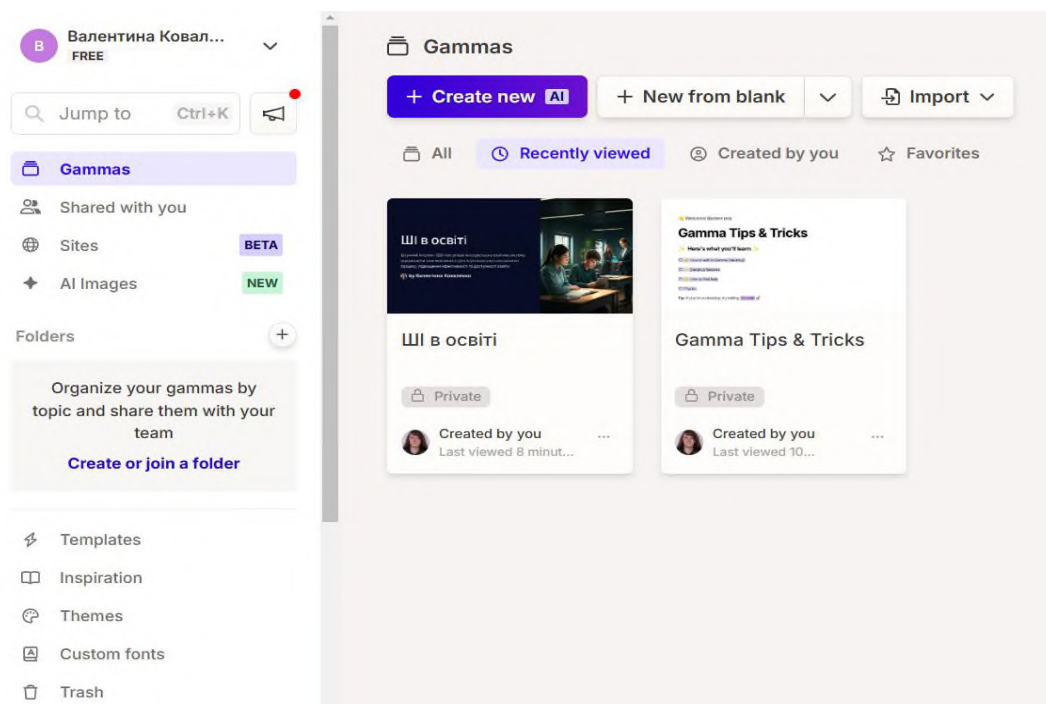


Рис. 3.8. Приклад роботи з Gamma

Коротка інструкція для роботи з Gamma щодо створення презентації:

1. Відкрити <https://gamma.app/> у браузері.
2. Авторизуватися можна за допомогою Google акаунту.
3. Створення нової презентації. Натисніть «Create new AI», щоб використати ШІ для генерації презентації або оберіть «New from blank», щоб створити презентацію вручну.
4. Редагування презентації. Додавайте текстові блоки, зображення, відео та інші мультимедійні елементи. Використовуйте теми та шаблони для стилізації презентації. Організуйте слайди та розділи за допомогою зручного інтерфейсу.
5. Збереження та спільний доступ. Можна зберегти презентацію як приватну або надати доступ іншим користувачам. Поділитися можна через посилання або вбудувати на веб-сайт.

6. Експорт або презентація. Підтримується експорт у PPTX, PDF та інші формати. Можна демонструвати презентацію прямо з веб-платформи Gamma.

Slidesgo – це онлайн-платформа, яка пропонує величезну колекцію безкоштовних шаблонів для Google Slides та Microsoft PowerPoint. Цей ресурс може бути цікавим для всіх, хто хоче створити професійні та привабливі презентації, не витрачаючи багато часу на їх дизайн. Також Slidesgo за допомогою ШІ може створювати плани уроків та цікаві вікторини [57].

Коротка інструкція для роботи з Slidesgo щодо створення презентації:

1. Відкрити браузер і перейти на офіційний сайт Slidesgo за покликанням <https://slidesgo.com/>.

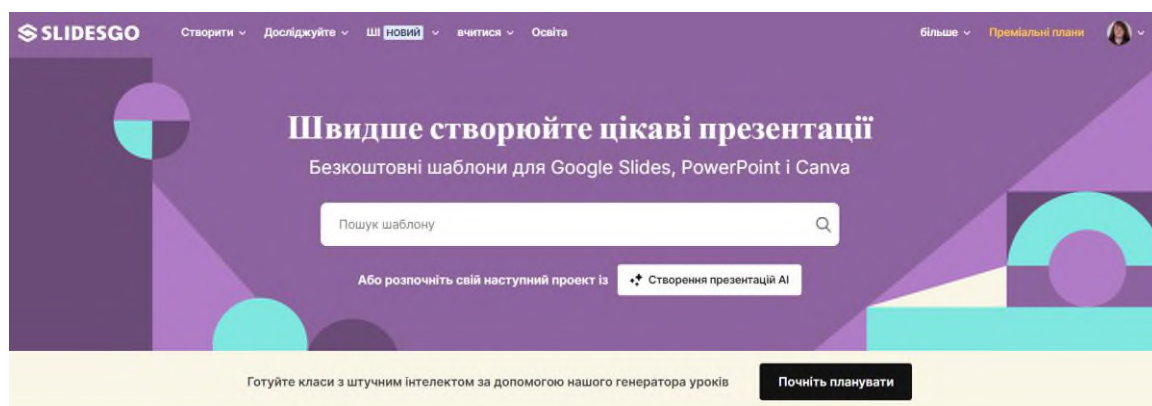
2. Авторизуватися можна за допомогою Google акаунту. На рис. 2 зображено головну сторінку Slidesgo.

3. Створення нової презентації. У лівому верхньому рядку головного меню потрібно обрати розділ «Нові інструменти AI», далі «Створюйте презентації за лічені хвилини за допомогою ШІ». У головному меню потрібно обрати один із розділів: освіта, бізнес, маркетинг, медицина тощо. Або введіть ключове слово у пошуковий рядок (наприклад, «технології», «школа», «креатив»). Клікніть на вибраний шаблон, щоб переглянути його вміст та стиль.

4. Завантаження шаблону. Натисніть кнопку «Завантажити», оберіть формат: Google Slides (відкривається через Google Диск) або PowerPoint (завантажується як .pptx-файл) або Canva (доступно для редагування у Canva).

5. Редагування презентації. Відкрийте завантажений шаблон у відповідній програмі (Google Slides, PowerPoint або Canva) та внесіть зміни. Можна редагувати тексти, додавати зображення та іконки (можна використовувати власні або замінити вбудовані графічні елементи), змінювати кольори та шрифти (адаптуйте стиль презентації під свої потреби), додавати або видаляйте слайди (змінюйте структуру відповідно до змісту).

6. Збереження та робота з презентацією. Якщо ви працюєте у Google Slides, усі зміни автоматично зберігаються. У PowerPoint потрібно натиснути «Файл → Зберегти як». Ви можете поділитися презентацією через Google Диск, електронну пошту або завантажити у PDF. Використовуйте режим демонстрації для показу готової презентації [57].



Популярні пошукові запити

Рис. 3.9. Головна сторінка Slidesgo [57]

Sendsteps — це інтерактивна платформа, яка дозволяє створювати мультимедійні презентації, опитування, вікторини та інші інтерактивні елементи для залучення аудиторії під час презентацій та заходів.

Коротка інструкція для роботи з Sendsteps щодо створення презентації:

1. Потрібно відкрити браузер і перейти на офіційний сайт Sendsteps за покликанням <https://web.sendsteps.com/>.

2. Авторизуватися можна за допомогою Google акаунту.

3. Створення нової презентації. Після входу натисніть «Create New» або «New Presentation». За потребою, виберіть тип інтерактивного елемента, який ви хочете додати: опитування, вікторина, відкрите питання тощо.

4. Налаштування інтерактивних елементів. Введіть питання та можливі варіанти відповідей (за потребою). Налаштуйте параметри, такі як час для відповіді, анонімність та інші опції.

5. Додавання інтерактивних елементів до презентації. Після створення інтерактивних елементів ви можете додати їх до своєї презентації. Sendsteps

інтегрується з популярними платформами для презентацій, такими як PowerPoint та інші.

6. Представлення презентації. Під час презентації учасники можуть приєднатися до інтерактивної сесії за допомогою спеціального коду або QR-коду, який можна надати аудиторії. Учасники можуть відповідати на питання за допомогою своїх пристроїв (смартфонів, планшетів або комп'ютерів).

7. Аналіз результатів. Результати відповідей відображаються в режимі реального часу, що дозволяє вам миттєво реагувати на думки та запитання аудиторії. Після завершення сесії ви можете зберегти та проаналізувати результати для подальшого використання [52].

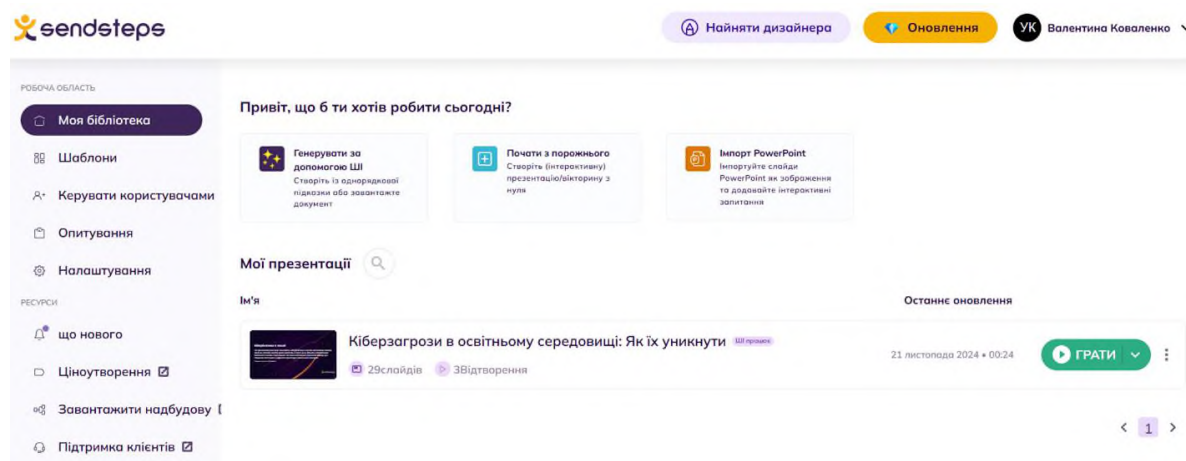


Рис. 3.10. Головна сторінка Sendsteps [52]

Alayna AI for Google Slides – це інструмент, який використовує ШІ для швидкого створення та редагування презентацій безпосередньо в Google Slides.

Коротка інструкція для роботи з Alayna AI for Google Slides:

1. Встановлення розширення. Перейдіть на сторінку Alayna AI for Google Slides у Google Workspace Marketplace https://workspace.google.com/marketplace/app/alayna_ai_for_google_slides/503455951279. Натисніть кнопку «Встановити» та дотримуйтесь інструкцій для додавання розширення до вашого облікового запису Google (рис. 4).

2. Створення презентації. Відкрийте Google Slides у додатках Google. У верхньому меню оберіть «Розширення» → «Alayna AI for Google Slides™» → «Create a presentation with Alayna AI» (рис. 5). Введіть тему або надайте детальний план слайдів для створення нової презентації [26].

3. Налаштування презентації. Вибір рівня освіти: оберіть відповідний рівень: початкова школа, середня школа, вища освіта або освіта дорослих. Вибір теми оформлення: оберіть одну з понад 35 доступних тем, спеціально розроблених для освітніх цілей, кожна з яких має понад 70 унікальних макетів слайдів.

4. Додаткові можливості Alayna AI for Google Slides. Завантаження PDF-файлів: якщо у вас є підручник у форматі PDF, можна завантажити його, і Alayna використає його як джерело для створення слайдів. Імпорт з Google Диска: можна прикріпити документи безпосередньо з Google диска для інтеграції їх вмісту в презентацію. Додавання відео з YouTube: вставте посилання на відео, і Alayna перетворить його вміст у презентацію.

5. Редагування та вдосконалення презентації. Після створення презентації є можливість редагування та вдосконалення готової презентації, використовуючи інструменти Alayna для оновлення вмісту та дизайну. Пошук інформації в Інтернеті просторі: завдяки режиму веб-дослідження Alayna може миттєво збирати надійну та актуальну інформацію з Інтернет простору з відповідними посиланнями для включення в презентації.

6. Збереження та спільний доступ. Після завершення редагування збережіть презентацію на Google Диску. Ви можете надати доступ до презентації іншим користувачам або завантажити її у потрібному форматі на свій пристрій.

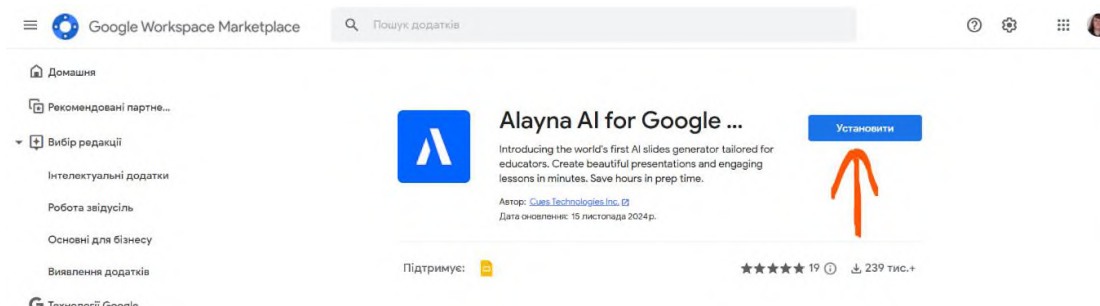


Рис. 4. Сторінка встановлення програми Alayna AI for Google Slides у Google Workspace Marketplace [27]

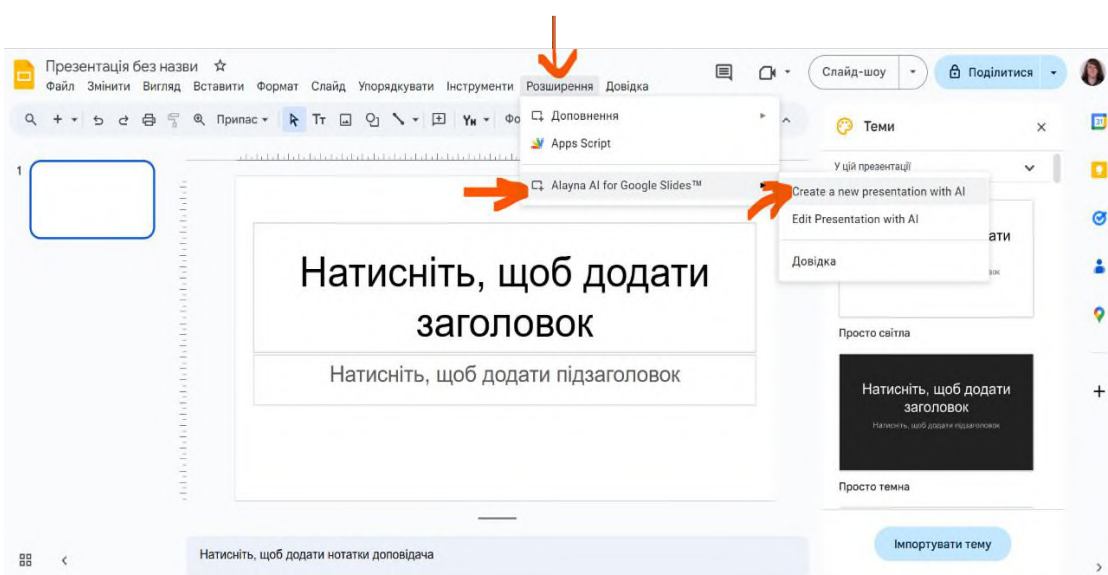


Рис. 3.11. Приклад роботи з Alayna AI for Google Slides

Canva – це платформа для створення цікавих дизайнів мультимедійних презентацій, яка інтегрує штучний інтелект для спрощення та автоматизації багатьох процесів.

Коротка інструкція роботи з Canva для створення презентації:

1. Вхід та налаштування. Перейдіть на сайт: <https://www.canva.com/>. Авторизуватися можна за допомогою Google акаунту, Facebook чи email.
2. Створення презентації (вибір тип дизайну). Оберіть тип мультимедіа: презентація, логотип, соціальний пост, відео тощо.
3. Використання ШІ-інструментів у Canva (рис. 6):
 - *Magic Write* (ШІ-копірайтинг). Відкрийте Canva Docs або текстовий блок у будь-якому дизайні. Введіть запит, наприклад «Згенеруй слоган для

екологічного стартапу». Canva автоматично створить текст на основі вашого запиту. Використовується для написання блогів, описів продуктів, постів для соцмереж;

- *Magic Design* (ШІ-генератор дизайнів). Завантажте зображення або введіть тему дизайну. Canva AI створить кілька готових шаблонів, які можна змінювати. Корисно для швидкого створення графіки для соцмереж, постерів, презентацій;

- *Text to Image* (ШІ-генерація зображень). Відкрийте вкладку «Apps» → «Text to Image». Введіть опис зображення, наприклад «Кіберпанк місто вночі». Виберіть стиль (фотореалістичний, малюнок, 3D тощо). Canva згенерує зображення за вашим описом;

- *Background Remover* (Видалення фону). Завантажте зображення та відкрийте «Редагування зображення». Натисніть «Background Remover», щоб ШІ автоматично видалив фон. Доступно у Canva Pro;

- *Magic Edit* (Редагування зображень ШІ). Відкрийте зображення та оберіть Magic Edit. Виділіть область для редагування (наприклад, заміна об'єкта). Опишіть, що ви хочете змінити, наприклад «Заміни цей предмет на чашку кави». Canva AI оновить зображення відповідно до запиту;

- *ШІ-генерація відео* (Magic Animate). Додайте зображення або елементи в дизайн. Натисніть «Animate», і ШІ автоматично створить плавні анімації. Використовується для презентацій та відео в соцмережах.

4. Збереження та експорт. Натисніть «Download» та виберіть формат (PNG, JPG, PDF, MP4, GIF). Ви можете поділитися дизайном через посилання або соцмережі.

5. Додаткові функції у Canva з ШІ. *Brand Kit* (Автоматичне налаштування брендових стилів). *Magic Resize* (ШІ-зміна розміру дизайну під різні платформи). *Smart Mockups* (Автоматичне розміщення дизайну на макетах футболок, телефонів тощо).

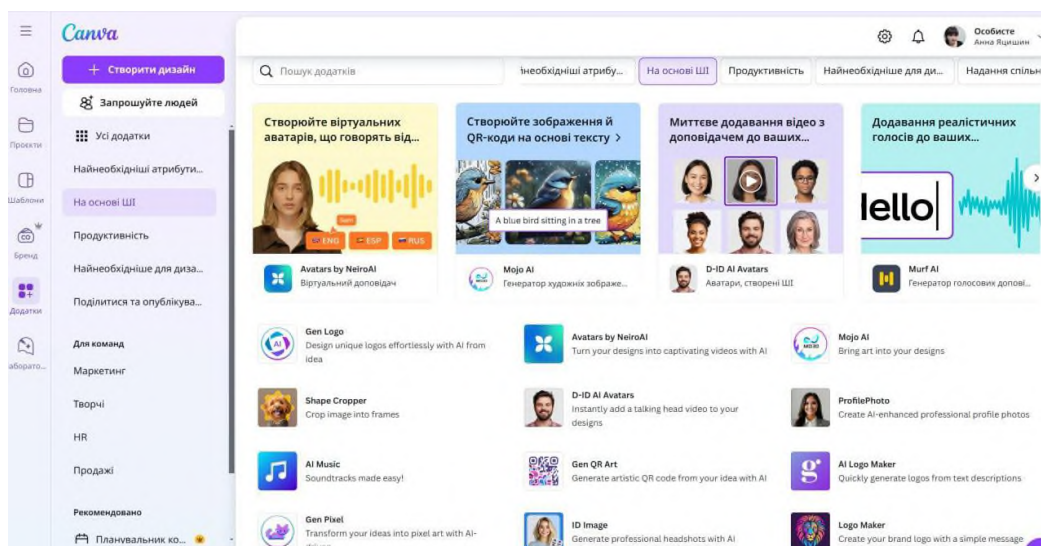


Рис. 3.12. Сторінка Canva з інструментами ШІ [9]

Вище описані функції сервісів ШІ для створення мультимедійних презентацій таких як: Gamma, Slidesgo, Alayna AI for Google Slides, Sendsteps та Canva, ці сервіси використовують алгоритми ШІ для створення візуально привабливих та змістовних презентаційних матеріалів.

Отже, використання сервісів ШІ для створення мультимедійних презентацій в освіті і наукових дослідженнях дозволяє автоматизувати рутинні завдання, покращувати якість візуального представлення матеріалу, підвищувати залученість здобувачів освіти та персоналізувати контент відповідно до потреб аудиторії. Виконаний аналіз таких платформ, як Gamma, Slidesgo, Alayna AI for Google Slides, Sendsteps та Canva, підтверджує, що застосування сервісів ШІ може покращити адаптацію та візуалізацію навчальних матеріалів та наукових даних, сприяє інтерактивності матеріалів та значно скорочує час на підготовку мультимедійних презентацій. Водночас використання сервісів ШІ потребує критичного підходу до оцінювання згенерованого контенту, особливо в контексті академічної доброчесності та достовірності інформації [107].

РОЗДІЛ IV. РЕКОМЕНДАЦІЇ З ПРОЄКТУВАННЯ І ВИКОРИСТАННЯ ВІДКРИТОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА З ЕЛЕМЕНТАМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ

4.1. Основні концептуальні засади проєктування відкритого освітнього середовища з елементами ШІ

Сучасний вчитель ЗЗСО працює в умовах динамічного цифрового середовища, у якому опанування нових технологій є необхідною умовою його професійної діяльності. Традиційні моделі підвищення кваліфікації вже не відповідають актуальним запитам освітньої практики, що зумовлює поширення змішаного навчання, моделі «перевернутого класу» та інших інтегрованих форматів, орієнтованих на активне використання цифрових сервісів, зокрема з технологіями, що містять елементи ШІ. Технологічні рішення на основі нейронних мереж, чат-ботів, інтелектуальних агентів та експертних систем дедалі ширше інтегруються в освітній процес, забезпечуючи підвищення його гнучкості, адаптивності, рівня персоналізації та мобільності. Технології ШІ здатні автоматизувати окремі рутинні операції, підтримувати аналітику навчальних даних, формувати індивідуальні траєкторії навчання та сприяти розвитку дослідницької діяльності учнів. За таких умов особливої ваги набуває створення якісного відкритого освітнього середовища для професійного розвитку педагогічних працівників. Таке середовище має забезпечувати системне формування цифрової компетентності вчителів, а також розвиток їхньої здатності до ефективного, відповідального й педагогічно обґрунтованого використання інструментів на основі штучного інтелекту в навчальному процесі.

Оскільки ШІ сьогодні розглядається як один із головних рушіїв освітніх інновацій, зокрема, системи персоналізованого навчання на основі ШІ вже трансформують підходи до викладання, адаптуючи освітній процес під потреби та стилі кожного учня для підвищення ефективності навчання. Це демонструє потенціал аналогічних персоналізованих підходів і у підготовці самих вчителів. Водночас широке впровадження ШІ породжує дискусії щодо академічної доброчесності та етичних викликів, адже нерідко учні і вчителі використовують такі сервіси інтуїтивно,

без належних методичних рекомендацій. Успіх нових генеративних систем, таких як ChatGPT, наочно показав можливості ІІІ у навчанні, а саме від підтримки користувачів до автоматизації рутинних процесів. Все це підкреслює важливість того щоб освіта не відставала від технологічного прогресу, вчителі мають навчитися ефективно застосовувати можливості ІІІ у своїй професійній діяльності [56].

Професійний розвиток учителів потребує переосмислення під впливом стрімкого технологічного поступу. ІІІ зумовлює необхідність розвивати у вчителів гнучкість, навички критичного мислення, уміння співпрацювати, а також розуміння етичних аспектів використання ІІІ в освіті. Основні завдання підвищення кваліфікації нині включають підготовку вчителів до роботи в інформаційному суспільстві, формування компетентностей, необхідних для інтеграції сучасних технологій в освітній процес і вирішення глобальних викликів. В Україні особлива увага приділяється цифровій грамотності педагогів: у 2021 році уряд схвалив Концепцію розвитку цифрових компетентностей до 2025 року, що підкреслює пріоритетність оволодіння вчителями цифровими навичками [135]. Тож, створення відкритого освітнього середовища з елементами ІІІ для професійного розвитку вчителів є вчасною і актуальною ініціативою, покликаною забезпечити якість освіти у добу цифрових трансформацій.

Нами було узагальнено *основні концептуальні засади проєктування відкритого освітнього середовища з елементами ІІІ*, зокрема, *ВОС як хмаро орієнтована система з інтегрованими сервісами ІІІ* для професійного розвитку вчителів яке доцільно будувати як *відкрите хмаро орієнтоване освітнє середовище* з елементами ІІІ, яке забезпечує доступ до цифрових ресурсів, сервісів відкритої науки, інструментів генеративного ІІІ, а також підтримує різні моделі навчання (очну, дистанційну, змішану) [72]. Таке середовище має бути відкритим, масштабованим, сумісним із зовнішніми платформами (зокрема сервісами European Open Science Cloud) і підтримувати інтеграцію спеціалізованих сервісів ІІІ для освітніх цілей [72; 73]; *орієнтація на розвиток цифрової компетентності щодо використання ІІІ вчителів*, де проєктування ВОС має бути підпорядковане завданню розвитку цифрової компетентності вчителів з використання ІІІ а саме розуміння принципів роботи

систем ІІІ, їхніх можливостей, обмежень, ризиків і етичних аспектів застосування в освіті [72; 120].

У рекомендаціях [120] ІІІ-грамотність визначається як здатність учасників освітнього процесу відповідально застосовувати ІІІ, розпізнавати, коли він використовується, та усвідомлювати ризики його невідповідального застосування [120]; *відповідальне та безпечне використання ІІІ* де застосування ІІІ в освіті належить до сфери високих ризиків у межах підходів ЄС (AI Act), але водночас має суттєві соціальні та економічні переваги [120]. Тому при проєктуванні ВОС необхідно: забезпечити прозорість роботи сервісів (зрозумілість, які інструменти використовуються і для чого); не допускати повної автоматизації високоризикових рішень (оцінювання, відбір, допуск до навчання) без участі людини; передбачити механізми інформованої згоди, захисту персональних даних та дотримання етичних стандартів [72; 120]; *підтримка дослідницького та адаптивного навчання*, де у ВОС з елементами ІІІ акцент робиться на організації *дослідницького навчання* учнів та *адаптивного навчання* педагогів і здобувачів освіти. Зокрема, описано використання цифрових платформ на основі ІІІ для адаптивного навчання математики (наприклад, застосунок Mathpid, платформа CleverAICOMSRL та ін.) із формуванням індивідуальних планів, аналізом типових помилок і мікронавчанням [72]; *інтеграція сервісів Європейської хмари відкритої науки (EOSC)*, у [72; 73] показано, що до структури ВОС доцільно інтегрувати спеціалізовані сервіси ІІІ EOSC, які підтримують професійний розвиток учителів природничо-математичних предметів (аналітика даних, моделювання, навчальні ресурси тощо) [72; 73].

4.2. Елементи та функції відкритого освітнього середовища з елементами ІІІ

Далі розглянемо *елементи та функції відкритого освітнього середовища з елементами ІІІ*. На основі [72; 73; 120] відкрите освітнє середовище з елементами ІІІ розглядається як комплекс взаємопов'язаних компонентів. Центральним елементом є платформа управління навчанням (Learning Management System),

інтегрована з сервісами ІІІ. Вона забезпечує планування та структурування навчальних курсів і модулів для вчителів, а також доступ до чат-ботів і генеративних моделей (ChatGPT, Gemini тощо), що використовуються для створення конспектів уроків, дидактичних матеріалів, тестових завдань, сценаріїв відео та інтерактивних завдань [73; 120]. Важливою складовою виступає модуль адаптивного навчання й аналітики, який відповідає за аналіз результатів навчання, поведінки й активності як учителів, так і учнів. На основі зібраних даних модуль дозволяє виявляти прогалини в знаннях і навичках, формувати індивідуальні траєкторії навчання та надавати рекомендації щодо подальших кроків професійного розвитку [72; 120]. Окрему роль відіграє бібліотека цифрових ресурсів і сервісів ІІІ. До засобів навчання у такому середовищі належать сервіси ІІІ за навчальними предметами, комп'ютери, ноутбуки, смартфони, смарт-дошки, програмне забезпечення закладу освіти та доступ до мережі Інтернет [73]. Сервіси ІІІ при цьому класифікуються на загальні (мовні моделі, текстові чат-боти тощо) та спеціалізовані за предметами (для математики, природничих наук, іноземних мов та ін.) [73; 120]. ВОС також має включати модуль підтримки дистанційного й змішаного навчання. У [120] описано використання інструментів, що генерують навчальні відео, підтримують учнів, які не можуть під'єднатися до онлайн-уроку, а також застосування інструмента Zoom AI Companion для підбиття підсумків уроку, генерації ідей та створення чернеток чатів [120]. Ще одним важливим елементом є модуль підтримки інклюзивного та соціально-емоційного навчання. Технології ІІІ дають змогу адаптувати контент, темп і стиль навчання до індивідуальних особливостей учня, підтримувати індивідуальні траєкторії, підвищувати академічну успішність і мотивацію, а також забезпечувати соціально-емоційний супровід уроку [120].

4.3. Організація професійного розвитку вчителів у ВОС з елементами ІІІ

Важливим також вбачаємо розглянути *організацію професійного розвитку вчителів у ВОС з елементами ІІІ*, зокрема у межах відкритого освітнього середовища ІІІ розглядається як інструмент професійного зростання вчителя. У [73]

підкреслено, що ІІІ-помічники дають змогу оптимізувати рутинні завдання – підготовку конспектів, добір демонстраційних матеріалів, створення тестів та аналіз результатів навчання, – що вивільняє час для творчої, дослідницької та рефлексивної діяльності педагога [73]. Однією з важливих складових організації професійного розвитку є систематичне навчання вчителів роботі із сервісами ІІІ за предметами. У методичних рекомендаціях [73] запропоновано добір спеціалізованих сервісів ІІІ для природничо-математичних предметів, сформований з урахуванням критеріїв безкоштовності та предметної специфіки. Зазначається, що такі сервіси доцільно інтегрувати в програми підвищення кваліфікації вчителів математики, фізики, інформатики, хімії, біології тощо [73]. Окрему увагу приділено використанню EOSC та інших сервісів відкритої науки в професійному розвитку вчителів. У [72] підкреслено перспективи застосування засобів і сервісів ІІІ Європейської хмари відкритої науки для розвитку педагогічних кадрів, зокрема для роботи з дослідницькими даними, моделювання, аналізу навчальних результатів і організації дослідницького навчання учнів [72]. Важливою умовою якісної організації професійного розвитку є також формування практики відповідального застосування ІІІ. Секторальні рекомендації [120] акцентують, що вчителям необхідно розвивати здатність критично оцінювати відповіді ІІІ, виявляти фейкові повідомлення, аналізувати втручання ІІІ у результати роботи, а також оцінювати коректність і точність отриманої інформації [120].

4.4. Рекомендації щодо використання ІІІ на уроках (за видами діяльності та предметами)

Грунтуючись на публікаціях [72; 73; 120] нами було узагальнено *рекомендації щодо використання ІІІ на уроках (за видами діяльності та предметами)*. ІІІ доцільно інтегрувати в різні етапи уроку та в різні предметні галузі.

У загальних формах організації уроку ІІІ може застосовуватися на етапі актуалізації знань для генерації тем уроку, ключових запитань, гіпотетичних

сценаріїв для мозкового штурму за допомогою великих мовних моделей і текстових чат-ботів (ChatGPT, Gemini). Також рекомендується використовувати сервіси Kazka.fun, ai-story.tools та чат-боти для створення ідей історій і незавершених оповідань, які учні дописують у межах завдань зі сторітелінгу [120].

Під час *подання нового матеріалу* генеративний ШІ може бути залучений до створення інтерактивних презентацій, структурованих конспектів уроків, візуалізацій математичних і фізичних понять (графіків, діаграм, 3D-моделей), а також до генерування навчальних відеофрагментів, що ілюструють ключові поняття [120]. На етапі підсумку й рефлексії великі мовні моделі використовують для автоматичного створення коротких описів основних моментів уроку, підсумкових запитань, чек-листів, а чат-боти – для організації рефлексії щодо участі учня, його емоційного стану, труднощів і досягнень [120].

У навчанні *математики* ШІ відіграє суттєву роль у реалізації адаптивного навчання та відпрацювання навичок. Зокрема, застосунок Mathpid використовується для проходження короткого діагностичного тесту, автоматичного формування індивідуального плану занять у форматі мікронавчання, демонстрації прикладів розв'язання задач, перевірки виконаних вправ і надання розгорнутого зворотного зв'язку [72]. Платформа CleverAICOMSRL застосовується для підготовки учнів до ЗНО з математики на базовому та профільному рівнях [72]. Для розв'язування задач і пояснення розв'язків рекомендується використання сервісів PhotoMath, Microsoft Math Solver, Hissab, що дають змогу здійснювати покроковий розв'язок, демонструвати проміжні кроки та організовувати дослідницьку роботу учнів (аналіз правильності кроків, порівняння різних стратегій) [120]. Інструменти генеративного ШІ доцільно залучати для створення графіків, діаграм, 3D-моделей геометричних об'єктів і поверхонь та включення цих візуалізацій до інтерактивних презентацій [120].

У фізиці та *природничих науках* ШІ підтримує моделювання й експерименти через використання сервісу Experiments with Google, який дає змогу організовувати прості фізичні експерименти й демонстрації, що доповнюють зміст шкільного курсу [120]. Для розв'язування задач і пояснення понять пропонується застосування

інструментів HyperWrite AI Chemistry Assistant і HyperWrite AI Biology Assistant як помічників у поясненні термінів, пошуку інформації та розв’язуванні окремих задач (з урахуванням обмежень безкоштовних версій) [120]. На основі [72; 73] рекомендується впроваджувати дослідницькі завдання із використанням спеціалізованих сервісів III EOSC, що дають змогу аналізувати реальні дані, будувати моделі та візуалізувати результати досліджень у шкільному курсі природничих наук [72; 73].

У викладанні *іноземних мов* III підтримує розвиток говоріння та аудіювання (сервіс Gliglish як тренажер з іноземних мов із генерацією діалогів і розпізнаванням вимови), а також читання й письма (сервіс Twee як III-помічник для вчителів англійської мови, що генерує завдання, діалоги, історії, листи, запитання до відео) [120]. Для перекладу текстів доцільно використовувати DeepL, а для перевірки орфографії й граматики – LanguageTool [120]. Генеративні чат-боти (ChatGPT, Gemini) застосовуються для створення сценаріїв рольових ігор, діалогів, дебатів і завдань на перефразування, скорочення та розширення текстів іноземною мовою [120].

У *предметах гуманітарного циклу* (українська мова, література, історія) III може забезпечувати підтримку сторітелінгу та творчих завдань: створювати ідеї для історій, казок, незавершених оповідань, які учні продовжують; ці завдання реалізуються за допомогою сервісів Kazka.fun, ai-story.tools і чат-ботів [120]. Для історії рекомендується застосовувати III для генерації тем і запитань для дебатів, зокрема з комплексних тем (як-от «Роль українських політичних сил у контексті Першої світової війни»), що дає змогу структурувати дискусію й уточнювати проблемні аспекти [120]. Також III використовується для підготовки текстів і плакатів – генерації шаблонів електронних листів (наприклад, повідомлення про батьківські збори), плакатів із правилами поведінки або техніки безпеки, підказок для написання творчих робіт [120].

У галузі *інформатики, STEM та робототехніки* особливе місце посідають можливості гейміфікації: системи III застосовують для створення ігрових механік, системи балів, місій, завдань для квестів, лідербордів, аватарок, бейджів і бонусів, що

підвищує мотивацію учнів [120]. У робототехніці та розпізнаванні передбачається генерація коду для роботів із подальшим аналізом та оптимізацією разом з учнями, а також використання інструментів Vittascience, Teachablemachine, Microbitai Inventor City для розпізнавання об'єктів, рухів, музики й підключення micro:bit до навчальних завдань [120]. На основі [72; 73] доцільно включати у STEM-проекти використання сервісів EOSC, інструментів для аналізу даних і моделювання, а також механізмів ІІ для обробки результатів експериментів [72; 73].

4.5. Етапи проєктування відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку вчителів

Таким чином, процес проєктування відкритого освітнього середовища з елементами ІІ є комплексною діяльністю, спрямованою на формування технологічно й педагогічно узгодженого простору, що підтримує індивідуалізоване, ефективне та безперервне професійне навчання педагогічних кадрів. Наступні етапи описують логіку та послідовність створення такого середовища.

Етап 1. Аналіз потреб користувачів

На першому етапі здійснюється ґрунтовне вивчення потреб педагогічних кадрів, їхнього досвіду використання цифрових технологій, рівня цифрової компетентності та готовності інтегрувати інструменти штучного інтелекту у професійну діяльність. Це може включати анкетування, діагностичні опитувальники, інтерв'ю, аналіз вже існуючих практик та освітніх запитів. Метою такого аналізу є виявлення реальних проблем, які можуть бути вирішені за допомогою ІІ, таких як автоматизація рутинних завдань, оптимізація підготовки матеріалів, підвищення якості оцінювання, підтримка персоналізації навчання тощо.

Отримані результати дозволяють сформулювати вимоги до функціональності майбутнього ВОС-ІІ, визначити найбільш релевантні сервіси, типи контенту,

форми навчання та механізми зворотного зв'язку. Саме на цьому етапі стає зрозуміло, які задачі будуть первинними: створення навчальних ресурсів, аналітика освітніх даних, підтримка педагогічного проєктування чи розвиток цифрової грамотності педагогів. Таким чином, аналіз потреб задає стратегічні рамки для всіх наступних етапів і мінімізує ризики створення середовища, яке не відповідатиме реальним запитам користувачів.

Етап 2. Вибір і налаштування хмарних та ШІ-сервісів відповідно до освітніх цілей

На цьому етапі відбувається добір оптимальних інструментів ШІ та хмарних сервісів відповідно до визначених педагогічних потреб. Оскільки ВОС-ШІ повинно бути відкритим і гнучким, враховується можливість використання різних платформ – Google Cloud Platform, Microsoft Azure AI, Amazon Web Services, OpenAI APIs, а також освітньо орієнтованих екосистем таких як Google Workspace for Education або Microsoft 365 Education. Важливо оцінити можливості кожної платформи щодо аналітики даних, генерації контенту, інтеграції з навчальними системами, а також доступності інструментів для педагогів.

Після вибору технологій здійснюється налаштування середовища: створення облікових записів, конфігурація робочих просторів, інтеграція сервісів між собою, налаштування політик доступу, збереження даних та безпеки. На цьому етапі формується технічна основа ВОС, що забезпечує його функціональність і надійність. Результатом є готова інфраструктура, у межах якої можна реалізовувати навчальні сценарії, організовувати спільну роботу та забезпечувати аналітичну підтримку освітнього процесу.

Етап 3. Інтеграція ВОС з навчальними платформами та інституційною інфраструктурою

Після налаштування основних інструментів ШІ середовище потребує інтеграції з уже наявною цифровою інфраструктурою навчального закладу. Це можуть бути платформи дистанційного навчання (Moodle, Google Classroom, Canvas), електронні журнали, бібліотеки, корпоративні портали, сервіси

зберігання даних, інструменти комунікації та інші цифрові системи. Інтеграція забезпечує безшовний перехід педагогів між середовищами та дозволяє уникнути дублювання функцій чи втрати даних.

Важливо також забезпечити єдину систему аутентифікації, узгодженість даних і можливість обміну результатами діяльності (завдання, оцінки, навчальні матеріали, аналітичні звіти). На цьому етапі середовище набуває цілісності та системності, оскільки ІІІ-підсистема стає частиною загальної освітньої екосистеми. Це дозволяє розширити функціональність наявних платформ, що вже використовують педагоги, не змінюючи їх базових робочих практик.

Етап 4. Розроблення навчальних сценаріїв із використанням ІІІ-інструментів

Цей етап є центральним у процесі проєктування ВОС-ІІІ, оскільки саме тут формуються педагогічні практики, на основі яких ІІІ буде привносити реальну цінність. Навчальні сценарії можуть включати використання ІІІ для аналізу освітніх даних (результати учнів, поведінкові патерни, статистика активності), автоматизованого оцінювання, генерації навчального контенту різних типів (текстів, ілюстрацій, тестів, інструкцій, відеоматеріалів), а також створення індивідуальних освітніх траєкторій учнів або педагогів. Сценарії повинні враховувати як педагогічну доцільність, так і можливості конкретних інструментів.

Важливим завданням є забезпечення балансу між автоматизацією та роллю педагога: ІІІ має підтримувати, а не замінювати професійну діяльність учителя. Тому у сценаріях передбачаються точки прийняття рішень педагогом, механізми корекції контенту та налаштування індивідуальних параметрів навчання. Результатом етапу є набір структурованих навчальних маршрутів, шаблонів і кейсів, які забезпечують практичне впровадження ІІІ в реальні освітні процеси.

Етап 5. Забезпечення відкритості та доступу до ресурсів

Однією з ключових вимог до ВОС-ІІІ є його відкритість, що передбачає доступність навчальних матеріалів, інструкцій, шаблонів, прикладів застосування ІІІ та аналітичних моделей. На цьому етапі створюється

навчальний портал або репозиторій, у якому зосереджено всі матеріали: методичні рекомендації, відеомануали, робочі зошити, інтерактивні лабораторії, коди для запуску моделей, зразки завдань. Відкритість забезпечує можливість масштабування середовища, його використання в різних навчальних установах та безперервне оновлення матеріалів.

Також важливо передбачити просту та інтуїтивну навігацію, доступ з різних пристроїв, можливість колективного наповнення ресурсу педагогами-експертами, а також використання ліцензій відкритого доступу для подальшого розповсюдження. Цей етап формує основу для поширення практик використання ІІІ та розвитку професійних спільнот, що підсилює сталий розвиток ВОС-ІІІ у довгостроковій перспективі.

Етап 6. Пілотне тестування та аналітика ефективності

Фінальний етап передбачає запуск середовища у тестовому режимі, залучення групи педагогів, здійснення навчання та супроводу, а також збір даних щодо ефективності функціонування ВОС-ІІІ. Це можуть бути аналітичні метрики (активність, запити, кількість згенерованих ресурсів), результати тестування, опитування, самооцінювання, фокус-групи. Пілотне тестування дозволяє виявити недоліки, уточнити сценарії, оптимізувати інтерфейс, налаштувати аналітичні моделі та скорегувати зміст навчальних модулів.



Рис. 4.1. Етапи проєктування відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку вчителів

Збір і аналіз даних є підґрунтям для ухвалення рішень щодо подальшого масштабування середовища, інтеграції нових інструментів, оновлення контенту та підвищення ефективності навчання педагогів. На цьому етапі ВОС-ШІ переходить від концепції до практичного застосування, забезпечуючи основу для безперервного вдосконалення через механізми зворотного зв'язку та емпіричні дані. Успішне пілотування демонструє готовність середовища до широкого впровадження та підтверджує його цінність для системи професійного розвитку педагогічних кадрів.

Відтак, враховуючи зазначене вище можна узагальнити рекомендації щодо впровадження ВОС з елементами ШІ для професійного розвитку вчителів. Узагальнення змісту методичних та інструктивно-методичних рекомендацій [72; 73; 120] дозволяє сформулювати комплекс підходів до впровадження відкритого освітнього середовища з елементами ШІ. На рівні проєктування середовища доцільно розглядати ВОС як відкриту хмароорієнтовану платформу з інтегрованими сервісами генеративного ШІ та EOSC, забезпечити її інтероперабельність із чинними системами

управління навчанням і ресурсами закладу освіти, а також ураховувати вимоги етичності, безпеки та регуляторних документів щодо ІІІ в освіті [72; 120].

На рівні професійного розвитку вчителів пропонується включати до програм підвищення кваліфікації модулі, присвячені роботі з сервісами ІІІ (загальними й спеціалізованими за предметами), інструментами EOSC, Copilot та іншими засобами, а також формувати окремі блоки з розвитку ІІІ-грамотності, критичного мислення щодо результатів роботи ІІІ й методів виявлення фейкових матеріалів [72; 73; 120].

На рівні методичної підтримки доцільно спиратися на розроблені в [73; 120] переліки сервісів ІІІ та приклади їх застосування на уроках, використовуючи їх як основу для створення банку методичних розробок. Важливо підтримувати створення вчителями власних сценаріїв уроків з використанням ІІІ – конспектів, завдань, дослідницьких проєктів – у межах ВОС [73; 120].

На рівні управління якістю та моніторингу рекомендується застосовувати аналітичні модулі ІІІ для відстеження прогресу вчителів у програмах підвищення кваліфікації, виявлення потреб у додатковій підтримці, а також для аналізу впливу використання ІІІ на результати навчання учнів і професійний розвиток учителів [72; 73]. Такий підхід сприяє системному, безпечному та ефективному впровадженню елементів штучного інтелекту в освітнє середовище закладів загальної середньої освіти.

Отже, ефективне впровадження технологій ІІІ в систему підвищення кваліфікації педагогічних працівників має потенціал підвищити якість освіти за рахунок індивідуалізації, розширення доступності та впровадження інноваційних форм професійного розвитку. Реалізація окреслених рекомендацій сприятиме поступовій і безпечній інтеграції інструментів ІІІ в освітнє середовище закладів загальної середньої освіти, створюючи необхідні умови для неперервного удосконалення професійних компетентностей учителів в умовах цифрової трансформації. ІІІ не здатен замінити вчителя, однак педагоги, які опановують і відповідально застосовують ці технології, отримують можливість суттєво розширити спектр професійних інструментів і забезпечити якісно новий рівень педагогічної взаємодії, зростаючи разом із розвитком сучасних цифрових рішень.

4.6. Рекомендації щодо використання сервісів штучного інтелекту Google Cloud для професійного розвитку педагогічних кадрів

Використання ШІ в освітньому процесі підвищує адаптивність освітнього середовища, забезпечує гнучкість у формуванні індивідуальних освітніх траєкторій та створює передумови для ефективного управління освітнім процесом.

Одним із перспективних рішень є використання хмарних сервісів Google, які надають широкий спектр сервісів для аналізу освітніх даних, розпізнавання мовлення та тексту, автоматизації створення навчальних матеріалів тощо.

Попри значний потенціал, рівень впровадження хмарних сервісів Google у систему підготовки та підвищення кваліфікації педагогів залишається недостатнім. Основними бар'єрами є низький рівень обізнаності педагогічних кадрів щодо можливостей ШІ, недостатня кількість рекомендацій та відсутність комплексного підходу до інтеграції ШІ в освітній процес.

Відтак, актуальність дослідження зумовлена необхідністю системного аналізу проблеми використання сервісів штучного інтелекту Google Cloud для професійного розвитку педагогічних кадрів, що дозволить розробити практичні рекомендації щодо їх використання.

У колективній монографії [131] комплексно досліджуються питання хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів. Авторський колектив аналізує основні поняття та концепції, що стосуються відкритої науки та хмарних технологій. Вони визначають термінологічний апарат і досліджують стан використання хмаро орієнтованих систем у вітчизняному та зарубіжному освітньому просторі. Проведене опитування педагогів підтверджує низький рівень обізнаності щодо сервісів відкритої науки, що вказує на необхідність підвищення цифрової компетентності вчителів. Автори розглядають еволюцію хмаро орієнтованих технологій у сфері освіти та обґрунтовують принципи та методи їх впровадження. Вони аналізують моделі застосування таких систем у навчальному процесі, окреслюють ключові переваги їх використання, зокрема покращення доступності освітніх ресурсів, розвиток співпраці між науковцями та педагогами,

індивідуалізацію навчального процесу. Розглядають питання використання European Open Science Cloud (EOSC) для забезпечення вільного доступу до наукових знань та інтеграції України у світовий дослідницький простір.

Окрему увагу автори [131] приділяють засобам і сервісам формування хмаро орієнтованих систем у професійному розвитку вчителів. Вони пропонують конкретні методики та рекомендації щодо використання відкритих наукових платформ, електронних бібліотек, сервісів для аналізу та візуалізації даних. Підкреслюється важливість адаптації таких технологій до потреб сучасної освіти, особливо в контексті підготовки педагогів природничо-математичних дисциплін для роботи у наукових ліцеях. Та наголошують на необхідності створення методичних матеріалів, розширення доступу до хмарних сервісів і вдосконалення підготовки педагогів у сфері цифрових технологій.

Шишкіна М. П. і Носенко Ю. Г. у своєму дослідженні [133] розглядають перспективні технології з елементами ІІІ для професійного розвитку педагогічних кадрів. Авторки підкреслюють необхідність модернізації освітнього середовища відповідно до сучасних технологічних досягнень, що є важливим для підготовки висококваліфікованих спеціалістів. Аналізують основні тенденції цифровізації освіти, включаючи використання хмарних обчислень, імерсивних технологій (AR/VR), а також ІІІ. Особливу увагу приділяють персоналізації навчання та розробці адаптивних освітніх платформ, що дозволяють покращити якість навчального процесу та підвищити ефективність підготовки вчителів.

У публікації Мар'єнко М. В. [117] досліджуються перспективи використання сервісів ІІІ в освітньому процесі, зокрема через платформу EOSC. Авторка зазначає, що хоча ІІІ може створювати певні загрози (до прикладу, академічна не доброчесність або автоматизація навчальних завдань), його потенційні переваги значно переважають загрози. Досвід використання таких сервісів ІІІ у освітньому процесі вже є позитивним, особливо після проведення навчальних заходів для педагогічних кадрів. Важливим аспектом цього дослідження є розробка класифікаційної схеми сервісів ІІІ за типом користувачів: адміністрація, вчителі та учні.

Також, авторкою [117] було визначено основні напрямки застосування сервісів ІІІ у професійному розвитку педагогічних кадрів, серед яких: мотивація навчання, краще сприйняття матеріалу, розвиток критичного мислення, пошук ідей для наукових досліджень, самостійне навчання та встановлення міжпредметних зв'язків. Для цього авторка аналізує сервіси, доступні на EOSC, зокрема ті, що мають відкритий доступ.

Проте, вивчення джерел показує, що проблема використання сервісів штучного інтелекту Google Cloud для професійного розвитку педагогічних кадрів є малодослідженою і потребує ґрунтовного вивчення.

Сучасні цифрові технології, зокрема сервіси ІІІ, набувають дедалі більшого значення у сфері освіти, сприяючи трансформації професійної діяльності педагогічних кадрів. Використання алгоритмів машинного навчання та інших інтелектуальних технологій у хмарних платформах, таких як Google Cloud, створює передумови для оптимізації освітнього процесу. Зокрема, впровадження сервісів Google Cloud забезпечує автоматизацію рутинних операцій, сприяє індивідуалізації навчального середовища та підвищує загальну продуктивність педагогічної діяльності, що, у свою чергу, може позитивно впливати на якість освіти та ефективність професійного розвитку освітян в цілому.

Використовувати можливості сервісів Google Cloud, зокрема працювати з додатками ІІІ у Google Cloud можна за умов наявності акаунту Google. На рис. 1 показано робоче середовище користувача у Google Cloud (сервіси ІІІ).

Далі коротко розглянемо функції основних сервісів ІІІ у Google Cloud для педагогічних кадрів.

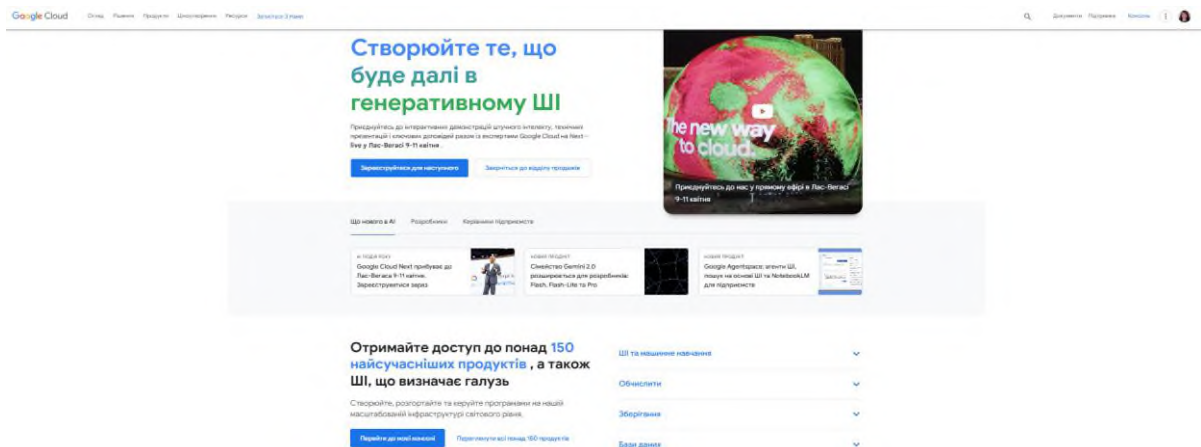


Рис. 4.2. Робоче середовище користувача у Google Cloud (сервіси ШІ) [25]

1. **Vertex AI** – це комплексна платформа для створення, навчання та розгортання моделей машинного навчання (ML). Вона дозволяє педагогам проводити аналіз великих освітніх даних, створювати персоналізовані навчальні траєкторії та прогнозувати успішність учнів. На рис. 2 показано робоче середовище користувача у Vertex AI на платформі Google Cloud [64].

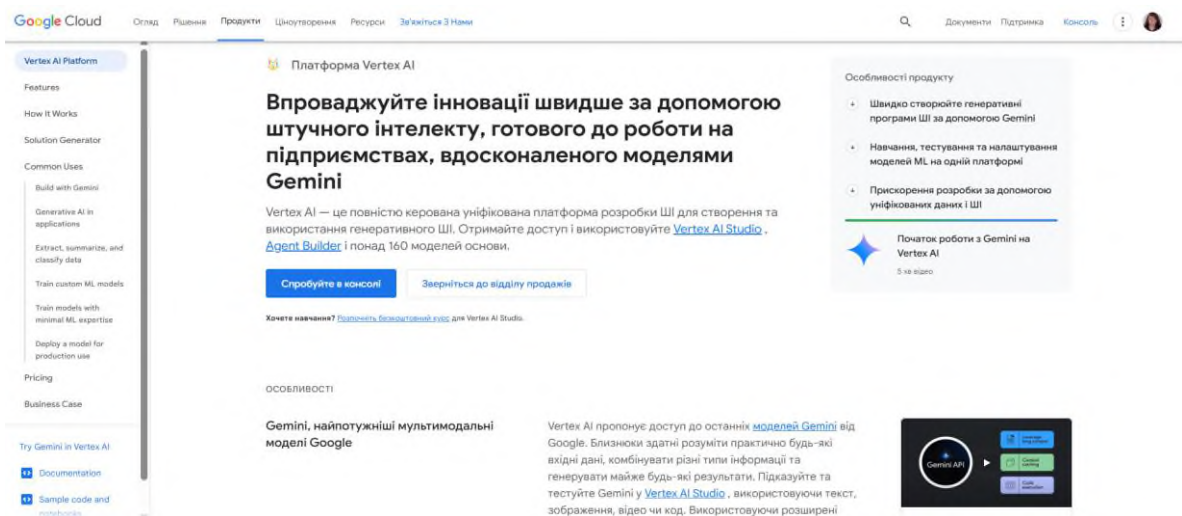


Рис. 4.3. Робоче середовище користувача у Vertex AI на платформі Google Cloud [64]

2. **API AI** дозволяє інтегрувати ШІ-функції у будь-які застосунки без необхідності створення власних ML-моделей. Вони покривають широкий спектр задач: розпізнавання мови та тексту, аналіз зображень, обробка відео, машинний переклад тощо.

API AI включають такі додатки як:

1) Cloud Vision AI – розпізнавання тексту та об’єктів у зображеннях;

2) Natural Language AI – аналіз тексту, класифікація та виявлення

ключових понять;

3) Speech-to-Text та Text-to-Speech – автоматичне перетворення мовлення в текст і навпаки, що корисно для створення навчальних матеріалів;

4) Translation AI – забезпечує автоматичний переклад освітніх ресурсів на різні мови [2].

На рис. 3 показано робоче середовище користувача у API AI на платформі Google Cloud.

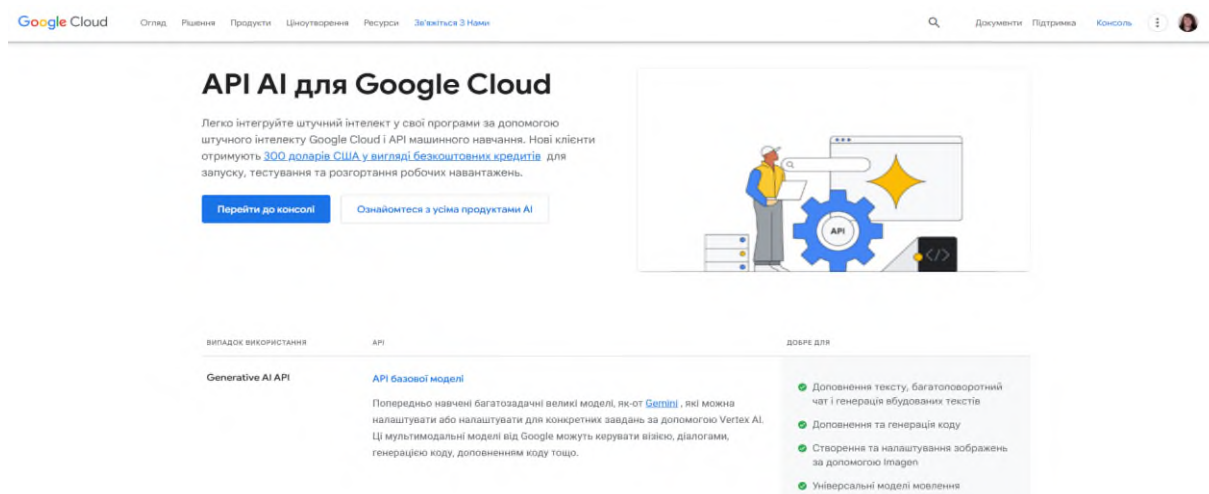


Рис. 4.4. Робоче середовище користувача у API AI на платформі Google Cloud [2]

3. **BigQuery ML** дає можливість педагогам та адміністрації закладів освіти аналізувати освітні дані без необхідності глибоких знань у програмуванні. За допомогою SQL-запитів можна будувати моделі машинного навчання для прогнозування успішності учнів, аналізу результатів тестів та оцінки ефективності навчальних методик [7]. На рис. 4 показано робоче середовище користувача у BigQuery ML на платформі Google Cloud.

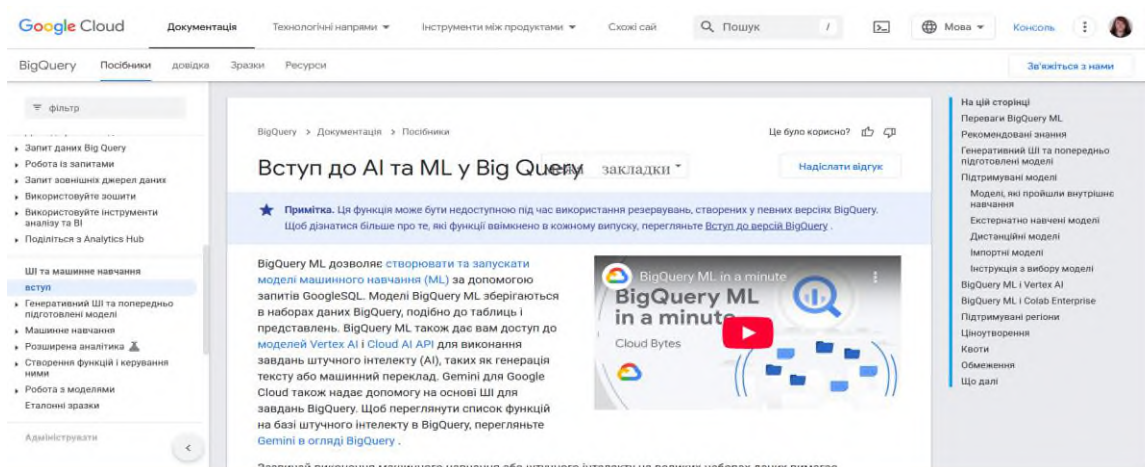


Рис. 4.5. Робоче середовище користувача у BigQuery ML на платформі Google Cloud [7]

4. **AutoML** надає можливість педагогічним кадрам без спеціальних знань у програмуванні створювати ML-моделі для класифікації текстів, аналізу освітніх відео та прогнозування тенденцій у навчальному процесі [5]. На рис. 5 показано робоче середовище користувача у AutoML на платформі Google Cloud.

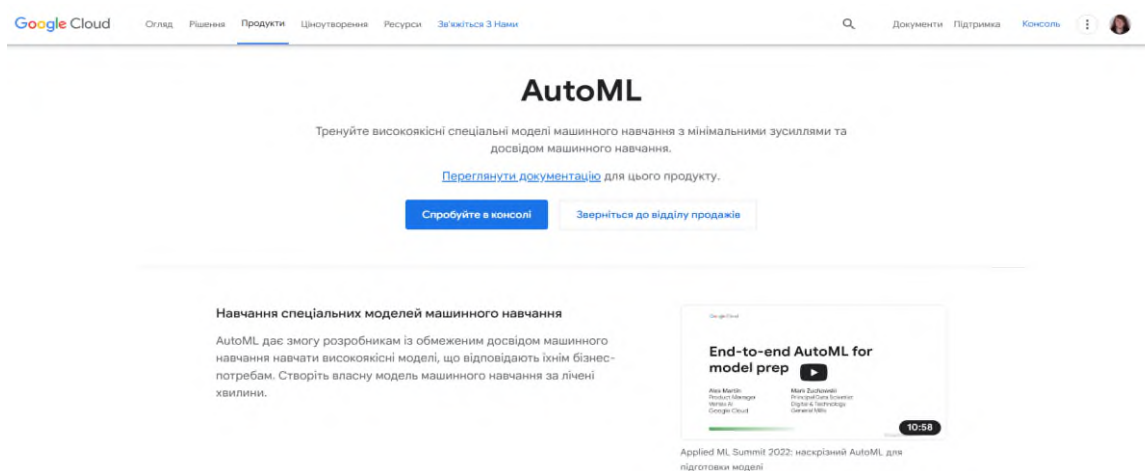


Рис. 4.6. Робоче середовище користувача у AutoML на платформі Google Cloud [5]

5. **Generative AI**. Застосування генеративного штучного інтелекту у навчанні дозволяє автоматично створювати навчальні матеріали, генерувати запитання до тестів та аналізувати тексти учнівських робіт. Gemini API надає можливість педагогічним кадрам автоматизувати створення освітнього контенту та розробляти інтерактивні навчальні програми [22]. На рис. 6 показано робоче середовище користувача у Generative AI на платформі Google Cloud.

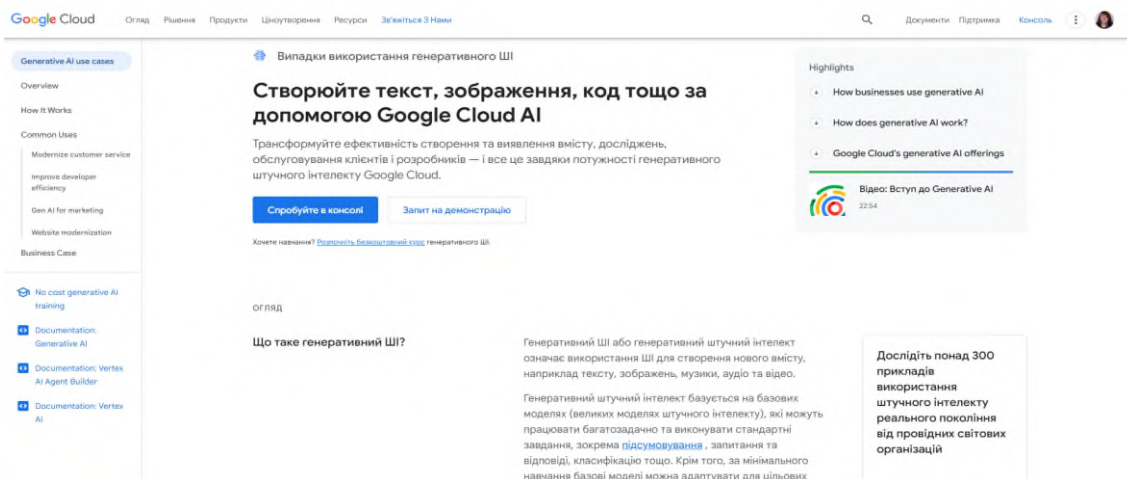


Рис. 4.7. Робоче середовище користувача у Generative AI на платформі Google Cloud [22]

Використання сервісів ШІ у Google Cloud для професійного розвитку педагогічних кадрів відкриває широкі можливості для підвищення ефективності навчання, персоналізації освітнього процесу та автоматизації рутинних завдань. Однак, впровадження сервісів ШІ потребує комплексного підходу, що включає навчання вчителів, дотримання етичних норм та забезпечення безпеки даних.

Отже, в ході дослідження було підтверджено, що використання сервісів ШІ Google Cloud є перспективним напрямом для професійного розвитку педагогічних кадрів. Використання сервісів ШІ Google Cloud сприяє персоналізації освітнього процесу, підвищенню ефективності навчання та автоматизації рутинних завдань.

Аналіз сервісів ШІ Google Cloud, таких як Vertex AI, API AI, BigQuery ML, AutoML та Generative AI, продемонстрував їх значний потенціал у педагогічній діяльності. Було визначено ключові напрями використання цих сервісів: прогнозування освітніх результатів, автоматизація аналізу навчальних матеріалів, розпізнавання мовлення та тексту, створення тестових завдань і персоналізованих навчальних траєкторій. Також, визначено умови, необхідні для ефективного використання сервісів ШІ Google Cloud, включаючи забезпечення педагогічних кадрів необхідними навичками, технічною підтримкою та створенням цікавих навчальних матеріалів. Та на основі проведеного аналізу надано рекомендації щодо інтеграції зазначених сервісів у освітню діяльність [101].

Висновки

Проведений аналіз засобів і сервісів ШІ показав, що найбільш перспективними для освіти є платформи машинного навчання, інструменти обробки природної мови, сервіси генеративного ШІ, засоби комп'ютерного зору та освітньої аналітики.

Результати опитування педагогів свідчать про високий інтерес до впровадження ШІ в освітній процес, проте зазначено потребу у методичній підтримці та підвищенні рівня знань.

Розроблена модель відкритого освітнього середовища з елементами ШІ, яка передбачає цільовий, змістовий, технологічний, діагностувальний і результативний компоненти, забезпечує інтеграцію передових технологій у систему професійного розвитку освітян.

Організовано методичний супровід і проведено майстер-класи, що підтвердило практичну доцільність використання сервісів ШІ в освітній і науковій діяльності.

Інтеграція відкритих освітніх середовищ з елементами ШІ у професійний розвиток вчителів згідно запропонованої методики створює передумови для якісних змін у навчанні, розвитку критичного мислення та формування новітніх підходів до викладання, що відповідають викликам сучасного суспільства.

ВОС з елементами ШІ, спроектоване згідно рекомендацій, є важливим інструментом професійного розвитку вчителів, сприяючи персоналізованому навчанню, адаптації до їхніх індивідуальних потреб та підвищенню цифрової компетентності з використання ШІ.

Результати наукового дослідження можуть бути використані науковцями, які здійснюють дослідження та розробки, спрямовані на розвиток систем та сервісів штучного інтелекту у системі педагогічної освіти, педагогами-практиками для ознайомлення з сучасними тенденціями формування і розвитку освітнього середовища з елементами штучного інтелекту в освітньому процесі.

Список використаних джерел

1. Abrol Monika. Role of Teacher in Promoting Inclusive Education. *International Journal For Multidisciplinary Research*. 2023. Volume 5, Issue 2. DOI: 10.36948/ijfmr.2023.v05i02.1626.
2. AI APIs for Google Cloud. URL: <https://cloud.google.com/ai> (дата звернення: 12.03.2025)
3. AI Regulation White Paper / Department for Science, Innovation and Technology. London : DSIT, 2023. URL: <https://www.gov.uk/government/publications/ai-regulation-a-pro-innovation-approach/white-paper>. (дата звернення: 14.02.2025).
4. Artificial Intelligence Act / European Union. Brussels : European Commission, 2023. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai>. (дата звернення: 14.02.2025).
5. AutoML for Google Cloud. URL: <https://cloud.google.com/automl> (дата звернення: 12.03.2025)
6. Ben-David S., Hrubeš P., Moran S., Shpilka A., Yehudayoff A. *Nature Machine Intelligence*. 2019. Vol. 1. P. 44-48. URL: <https://doi.org/10.1038/d41586-019-00083-3> (дата звернення: 12.04.2025).
7. BigQuery ML for Google Cloud. URL: <https://cloud.google.com/bigquery/docs/bqml-introduction> (дата звернення: 12.03.2025)
8. Brodbeck M. Models, Meaning, and Theories. *Symposium on Sociological Theory*, ed. by L. Gross. 1959. P. 370-373.
9. Canva. URL: <https://www.canva.com/> (дата звернення: 26.02.2025).
10. Castelvechi D. Machine learning leads mathematicians to unsolvable problem. *Nature*. 2019. Vol. 565(7739). P. 277. URL: <https://doi.org/10.1038/d41586-019-00083-3> (дата звернення: 25.03.2025).
11. Charlton C. T., Kellems R. O., Black B., Bussey H. C., Ferguson R., Goncalves B., Jensen M., Vallejo S. R. Effectiveness of avatar-delivered instruction on social initiations by children with Autism Spectrum Disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*. 2020. 71, 101494. DOI: 10.1016/j.rasd.2019.101494.
12. ChatGPT Shared Links FAQ. *Help OpenAI*. URL: <https://help.openai.com/en/articles/7925741-chatgpt-shared-links-faq> (дата звернення: 17.03.2025).
13. Choez Calderón C. J., Miranda Bajaan R. S. El rol de la inteligencia artificial en la educación inclusiva: Oportunidades y retos para la enseñanza personalizada : The role of artificial intelligence in inclusive education: Opportunities and challenges for personalized teaching. *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*. 2024. 5(2). P. 997-. DOI: <https://doi.org/10.60100/rcmg.v5i2.303>
14. Daher W., Diab H., Rayan A. Artificial intelligence generative tools and conceptual knowledge in problem solving in chemistry. *Information*. 2023. 14(7), 409. DOI: <https://doi.org/10.3390/info14070409>
15. European Commission. AI Act. 2024. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai>
16. Explaining decisions made with AI. *Information Commissioner's Office (ICO)*. Wilmslow : ICO, 2020. URL: <https://ico.org.uk/for-organisations/guide-to-data-protection/key-data-protection-themes/explaining-decisions-made-with-ai/>. (дата звернення: 14.02.2025).
17. Foltynnek T., Bjelobaba S., Glendinning I., Khan Z. R., Santos R., Pavletic P., Kravjar J. ENAI recommendations on the ethical use of artificial intelligence in education. *International Journal for Educational Integrity*. 2023. 19, 12. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40979-023-00133-4>
18. Four Principles of Explainable Artificial Intelligence. *National Institute of Standards and Technology (NIST)*. Gaithersburg : NIST, 2020. URL: <https://www.nist.gov/document/four-principles-explainable-artificial-intelligence-nistir-8312> (дата звернення: 14.02.2025).
19. Full AI List. *Aixploria*. URL: <https://www.aixploria.com/en/ultimate-list-ai/> (дата звернення: 12.12.2024).
20. Fullan M., Azorín C., Harris A., Jones M. Artificial intelligence and school leadership: challenges, opportunities and implications. *School Leadership & Management*. 2024. Vol. 44, № 4. P. 339-346. DOI: <https://doi.org/10.1080/13632434.2023.2246856>
21. Gamma. URL: <https://gamma.app/> (дата звернення 24.02.2025).
22. Generative AI for Google Cloud. URL: <https://cloud.google.com/use-cases/generative-ai> (дата звернення: 12.03.2025)
23. Gibellini G., Fabretti V., Schiavo G. AI Education from the Educator's Perspective: Best Practices for an Inclusive AI Curriculum for Middle School. *Extended Abstracts of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '23)*. 2023. Article No. 27, P. 1-6. DOI: <https://doi.org/10.1145/3544549.358574>.
24. Gocen A., Aydemir F. Artificial Intelligence in Education and Schools. *Research on Education and Media*. 2020. Vol. 12, No. 1. P. 14-21. DOI: 10.2478/rem-2020-0003
25. Google Cloud. URL: <https://cloud.google.com/> (дата звернення: 10.03.2025)
26. Google Slides. URL: <https://docs.google.com/presentation/> (дата звернення: 26.02.2025).

27. Google Workspace Marketplace. Alayna ai for Google Slides. URL: https://workspace.google.com/marketplace/app/alayna_ai_for_google_slides/503455951279 (дата звернення: 26.02.2025).
28. Grybyuk O. O. Mathematical modeling as a means and method of problem solving in teaching subjects of branches of mathematics, biology and chemistry. *Proceedings of the First International conference on Eurasian scientific development*. Vienna : «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH., 2014. P. 46-53.
29. Guettala M., Bourekache S., Kazar O., Harous S. Generative Artificial Intelligence in Education: Advancing Adaptive and Personalized Learning. *Acta Informatica Pragensia*. 2024. 13(3), P. 460-489. DOI: 10.18267/j.aip.235.
30. Habib M.A., Rahaman M.M., Wahiduzzaman M. Educational Transformation: Refocusing Research, Innovation, Technology Integration and Social Inclusion – An Editorial. *Teacher's World: Journal of Education and Research*. 2024. 49(2). P. 9-14. DOI: <https://doi.org/10.3329/twjer.v49i2.71982>.
31. Heeg D. M., Avraamidou L. The use of Artificial Intelligence in school science: a systematic literature review. *Educational Media International*. 2023. Vol. 60, № 2. P. 125-150. DOI: <https://doi.org/10.1080/09523987.2023.2264990>.
32. Hicks M.T., Humphries J., Slater J. ChatGPT is bullshit. *Ethics and Information Technology*. 2024. 26, 38. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10676-024-09775-5>.
33. Hrybiuk O. CleverCOMSRL Intelligent Expert System Knowledge Representation Model Features and Inconsistency Resolution Capabilities. *Innovations in Mechatronics Engineering IV* / ed. by J. Machado, J. Trojanowska, F. Soares, P. Rea, S. Butdee, B. Gramescu. Cham : Springer, 2025. P. 57-68. (Lecture Notes in Mechanical Engineering). DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-94223-5_6
34. Hrybiuk O. Engineering in Educational Institutions: Standards for Arduino Robots as an Opportunity to Occupy an Important Niche in Educational Robotics in the Context of Manufacturing 4.0. *Proceedings of the 16th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*. 2020. Volume 27-32. P. 770-785.
35. Hrybiuk O. Experience in Implementing Computer-Oriented Methodological Systems of Natural Science and Mathematics Research Learning in Ukrainian Educational Institutions. *Innovations in Mechatronics Engineering* / ed. by J. Machado, F. Soares. Cham : Springer, 2022. P. 55-68. (Lecture Notes in Mechanical Engineering).
36. Hrybiuk O. Improvement of the Educational Process by the Creation of Centers for Intellectual Development and Scientific and Technical Creativity. *Advances in Manufacturing II* / ed. by A. Hamrol, A. Kujawińska, M. Barraza. Cham : Springer, 2019. P. 370-382. (Lecture Notes in Mechanical Engineering).
37. Hrybiuk O. Mathematical modeling as a means and method of problem solving in teaching subjects of branches of mathematics, biology and chemistry. *Proceedings of the First International conference on Eurasian scientific development*. Vienna : «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH, 2014. P. 46-53.
38. Hrybiuk O. Problems of expert evaluation in terms of the use of variative models of a computer-oriented learning environment of mathematical and natural science disciplines in schools. *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Seria: Organizacja i Zarządzanie*. Poznań : Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej (WPP), 2019. Zeszyt 79. P. 101-119.
39. Hrybiuk O. Psychophysiological aspects of the phenomenon of a child's presence in a virtual environment in the process of research learning: results of empirical research. *European potential for the development of pedagogical and psychological science : Collective monograph*. Riga : «Baltija Publishing», 2021. P.147-187.
40. 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 (дата звернення: 17.05.2025).
41. Hrybiuk O., Vedishcheva O. Experimental Teaching of Robotics in the Context of Manufacturing 4.0: Effective Use of Modules of the Model Program of Environmental Research Teaching in the Working Process of the Centers "Clever". *Innovations in Mechatronics Engineering II*. Cham : Springer, 2022. (Lecture Notes in Mechanical Engineering). DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-09385-2_20
42. Implementing the UK's AI Regulatory Principles: Initial Guidance for Regulators. London : Department for Science, Innovation and Technology (DSIT), 2024. 27 p. URL: www.gov.uk/dsit. (дата звернення: 14.02.2025).
43. Jančařík, A., Jarmila N., Michal J. (2022). Artificial intelligence assistant for mathematics education. *Proceedings of the 21st European Conference on e-Learning (ECEL 2022)* / ed. by P. Fotaris, A. Blake. Reading : Academic Conferences International Limited, 2022. P. 143-148. DOI: <https://doi.org/10.34190/ecel.21.1.783>
44. Karakosta E., Dautenhahn K., Syrdal D., Wood L., Robins B. Using the humanoid robot Kaspar in a Greek school environment to support children with Autism Spectrum Condition. *Paladyn, Journal of Behavioral Robotics*. 2019. 10(1). P. 298-317. DOI: 10.1515/pjbr-2019-0021.
45. Kovalenko V., Marienko M. Using Specialized AI Services Offered by EOSC for the Professional Development of Science and Mathematics Teachers. *Futureproofing Engineering Education for Global Responsibility : proceedings*

- of the ICL 2024 Conference / ed. by M. E. Auer, T. Rüütman. Cham : Springer, 2025. (Lecture Notes in Networks and Systems ; Vol. 1281). DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-83520-9_21
46. Leaton Gray S. Artificial intelligence in schools : Towards a democratic future. *London Review of Education*. 2020. Vol. 18, No. 2. P. 163-177. DOI: <https://doi.org/10.14324/LRE.18.2.02>.
 47. Lytvynova S. H., Vodopian N. I., Sysoeva O. I. Artificial Intelligence in Secondary Education: An Innovative Teacher's Tool to Ensure Individualised Learning for Students. *International Conference on New Media Pedagogy*. Cham : Springer Nature Switzerland, 2023. P. 393-412.
 48. Marienko M. V., Semerikov S. O., Markova O. M. Artificial intelligence literacy in secondary education: methodological approaches and challenges. *Proceedings of the 11th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2023)*. Kryvyi Rih, Ukraine, 22 December 2023. *CEUR Workshop Proceedings*. Vol. 3679. P. 87-97. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3679/>. (дата звернення: 18.03.2025).
 49. Melo-López V.-A., Basantes-Andrade A., Gudiño-Mejía C.-B., Hernández-Martínez E. The Impact of Artificial Intelligence on Inclusive Education: A Systematic Review. *Education Sciences*. 2025. 15(5). 539. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci15050539>.
 50. Miao F., Holmes W. Guidance for generative AI in education and research. UNESCO, 2023. DOI: <https://doi.org/10.54675/EWZM9535>
 51. Panda Annapurna, Meher Akash. Implementation of Inclusive Education: An Exploration of Determinants, Challenges and Opportunities. *International Journal For Multidisciplinary Research*. 2023. Volume 5, Issue 3. P. 1-18. DOI: <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2023.v05i03.18333>.
 52. Sendsteps. URL: <https://web.sendsteps.com/> (дата звернення: 26.02.2025).
 53. Shani C., Jurafsky D., LeCun Y., Shwartz-Ziv R. From Tokens to Thoughts: How LLMs and Humans Trade Compression for Meaning. *ArXiv*. 2025. abs/2505.17117. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2505.17117>
 54. Shumailov I., Shumaylov Z., Zhao Y. et al. AI models collapse when trained on recursively generated data. *Nature*. 2024, 631. P. 755–759. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07566-y>.
 55. Sijuola R., Davidova J. Challenges of Implementing Inclusive Education: Evidence from Selected Developing Countries. *Rural Environment. Education. Personality (REEP)*. 2022. 15. P. 140-147. DOI: <https://doi.org/10.22616/REEP.2022.15.017>
 56. Singh R. K., Kumar R. R. Artificial Intelligence in Teaching and Teacher Professional Development: A Systematic Review. *International Journal of Scientific Research & Engineering Trends*. 2025. Proc. of the International Conference on AI's Potential to Transform Education and Teacher Practices (ICAETP, 7 Oct 2025). P. 1-7.
 57. Slidesgo. URL: <https://slidesgo.com/> (дата звернення 24.02.2025).
 58. Software for Exascale Computing – SPPEXA 2016-2019 / ed. by H.-J. Bungartz et al. Cham : Springer International Publishing, 2020. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-47956-5> (дата звернення: 17.04.2025).
 59. Teach Hub. Вчимося використовувати ШІ : практичні поради для створення ефективних презентацій. URL: https://teach-hub.com/vchymosia-vykorystovuvaty-shi-praktychni-porady-dlia-stvorennia-efektyvnykh-prezentatsiy/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 25.02.2025)
 60. Tuna A. Inclusive Education for Young Children with Autism Spectrum Disorder: Use of Humanoid Robots and Virtual Agents to Alleviate Symptoms and Improve Skills, and A Pilot Study. *Journal of Learning and Teaching in Digital Age*. 2022. 7(2). P. 274-282. DOI: <https://doi.org/10.53850/joltida.1071876>.
 61. Uddin M., Arfeen S.U., Alanazi F. et al. A Critical Analysis of Generative AI: Challenges, Opportunities, and Future Research Directions. *Arch Computat Methods Eng*. 2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11831-025-10355-z>.
 62. UNESCO. Digital Learning and Transformation of Education : Artificial Intelligence in Education. 2024. URL: <https://www.unesco.org/en/digital-education/artificial-intelligence>.
 63. Vanderpuye Irene, Kwesi Obosu Gideon, Nishimuko Mikako. Sustainability of inclusive education in Ghana: teachers' attitude, perception of resources needed and perception of possible impact on pupils. *International Journal of Inclusive Education*. 2020. 24:14. P. 1527-1539. DOI: 10.1080/13603116.2018.1544299.
 64. Vertex AI for Google Cloud. URL: <https://cloud.google.com/vertex-ai> (дата звернення: 12.03.2025)
 65. Volker E., Gupta S., Brown B. Inclusive Education: Advantages and Overcoming Barriers. *MacEwan University Student EJournal*. 2023. 6(1). DOI: <https://doi.org/10.31542/muse.v6i1.2281>.
 66. Wang J., Fan W. The effect of ChatGPT on students' learning performance, learning perception, and higher-order thinking: insights from a meta-analysis. *Humanit Soc Sci Commun*. 2025. 12. 621. DOI: <https://doi.org/10.1057/s41599-025-04787-y>.
 67. Wardono P. et al. Effects of AI Image Generator Application on Student Cognitive Load in Design Studies. *IT For Society*. 2024. Vol. 9, № 2. DOI: <http://dx.doi.org/10.33021/itfs.v9i2.5741>.

68. Zahurin K., Mamat N., Wan Ali W.N.H., Abas H. The Influence of Robotic Process Automation on the Administrative Workload of Teachers. *Open International Journal of Informatics*. 2024. 12(1). P. 47–56. DOI: <https://doi.org/10.11113/oiji2024.12n1.296/>
69. Zhou L., Lin H. Generative Adversarial Networks in Education: Opportunities and Challenges. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. 2021. 31(3). P. 345–362. DOI: 10.1007/s40593-021-00221-7.
70. Бабкова О. О., Стадниченко К. В. Методичні аспекти застосування сервісів штучного інтелекту на уроках природничої та інформатичної освітніх галузей. *Наукові записки. Серія : Педагогічні науки*. 2024. № 215. С. 99–105. DOI: 10.36550/2415-7988-2024-1-215-99-105
71. Використання Microsoft Copilot у вищій освіті та наукових дослідженнях: навчально-методичний посібник / В.В. Осадчий, К.П. Осадча. Київ : ІЦО НАПН України, 2024. 90 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/743248/>
72. Використання відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку вчителів : метод. рекомендації. / Гриб'юк О. О., Дзюба С. М., Коваленко В. В., Мар'єнко М. В., Осадчий В. В., Семеріков С. О., Шишкіна М. П., Яцишин А. В. / За ред. М. П. Шишкіної. Київ : ІЦО НАПН України, 2024. 118 с. DOI 10.33407/LIB.NAES.ID/EPRINT/743998
73. Використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти : метод. рекомендації. / Коваленко В. В., Мар'єнко М. В. / За ред. В. В. Коваленко, М. В. Мар'єнко. Київ : ІЦО НАПН України, 2024. 71 с. DOI: 10.33407/lib.NAES.id/eprint/743886
74. Використання засобів і сервісів штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів : препринт (аналітичні матеріали) / Барладим В. М., Брюка А. В., Бугасенко М. А., Гриб'юк О. О., Коваленко В. В., Мар'єнко М. В., Осадчий В. В., Семеріков С. О., Тукало С. М., Шишкіна М. П., Яцишин А. В. / За ред. М. П. Шишкіної. Київ : ІЦО НАПН України, 2024. 96 с. DOI: 10.33407/LIB.NAES.ID/EPRINT/744000
75. Використання штучного інтелекту в освіті / І. М. Візніук та ін. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2021. Випуск 59. С. 14–22. DOI : <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2021-59-14-22>.
76. Воротникова І. П. Професійний розвиток вчителів природничої та математичної галузей з використання штучного інтелекту. *Електронне наукове фахове видання «Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету»*. 2023. № 15. С. 18–34. DOI :10.28925/2414-0325.2023.152
77. Головка Д. Ю. Штучний інтелект у діяльності педагога професійної освіти : електронний навчальний курс. Біла Церква. 2023. 48 с. URL : <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/737246> (дата звернення : 20.01.2025).
78. Горбенко А. А. Можливості використання штучного інтелекту для генерації освітніх презентацій на заняттях з дисципліни «Комп'ютерні технології в освітньому процесі». *Педагогічні науки та освіта*. 2023. Вип. XLIV–XLV. С. 33–38.
79. Гриб'юк О. О. Імерсивні технології у процесі навчання предметів математичного циклу: становлення нової освітньої парадигми. *Педагогічні науки: теорія та практика*. Запоріжжя : Видавничий дім «Гельветика», 2021. № 4(40). С. 35–45. DOI: <https://doi.org/10.26661/2786-5622-2021-4-05>
80. Гриб'юк О. О. Використання технологій штучного інтелекту вчителями математики в процесі дослідницького навчання для мотивації навчально-пізнавальної діяльності учнів: виклики, загрози та перспективи. *Педагогічна інноватика: сучасність та перспективи*. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2024. Вип. 4. С. 116–126. URL: <https://doi.org/10.32782/ped-uzhnu/2024-4-18>.
81. Гриб'юк О. О. Вплив інформаційно-комунікаційних технологій на психофізіологічний розвиток молодого покоління. “Science”, the European Association of pedagogues and psychologists. *International scientific-practical conference of teachers and psychologists “Science of future”: materials of proceedings of the International Scientific and Practical Congress*. Prague (Czech Republic). Publishing Center of the European Association of pedagogues and psychologists “Science”, 2014. Vol.1. P. 190–207.
82. Гриб'юк О. О. Дослідження розвитку інтелекту: Особливості дослідницького навчання учнів з різними рівнями розвитку інтелекту в закладах загальної середньої освіти України та Польщі. *Технології розвитку інтелекту*. 2020. Том 4. №3(28). DOI: <http://doi.org/10.31108/3.2020.4.3.4>
83. Гриб'юк О. О. Дослідницьке навчання учнів предметів природничо-математичного циклу з використанням комп'ютерно орієнтованих методичних систем : монографія. Київ : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2019. 858 с.: іл.
84. Гриб'юк О. О. Когнітивна теорія комп'ютерно орієнтованої системи навчання природничо-математичних дисциплін та взаємозв'язки вербальної і візуальної компонент. *Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди»*. Додаток 1 до Вип.36, Том IV (64): Тематичний випуск «Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору». Київ : Гнозис, 2015. С. 158–175.

85. Гриб'юк О. О. Комп'ютерне моделювання та робототехніка в навчально-виховному процесі сучасного навчального закладу. *Сьома міжнародна науково-практична конференція FOSS Lviv-2017 : Збірник наукових праць*, 27-30 квітня 2017 року, м. Львів. С. 38-43. ISBN 978-966-2598-86-5.
86. Гриб'юк О. О. Математичне моделювання при навчанні дисциплін математичного та хіміко-біологічного циклів: навчально-методичний посібник для учителів. Рівне : РДГУ, 2010. 207 с.
87. Гриб'юк О. О. Педагогічне проектування варіативних моделей комп'ютерно орієнтованих методичних систем дослідницького навчання предметів природничо-математичного циклу з використанням технологій штучного інтелекту. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах : зб. наук. пр.* / [редкол.: А.В. Сущенко (голов. ред.) та ін.]. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2024. Вип. 92. С. 93-102. URL: <https://doi.org/10.32782/1992-5786.2024.92.15>.
88. Гриб'юк О. О. Педагогічне проектування комп'ютерно орієнтованого середовища навчання дисциплін природничо-математичного циклу. *Наукові записки. Випуск 7. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. Частина 3. Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2015. С. 38-50.
89. Гриб'юк О. О. Перспективи впровадження варіативних моделей комп'ютерно орієнтованого середовища навчання предметів природничо-математичного циклу у загальноосвітніх навчальних закладах України. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету. Серія педагогічна*. Кам'янець-Подільський: КПНУ, 2016. Випуск 22. С. 184-190.
90. Гриб'юк О. О. Психофізіологічні підходи щодо проектування комп'ютерно орієнтованих методичних систем дослідницького навчання учнів з педагогічно виваженим використанням імерсивних технологій. *Габітус. Науковий журнал*. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2022. Випуск 39. С. 95-103. DOI: <https://doi.org/10.32843/2663-5208.2022.39.17>
91. Гриб'юк О. О. Рівнева модель дослідницького навчання учнів математики з використанням комп'ютерно орієнтованої методичної системи. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2020. Том 77. № 3. С. 39-65.
92. Гриб'юк О. О. Форми і методи використання технологій штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів: дидактичні та психофізіологічні аспекти дослідницького навчання. *Габітус: науковий журнал*. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2024. Вип. 60. С. 55-68. URL: <https://doi.org/10.32782/2663-5208.2024.60.9>.
93. Гриб'юк О. О. Імерсивні технології в освіті: особливості когнітивного розвитку дитини у віртуальному середовищі в процесі дослідницького навчання. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми : збірник наукових праць*. Вінниця : ТОВ «Друк плюс», 2021. Вип.62. С. 138-162. ISBN 978-966-2337-01-3
94. Гриб'юк О.О. Методичні основи педагогічного проектування КОМСДН і використання технологій штучного інтелекту в навчанні математики: трансформація навчального процесу через інноваційні технології. *Науковий журнал «Педагогічна інноватика: сучасність та перспективи»*. Випуск 9 (2025). Видавничий дім «Гельветика», 2025. С. 87-100. DOI: <https://doi.org/10.32782/ped-uzhnu/2025-9-15>
95. Гриб'юк О.О. Феномен колективного інтелекту в контексті конвергенції імітаційних систем і технологій штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів. *Науковий журнал «Габітус»*. Випуск 74 (6). Видавничий дім «Гельветика», 2025. С. 55-68. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-5208.2024.60.9>
96. Дистанційне навчання у школах скасовують: яким буде навчання. КОШТ. URL : <https://kosht.media/dystantsiynе-navchannia-u-shkolakh-skasovuiut-iakym-bude-navchannia/> (дата звернення: 28.01.2025).
97. Діти з особливими освітніми потребами у загальноосвітньому просторі / навчально-методичний посібник / авт.: Н. Ярмола, Л. Коваль-Бардаш, Н. Компанець, Н. Квітка, А. Лапін. К. : ІСПП імені Миколи Ярмаченка НАПН України, 2020. 208 с.
98. Долганенко О. Д., Широкопетлева М. С., Штанько В. І., Репіхов В. М. Штучний інтелект та зображення : підробка, доповнення, чи реальність? *Наукові праці Вінницького національного технічного університету*. 2024. № 3. DOI: 10.31649/2307-5376-2024-3-17-24.
99. Дущенко О. С. Огляд наукових підходів до використання технологій штучного інтелекту в освітньому процесі. *Освітологічний дискурс*. 2024. Том 46. № 3. С. 6-22. DOI: 10.28925/2312-5829/2024.3.1.
100. Єфремова О. В. Використання сервісу III RunwayML для створення візуалізації даних. *Вісник Дніпровської академії неперервної освіти. Серія: Філософія. Педагогіка*. 2024. Том 1. № 1. С. 142-149. DOI: 10.54891/2786-7013-2024-1-16
101. Коваленко В. В. Рекомендації щодо використання сервісів штучного інтелекту Google Cloud для професійного розвитку педагогічних кадрів. *Науковий журнал «Інноваційна педагогіка»*, № 81, Т. 2 2025. С. 171-175. DOI: <https://doi.org/10.32782/26636085/2025/81.2.34>

102. Коваленко В. В., Мар'єнко М. В. Використання вчителями сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти : метод. рекомендації / за ред. В. В. Коваленко, М. В. Мар'єнко. Київ : Ін-т цифровізації освіти НАПН України, 2024. 71 с. DOI: 10.33407/lib.NAES.id/eprint/743886.
103. Коваленко В. В., Мар'єнко М. В. Методичні засади використання вчителями сервісів генеративного штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів. *Фізико-математична освіта*, Том 40 № 3, 2025. С. 19-24. DOI: <https://doi.org/10.31110/fmo2025.v40i3-03>
104. Коваленко В. В., Мар'єнко М. В., Шишкіна М. П., Яцишин А. В. Використання засобів штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів. *Освітологічний дискурс*. 2025. Том 49. № 2. С. 24-34. DOI: 10.28925/2312-5829/2025.2.3
105. Коваленко В. В., Тукало С. М., Барладим В. М., Бугаєнко М. А. Впровадження регуляторних принципів штучного інтелекту у великій британії: аналіз та перспективи // Звітна наукова конференція Інституту цифровізації освіти НАПН України «Цифрова трансформація науково-освітніх середовищ в умовах воєнного стану» : збірник матеріалів, 27 лютого 2025 р., м. Київ / упоряд. : О. П. Пінчук, Н. В. Яськова. Київ : ІЦО НАПН України, 2025. С. 111-116. DOI: <https://doi.org/10.33407/lib.NAES.id/eprint/745107>
106. Коваленко В. В., Шишкіна М. П. Модель відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. Кропивницький : Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка, 2025. Випуск 219. С. 43-49. DOI: 10.36550/2415-7988-2025-1-219-43-49
107. Коваленко В. В., Яцишин А. В. Використання сервісів штучного інтелекту для створення мультимедійних презентацій в освіті і наукових дослідженнях. *Щоквартальний науково-методичний журнал «Освіта та розвиток обдарованої особистості»* № 1(96), 2025. С. 17-25. DOI: [https://doi.org/10.63437/2309-3935-2025-1\(96\)-03](https://doi.org/10.63437/2309-3935-2025-1(96)-03)
108. Коваленко В. В. Використання web-орієнтованих і мультимедійних технологій у формуванні соціальної компетентності молодших школярів : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.10 – інформаційно-комунікаційні технології в освіті / Коваленко Валентина Володимирівна ; Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Київ, 2018. 286 с.
109. Колупаєва А. А., Таранченко О. М. «Інклюзивна освіта: від основ до практики» : монографія. К. : ТОВ «АТОПОЛ», 2016. 152 с.
110. Литвинова С. Г. Засоби і сервіси хмаро орієнтованих систем відкритої науки для професійного розвитку вчителів ліцеїв. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія : «Педагогіка. Соціальна робота»*. 2021. № 1 (48). С. 225-230. DOI: 10.24144/2524-0609.2021.48.225-230
111. Майстер-клас «Штучний інтелект – поповнення скриньки цифрових інструментів сучасного педагога». YouTube: website. URL: <https://youtu.be/PXQd5jIYbA?feature=shared> (дата звернення 12.12.2024).
112. Мар'єнко М. В. Методика використання сервісів штучного інтелекту для генерації зображень для професійного розвитку вчителів. *Інноваційна педагогіка*, 2025. Випуск 79. Том 2. С. 243-246. DOI: 10.32782/2663-6085/2025/79.2.47
113. Мар'єнко М. В. Методика використання сервісу штучного інтелекту OpenArt для професійного розвитку вчителів. *Інноваційна педагогіка*, 2025. Випуск 80. Том 2. С. 131-134. DOI: 10.32782/2663-6085/2025/80.2.27
114. Мар'єнко М. В. Методика добору сервісів штучного інтелекту на базі каталогу Aixploria для професійного розвитку вчителів. *Наукові записки. Серія : Педагогічні науки*, 2025. Випуск 217. С. 142-146. DOI: 10.36550/2415-7988-2025-1-217-142-146
115. Мар'єнко М. В. Методичні засади використання сервісів штучного інтелекту для генерації презентацій для професійного розвитку вчителів. *Наукові записки. Серія : Педагогічні науки*, 2025. Випуск 218. С. 168-173. DOI: 10.36550/2415-7988-2025-1-218-168-173
116. Мар'єнко М. В. Добір сервісів штучного інтелекту для використання у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти. *Наукові записки. Серія : Педагогічні науки*. 2024. № 214. С. 256-261. DOI: 10.36550/2415-7988-2024-1-214-256-261
117. Мар'єнко М. В. Перспективні шляхи використання засобів і сервісів штучного інтелекту Європейської хмари відкритої науки для професійного розвитку педагогічних кадрів. *Наукові записки. Серія : Педагогічні науки*, 2024. Випуск 213. С. 196-201. DOI: 10.36550/2415-7988-2024-1-213-196-201
118. Мар'єнко М. В., Коваленко В. В. Штучний інтелект та відкрита наука в освіті. *Фізико-математична освіта*. 2023. Том 38. № 1. С. 48-53. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-1-007
119. Медведєва М. О. Добір онлайн-сервісів для генерації тестів за допомогою штучного інтелекту. *Вісник науки та освіти. Серія «Педагогіка»*. 2024. № 4 (22). С. 1201-1213. DOI: 10.52058/2786-6165-2024-4(22)-1201-1213

120. Міністерство освіти і науки України. Проект інструктивно-методичних рекомендацій щодо запровадження та використання технологій штучного інтелекту в закладах загальної середньої освіти. 2024. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/news/2024/05/21/Instruktyvno.-metodychni.rekomendatsiyi.shchodo.SHI.v.ZZSO-22.05.2024.pdf>
121. Міністерство освіти і науки України. Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2021–2031 роки. 2020. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/rizne/2020/09/25/rozvitku-vishchoi-osviti-v-ukraini-02-10-2020.pdf>
122. Морзе Н. В., Варченко-Троценко Л. О., Терлецька Т. С., Смирнова-Трибульська Є. М. Штучний інтелект у ролі асистента вчителя початкової школи. *Електронне наукове фахове видання «Відкрите освітнє середовище сучасного університету»*. 2023. № 15. С. 97-115. DOI: 10.28925/2414-0325.2023.158.
123. Про схвалення Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні : Розпорядження Каб. Міністрів України № 1556-р від 2.12.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-2020-%D1%80#Text> (дата звернення : 28.01.2025).
124. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 7 червня 2024 р. №527-р «Про схвалення Національної стратегії розвитку інклюзивного навчання на період до 2029 року та затвердження операційного плану заходів з її реалізації на 2024-2026 роки». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/527-2024-%D1%80#Text>.
125. Chao Y. R. Models in linguistics and models in general. *Logic, methodology and philosophy of science*. Stanford, 1962. P. 563-564.
126. Скрипка Г. В. Штучний інтелект в освіті: удосконалення програм підвищення кваліфікації педагогів. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2024. Том 101. № 3. С. 227-238. DOI: 10.33407/itlt.v101i3.5639
127. Технічне завдання на наукове дослідження «Проектування і використання відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів». URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/739682/> (дата звернення: 10.03.2025).
128. Технології доброчесного використання штучного інтелекту у сфері освіти та науки: матеріали всеукраїнського науково-педагогічного підвищення кваліфікації, 31 липня – 10 вересня 2023 року. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2023. 276 с.
129. Тітова Л. О. Добір сервісів на основі штучного інтелекту для створення візуального навчального контенту. *International Science Journal of Education & Linguistics*. 2024. Том 3. № 2. С. 114-125. DOI: 10.46299/j.isjel.20240302.13.
130. Толочко С. В., Годунова А. В. Теоретико-методичний аналіз оптимізації дослідницької та наукової діяльності в умовах використання сервісів зі штучним інтелектом. *Інноваційна педагогіка*. 2023. Том 2. Випуск 61. С. 18-24. DOI: 10.32782/2663-6085/2023/61.2.3
131. Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів : монографія / М. П. Шишкіна, С. Г. Литвинова, М. В. Мар'єнко, Ю. Г. Носенко, В. В. Коваленко, Л. А. Лупаренко, А. С. Сухих / за наук. ред. М. П. Шишкіної. Київ : ІЦО НАПН України, 2023. 176 с.
132. Шишкіна М. П., Коваленко В. В. Про хід та результати досліджень, проведених в Інституті цифровізації освіти НАПН України, щодо використання штучного інтелекту в середній освіті : за матеріалами наукової доповіді на засіданні Президії Національної академії педагогічних наук України, 17 жовтня 2024 р. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*. 2024. Т. 6. № 2. С. 1-6. DOI: <https://doi.org/10.37472/v.naes.2024.6217>
133. Шишкіна М. П., Носенко Ю. Г. Перспективні технології з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів. *Фізико-математична освіта*. 2023. Том 38. № 1. С. 66-71. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-1-010
134. Штучний інтелект у діяльності педагога (практичні кейси) : збірник матеріалів. Вип. 1 (1) / упоряд. Ю. М. Богачков, Д. Ю. Богачков, П. С. Ухань. Київ : ІЦО НАПН України, 2024. 87 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/744227/> (дата звернення: 09.03.2025).
135. Як учителям підвищити цифрові компетентності? *Нова українська школа*. 21.09.2021. URL: <https://nus.org.ua/2021/09/21/yak-uchytelyam-pidvyshhyty-tsifrovi-kompetentnosti/> (дата звернення: 20.10.2025).

Науково-методичне видання

Проектування відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку вчителів

МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК

За достовірність фактів, посилань, стилістичне та орфографічне оформлення відповідальність несуть автори публікацій.

Загальна редакція: Шишкіна М.П., Коваленко В.В.

Авторський колектив: Барладим В.М. (розділ 1), Бруяка А.В. (передмова, розділ 1), Бугаєнко М.А. (розділ 1), Гриб'юк О.О. (розділи 1, 2), Коваленко В.В. (розділи 1, 2, 3, 4), Мар'єнко М.В. (розділи 1, 3), Осадчий В.В. (передмова, розділ 4), Семеріков С.О. (передмова, розділ 4), Тукало С.М. (розділ 1), Шишкіна М.П. (вступ, розділи 1, 2, 3, 4, висновки), Яцишин А.В. (розділи 1, 3)

Оформлення обкладинки і комп'ютерна верстка: Коваленко В.В., Бруяка А.В.

Інститут цифровізації освіти
Національної академії педагогічних наук України
м. Київ, вул. Максима Берлінського, 9
Свідоцтво про державну реєстрацію:
Серія ДК № 7609 від 23.02.2022 р.
Електронна пошта (E-mail): iitzn_apn@ukr.net

