

**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**

**ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ І СЕРВІСІВ
ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПРОФЕСІЙНОГО
РОЗВИТКУ ПЕДАГОГІЧНИХ КАДРІВ**

препринт (аналітичні матеріали)



Київ 2024

Рекомендовано до друку

Вченою радою Інституту цифровізації освіти НАПН України (протокол № 19 від 29.10.2024 р.)

Рецензенти:

Овчарук О.В., доктор педагогічних наук, професор, завідувач відділу компаративістики інформаційно-освітніх інновацій Інституту цифровізації освіти НАПН України

Олексюк В.П., доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри інформатики та методики її навчання Тернопільського національного педагогічного університету

В43 Використання засобів і сервісів штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів : препринт (аналітичні матеріали) / 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. Київ : ІЦО НАПН України, 2024. 96 с.

DOI 10.33407/LIB.NAES.ID/EPRINT/744000

У препринті (аналітичні матеріали) досліджено процес використання генеративного штучного інтелекту в освіті; роль і місце штучного інтелекту в професійному розвитку педагогічних кадрів; описано нові виклики для вчителів; педагогічне проектування варіативних моделей комп'ютерно орієнтованих методичних систем дослідницького навчання предметів природничо-математичного циклу з використанням технологій штучного інтелекту; з'ясовано роль інструментів зі штучним інтелектом у підготовці педагогічних кадрів; описано навчання розробці WebAR з інтегрованим машинним навчанням: методологія занурення та інтелектуальний освітній досвід; надано рекомендації щодо використання Microsoft Copilot Chat у підготовці педагогічних кадрів; визначено можливості використання штучного інтелекту у підготовці кадрів у галузі наук про освіту; охарактеризовано досвід впровадження штучного інтелекту в процес викладання дисципліни «Інформаційно-комунікаційні технології навчання, управління та підтримки науково-освітніх досліджень»; охарактеризовано сервіси штучного інтелекту як складники хмароорієнтованого освітнього середовища; охарактеризовано етичні аспекти використання штучного інтелекту в освіті.

Препринт (аналітичні матеріали) можуть бути використані у процесі професійного розвитку педагогічних кадрів вчителями, викладачами, аспірантами, докторантами та науковцями, які цікавляться дослідженнями щодо впровадження засобів і сервісів штучного інтелекту в освіті.

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧКИ	3
ВСТУП	4
1. Використання генеративного штучного інтелекту в освіті (<i>Гриб'юк О.О.</i>).....	5
2. Штучний інтелект в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти (<i>Тукало С.М., Барладим В.М.</i>).....	9
3. Проектування хмаро орієнтованого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту (<i>Шишкіна М.П.</i>).....	11
4. Педагогічне проектування варіативних моделей комп'ютерно орієнтованих методичних систем дослідницького навчання предметів природничо-математичного циклу з використанням технологій штучного інтелекту (<i>Гриб'юк О.О.</i>).....	15
5. Роль інструментів зі штучним інтелектом у підготовці педагогічних кадрів (<i>Осадчий В.В.</i>).....	28
6. Навчання розробці WebAR з інтегрованим машинним навчанням: методологія занурення та інтелектуальний освітній досвід (<i>Семеріков С.О.</i>).....	31
7. Використання Microsoft Copilot Chat у підготовці педагогічних кадрів: основні поради (<i>Осадчий В.В.</i>).....	52
8. Проблема використання штучного інтелекту у підготовці кадрів вищої кваліфікації (<i>Бруяка А.В., Бугаєнко М.А., Коваленко В.В.</i>).....	56
9. Можливості використання штучного інтелекту у підготовці кадрів у галузі наук про освіту (<i>Яцишин А.В.</i>).....	59
10. Сервіси штучного інтелекту як складники комп'ютерно орієнтованого освітнього середовища (<i>Коваленко В.В., Мар'єнко М.В., Шишкіна М.П.</i>).....	61
11. Досвід впровадження штучного інтелекту в процес викладання дисципліни «Інформаційно-комунікаційні технології навчання, управління та підтримки науково-освітніх досліджень» (<i>Бруяка А.В., Коваленко В.В., Мар'єнко М.В.</i>).....	71
12. Етика використання штучного інтелекту для створення наукових текстів (<i>Бруяка А.В.</i>).....	80
ВИСНОВКИ	83
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	85

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧКИ

МОН	Міністерство освіти і науки України
НАПН	Національна академія педагогічних наук
ЩО	Інститут цифровізації освіти
ІППО	Інститут(и) післядипломної педагогічної освіти
ЗЗСО	Заклад(и) загальної середньої освіти
ЗВО	Заклад(и) вищої освіти
ІКТ	Інформаційно-комунікаційні технології
EOSC	Європейська хмара відкритої науки
ШІ	Штучний інтелект
ППЗ	Педагогічний програмний засіб
ОНП	освітньо-наукова програма
ПК	програмні компетентності
ПРН	програмні результати навчання

ВСТУП

Штучний інтелект (ШІ) відкриває нові можливості як для професійного розвитку вчителів, так і для підтримування їхньої професійної діяльності, стає незамінним інструментом для здійснення багатьох типів діяльності, створення конспектів уроків, добору допоміжних і демонстраційних матеріалів, оцінювання робіт учнів або ведення обліку їх прогресу. Використання штучного інтелекту дозволяє вчителям працювати більш ефективно та економити час. Системи штучного інтелекту можуть звільнити вчителів від значної частини рутинних задач, серед яких, зокрема, виставлення оцінок, створення навчальних матеріалів та інші. Аналіз даних, отриманих від учнів та опрацьованих за допомогою ШІ, допомагає вчителям покращувати навчальні програми та матеріали, щоб вони краще відповідали потребам учнів та сприяли досягненню кращих результатів. Штучний інтелект також є інноваційним інструментом для створення індивідуальних програм навчання, які враховують потреби та здібності кожного учня. Такі програми дозволяють учням засвоювати матеріал більш ефективно та у власному темпі. Крім того, штучний інтелект може забезпечити учням доступ до різноманітних та актуальних джерел інформації, що сприяє отриманню повної та корисної інформації для навчання.

Швидкий розвиток ШІ протягом останніх років, розкриває нові можливості перед науковими дослідженнями у всьому світі та в Україні зокрема. Тим не менш, зважаючи на здатність моделей ШІ розуміти, вивчати та приймати рішення на основі опрацювання великого обсягу даних, суспільство стикається із численними етичними питаннями, пов'язаними із застосуванням ШІ в науці та освіті. Питання етики використання ШІ для створення наукових текстів є дуже актуальним і розглядається багатьма дослідниками.

Пропоновані аналітичні матеріали можуть стати поштовхом для подальших досліджень, вивчення окремих аспектів використання ШІ в освіті вчителя. Адже стрімкий розвиток ШІ зумовлює необхідність постійного творчого опрацювання та удосконалення і методик, і технологій, і змісту навчання, підвищуючи у такий спосіб якість освітнього процесу.

1. Використання генеративного штучного інтелекту в освіті

(О. О. Гриб'юк)

У процесі розроблення акторів генеративного штучного інтелекту (ГШІ) необхідно передбачити можливість спільного проектування освітнього середовища та готовність до педагогічних змін.

У процесі дослідницького навчання використовуються засоби ГШІ, наведені нижче:

- text-to-text (T2T): наприклад, *ChatGPT*, який за текстовим запитом пише текст;
- text-to-image (T2I): наприклад, *Stable Diffusion* на підставі текстового опису світлина створює зображення;
- text-to-video (T2V): наприклад, *Synesthesia* створює голосовий супровід озвучення доповіді віртуального актора з використанням запропонованого користувачем текстового повідомлення.

Доцільно враховувати, що нейронні мережі працюють некоректно. Доручати їм створення кінцевого освітнього продукту зарано. Отже, потрібно уточнювати результат роботи ГШІ та уважно перевіряти з експертом, однак рекомендується рутинну частину завдань делегувати нейронним мережам.

Технології штучного інтелекту, зокрема ГШІ не зможуть замінити вчителя. У процесі навчання до кожного учня потрібно знайти індивідуальний підхід. У процесі експериментального дослідження нестандартний підхід учнів до розв'язування задачі сприймався комп'ютером як помилкова дія.

Використання ГШІ без радикальної реформи закладів освіти в контексті уточнення підходів до навчання не призведе до жодних змін. Але виник привід для переосмислення принципів реалізації освітнього процесу. *Виникає запитання: «Яку унікальність може привнести живий (!) учитель учневі (крім комунікації та емоцій), чого не дасть штучний інтелект?»*

Якщо читач не може відрізнити текст – написаний редактором за півдня – від тексту, який за кілька хвилин створив ГШІ, *навіщо платити зарплату фахівцям у разі існування нейронних мереж і різноманітних перекладачів?*

Доцільно виокремити форми роботи з використанням ГШІ в процесі навчання (!)

Створення рефератів і есе: розвивати критичне мислення, працювати із запереченнями, формуванням гіпотез, уточнення завдань тощо.

Рекомендується підхід щодо виваженого використання мозкового штурму, інтегруючись з методиками КОМСДН. Учителю не доводиться вигадувати нейронну мережу з метою формування різноманітних завдань, а з використанням *ChatGPT* ефективно формуються необхідні для роботи вчителя дидактичні справи.

У рамках експериментального дослідження використовують ефективні методики для здійснення дослідницького навчання з використанням ГШІ [72]

Наприклад, із використанням технології *SCAMPER* (*Substitute, Combine, Adapt, Modify, Put to another use, Eliminate, Reverse*) розглядається дослідницька проблема під різними кутами зору.

Правило орієнтир щодо використання ГШІ (!)

1. Замінити елемент або атрибут, щоб отримати нові знання.
2. Поєднувати різні елементи задля отримання нових висновків.
3. Адаптувати ідею чи освітній продукт для створення іншого контексту/цільової аудиторії.
4. Замінити аспект ідеї або освітнього продукту з метою отримання нових знань.
5. Застосувати ідею або освітній продукт у новому контексті, з новою метою.
6. Прибрати аспект для того, щоб отримати нові відомості.
7. Перевернути атрибут або елемент для зміни його функції/значення.

Із використанням методу фокальних об'єктів з'являється можливість розглядати проблему або ідею через призму уявного «фокального об'єкта». Обирається абсолютно випадковий один або кілька інших об'єктів і способом схрещування фокального об'єкта з властивостями випадкових об'єктів добирається спосіб розв'язування дослідницького завдання. Таким чином додається елемент випадковості в дослідницький проект.

ChatGPT інтерпретує запропонований учителем алгоритм «по-своєму». Нейромережа обирає випадковий об'єкт як фокальний, а потім намагається застосувати його властивості для вирішення проблеми або завдання. В інших випадках ChatGPT обирає не випадкові об'єкти, а пов'язані з початковою/фіксованою темою. У результаті з'являються нестандартні ідеї, які не спали б на думку під час звичайного брейнстормінгу (мозкового штурму).

З використанням методу латерального мислення дослідницьке завдання розглядається із нестандартних сторін. Жодної раціональності шукати не доводиться, оскільки використовуються нелогічні прийоми та асоціації. У латеральному мисленні використовують випадкові слова, метод інверсії, поєднання непоєднуваного, розрив шаблонів. На підставі досвіду можна стверджувати, що потрібне/адекватне рішення чи ідею знаходиться не завжди, однак послуговуючись таким підходом доводиться вийти за рамки звичних способів розмірковувати про проблему. В результаті командної роботи всі варіанти збираються в робочий висновок.

Традиційно в рамках дослідницького навчання використовується технологія шести капелюхів. У процесі роботи залучаються до обговорення проблеми різні експерти, наприклад дизайнери, фінансові консультанти та маркетологи. Безперечно, в процесі формування думки фахівців використовуються різні типи мислення. Таким чином розглядаються ідеї з різних точок зору. Не завжди всі шість капелюхів ідеально підходять для вирішення тих чи інших дослідницьких задач, однак з'являються неочікувані пропозиції щодо вирішення проблем, фокусуючись на окремих аспектах.

Методика «П'ять чому» – хороший спосіб побудувати причинно-наслідковий зв'язок. Принцип простий: необхідно сформулювати вихідну проблему і з'ясувати

причину її виникнення. І щоразу після озвучення членами творчої команди відповіді ставити запитання «Чому?», допоки не з'ясується причина проблеми і можливе її вирішення [72].

Переваги використання ChatGPT у тому, що він може сам побудувати цей ланцюжок, відповідаючи за вас. Або буде просто співрозмовником, який ставить правильне запитання. Усі проблеми не вдається вирішити, однак окремі варіанти-пропозиції формулюються ГШІ точно.

Задля використання вище пропонованих технологій здійснюється переформулювання вихідних запитів.

Правило-орієнтир ГШІ (!)

- подивитися на плоску інструкцію і зрозуміти її;
- активізувати абстрактне мислення й уявити собі цю інструкцію у вигляді об'ємної картинки;
- порівняти цю картинку з реальним фізичним предметом.

Нейронна мережа самостійно здійснює аналіз і формулює основні висновки, вказавши орієнтовні проблеми, на які необхідно звернути увагу.

Безперечно, після створення «цифрового помічника вчителя», з'явиться і «цифровий помічник учня», який замість учня виконуватиме завдання. Галузь освіти в жодному разі не можна повністю переводити в цифру! Ніщо не замінить живе спілкування педагога з класом!

Штучний інтелект добре перевіряє тільки тестові завдання, однак формат тесту існує для перевірки знань у ситуації, коли немає часу чи бажання по-справжньому перевіряти знання і спосіб мислення дитини.

Доцільно наголосити на виникненні загроз зникнення творчої компоненти в освітньому процесі. У процесі навчання часто виникають ситуації, коли школяр не може розв'язати задачу, придумує свій метод, розв'язує неправильно, але за старанність учитель оцінює його роботи не «2», а «3». Дитину необхідно підтримувати і мотивувати, а невважене та методично невмотивоване використання штучного інтелекту в школі сприятиме, по-перше, демотивації учнів і вчителів, по-друге, розучить людей спілкуватися, вибудовувати стосунки і взаємодіяти в колективі.

У перспективі проглядатиметься лише один виклик (!) Різниця між хорошим і поганим учителем і студентом стане ще більшою. І буде цікаво спостерігати, як суспільство впорається із цим викликом.

Триває активна робота щодо розроблення компонентів AI та уточнення методичної системи дослідницького навчання (КОМСДН) з педагогічно виваженим використанням технологій штучного інтелекту, імерсивних технологій у навчально-виховному процесі. Безперечно, необхідне різнобічне забезпечення підтримки дослідницького навчання, зокрема, йдеться про використання механізмів контролю прогресу роботи учнів, налаштування різних форм подання матеріалу з урахуванням психологічного та фізичного стану дитини, впровадження нових пристроїв введення та виведення (використання міміки, жестів, емоцій у процесі

роботи з комп'ютером). Враховуючи дороговизну нової розробленої моделі дослідницького навчання з використанням компонентів КОМСДН необхідно передбачити універсальність, тобто незалежність від платформи апаратно-програмного забезпечення. Цей критерій є важливим в контексті вибору імерсивних технологій з метою забезпечення мінімально можливих несприятливих впливів на здоров'я учнів [72].

2. Штучний інтелект в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти *(С. М. Тукало , В. М. Барладим)*

Штучний інтелект відкриває нові можливості для вчителів, які мають велику кількість завдань та обов'язків, таких як оцінювання робіт учнів або ведення обліку їх прогресу. Використання штучного інтелекту дозволяє вчителям працювати більш ефективно та економити час. Наприклад, системи штучного інтелекту можуть автоматично перевіряти роботи учнів та виставляти оцінки, звільняючи вчителів від цієї рутинної задачі.

Аналіз даних допомагає вчителям покращувати навчальні програми та матеріали, щоб краще відповідати потребам учнів та допомагати їм досягати кращих результатів.

Штучний інтелект також може сприяти у навчанні учнів, дозволяючи створювати індивідуальні навчальні програми, які враховують потреби та здібності кожного учня. Такі програми дозволяють учням засвоювати матеріал більш ефективно та у власному темпі. Крім того, штучний інтелект може забезпечити учням доступ до різноманітних та актуальних джерел інформації, що сприяє отриманню повної та корисної інформації для навчання.

Іншою перевагою використання штучного інтелекту є можливість забезпечити навчання у форматі гри. Учні можуть брати участь у інтерактивних іграх та вправах, що сприяють розвитку їх навичок та вмінь, а також створюють позитивний досвід навчання.

Крім того, системи онлайн-навчання зі штучним інтелектом можуть допомагати забезпечити доступ до освіти для людей з особливими освітніми потребами або для тих, хто через війну був змушений переїхати та продовжувати навчання в інших країнах. Такі системи дозволяють учням отримувати освіту з будь-якого місця, де є доступ до Інтернету [1].

Ретельний аналіз використання штучного інтелекту в освіті розкриває, що однією з ключових переваг є індивідуалізація навчання. Як і зазначали вище, вчителі тепер можуть створювати персоналізовані програми для кожного учня, враховуючи їхні потреби, здібності та темп навчання. Це досягається завдяки штучному інтелекту, який допомагає аналізувати та оцінювати досягнення учнів, вивільняючи час вчителя для більш глибокого фокусу на індивідуальних потребах кожного учня.

Проте, разом з цими перевагами виникають проблеми, пов'язані з використанням штучного інтелекту в освіті. Однією з головних є недостатня видимість процесу навчання. Штучний інтелект для ефективної роботи вимагає значної кількості даних, що може створити проблеми зі збереженням та конфіденційністю особистих даних учнів. Крім того, можливе ризик стати залежними від технологій та втрата людського фактору в процесі навчання.

Ці проблеми вимагають уважного вирішення. Штучний інтелект має великий потенціал для покращення якості освіти, проте його використання повинно бути

обговореним та контрольованим. Тільки в такому випадку він стане справжнім помічником в освітньому процесі, забезпечуючи якісну освіту для кожного учня.

Штучний інтелект може впливати на освітні процеси у різних аспектах. По-перше, він може забезпечити більш ефективне та індивідуалізоване навчання. Комп'ютерні системи можуть аналізувати й оцінювати рівень знань студентів, надавати рекомендації щодо подальших кроків у навчанні та розробляти індивідуальні програми для кожного учня [108].

Сьогодні інструменти на базі штучного інтелекту можна використовувати навіть через веб-браузери в Інтернет просторі. Це означає, що такі інструменти можна використовувати не лише на персональних комп'ютерах а і на смартфонах та планшетах. Хоча більшість цих інструментів переважно використовуються для розваг, багато з них мають потенціал для використання у навчальних цілях [93, с. 49].

Наприклад, додатки з розпізнаванням мови або тексту на основі штучного інтелекту можуть допомагати учням у перекладі текстів, вивченні нових мов або підтримці вчителів у проведенні уроків. Також інструменти із системами рекомендацій можуть надавати корисні поради щодо вивчення матеріалу або рекомендації для подальшого самостійного вивчення. У сфері освіти штучний інтелект може відкривати нові можливості для інтерактивного навчання, індивідуалізації навчання, а також аналізу даних для вдосконалення методів навчання та оцінювання успішності учнів.

У цілому, інтеграція інструментів штучного інтелекту у навчальний процес може сприяти підвищенню ефективності навчання, стимулюванню інтересу учнів до знань та розвитку їхніх навичок у цифрову епоху.

Крім навчання, інструменти штучного інтелекту можуть бути корисними і в інших галузях життя учнів. Наприклад, додатки зі штучним інтелектом можуть допомагати в організації розкладу уроків, плануванні домашніх завдань, а також у контролі за власним здоров'ям та психічним станом. Такі інструменти можуть надавати рекомендації щодо оптимального режиму дня, пам'ятати про дати важливих подій або допомагати в тренуванні у медитації та управлінні стресовими ситуаціями.

Деякі інструменти штучного інтелекту також можуть бути корисними в процесі вибору майбутньої кар'єри. Вони можуть аналізувати інтереси та навички учнів, порівнювати їх з вимогами ринку праці та давати рекомендації щодо найбільш підходящих професій та освітніх шляхів.

Отже, можна зробити висновок, що інтеграція штучного інтелекту у освітній процес ЗЗСО має великий потенціал для покращення якості освіти, підвищення ефективності навчання та підготовки учнів до цифрового суспільства.

3. Проєктування хмаро орієнтованого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту

(М. П. Шишкіна)

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 ШІ. В освітньому процесі знаходять своє місце такі засоби і технології, як карти знань (mind maps), неймережі, 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.

Перспективним підходом для проєктування такого середовища є хмаро орієнтований.

Під хмаро орієнтованим освітньо-науковим середовищем закладу освіти розуміємо створене у такому закладі середовище діяльності учасників освітнього і наукового процесів, в якому для реалізації комп'ютерно-процесуальних функцій (змістово-технологічних та інформаційно-комунікаційних) цілеспрямовано розроблена віртуалізована комп'ютерно-технологічна (корпоративна або гібридна) інфраструктура [44].

Метою формування хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища є створення найбільш сприятливих умов для особистісного розвитку і досягнення навчальних і професійних цілей; розширення доступу до електронних освітніх ресурсів та інформаційно-аналітичних інструментів хмарних обчислень; покращення організації процесу навчання і досліджень [44].

Функціонування високотехнологічної інфраструктури на основі хмарних обчислень відбувається на основі аутсорсингу, тобто такого механізму постачання послуг, коли ІКТ-сервіси, необхідні системі, реалізуються за допомогою іншої системи, зовнішньої по відношенню до неї. Принциповою відмінністю хмаро орієнтованих систем різноманітного призначення є наявність реалізуючої частини, інваріантної з точки зору застосування [49].

Сервісні моделі постачання хмарних послуг:

- SaaS (Software-as-a-service) – для забезпечення доступу до існуючих програмних додатків;
- PaaS (Platform-as-a-service) – для створення власних хмарних додатків за допомогою засобів і мовних інструментів, пропонованих постачальником;
- IaaS (Infrastructure-as-a-service) – для запуску будь-яких додатків на хмарному апаратному забезпеченні за вибором користувача.

В останні роки з'явилися і інші терміни, що стосуються різних аспектів застосування хмарних сервісів:

- DBaaS (DataBase as a Service) – «база даних як сервіс»;
- MWaaS (MiddleWare as a Service) – «проміжне програмне забезпечення як сервіс»;
- NaaS (Network as a Service) – «мережа як сервіс»;
- FaaS (Function as a Service) – «функція як сервіс», та інші.

Реалізація моделей штучного інтелекту може відбуватися у межах різних конфігурацій хмарної ІКТ-інфраструктури. Зокрема, застосовуються моделі штучного інтелекту на основі SaaS (програмне забезпечення як сервіс), прикладом яких є MS Office 365, до складу якого входить сервіс на основі штучного інтелекту Copilot. Це можуть бути хмарні архітектури на основі IaaS, зокрема на базі AWS, Azure та інших платформ, де пропонуються готові програмні компоненти зі штучним інтелектом, які можна розгортати у хмаро орієнтованому середовищі.

Також існують платформи, орієнтовані на застосування і розвиток середовищ з елементами ШІ, їх можна знайти, наприклад, у Європейській хмарі відкритої науки (<https://eosc-portal.eu/>), у межах якої є такі послуги, (наприклад, Deep training). Нарешті на базі моделі FaaS (функції як сервіс) можна розробляти і створювати програмні додатки, наприклад із використанням семантичних мереж, алгоритмів машинного навчання або інших, які будуть постачатися і використовуватись у хмарі на основі технології безсерверних обчислень. В цьому випадку платформа динамічно керує виділенням машинних ресурсів, що може бути використано для тренування моделей ШІ.

Таким чином, хмаро орієнтоване освітньо-наукове середовище виконуватиме функції збирання, накопичення, зберігання, введення, подання, маніпулювання та реорганізації даних; управління, вимірювання, комунікації, підтримування предметних електронних освітніх ресурсів; забезпечуватиме реалізацію цілей і функцій педагогічної системи, серед яких навчальна, наукова, розвивальна, виховна, контролююча; його проєктування спиратиметься на хмаро орієнтовані методи, принципи і підходи, які реалізуються через систему сервісних моделей, таких як SaaS, PaaS, IaaS, FaaS та інших, у межах яких можуть бути розроблені і встановлені компоненти ШІ.

Наразі в Інституті цифровізації освіти НАПН України проводяться два наукових дослідження, присвячені тематиці використання ШІ в освіті. Перше наукове

дослідження «Проектування і використання відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів» розпочато в 2024 році. Це дворічне дослідження, у 2024 році завершується його перший етап. Метою цього дослідження є: 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 проектування і використання відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку вчителів.

У 2024 році виконано два завдання цього дослідження, пов'язані з визначенням засобів і сервісів та обґрунтуванням моделі відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту.

В наших дослідженнях *штучний інтелект* слід трактувати як властивість штучних інтелектуальних систем виконувати функції, які імітують (моделюють) інтелектуальну діяльність, яка традиційно вважається людською прерогативою; водночас – це сімейство комп'ютерно-орієнтованих технологій, що реалізує цю властивість – розв'язувати інтелектуальні задачі [107].

Виявлено інноваційні характеристики відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту, це такі, як: індивідуалізація навчання; інтерактивність; ширше залучення; підтримка вчителя; розвиток цифрової компетентності; розвиток критичного мислення; автоматизоване оцінювання та інші. Штучний інтелект як інноваційний сервіс привносить в процес навчання нові моделі індивідуалізації навчання, зокрема, це – адаптація контенту, індивідуалізовані завдання та оцінювання, індивідуальна траєкторія розвитку та ін. [25].

Визначено засоби і сервіси формування відкритого освітнього середовища з елементами ШІ в освітньому процесі, виокремлено їх сутнісні різновиди такі, як: машинне навчання (Google Cloud AI Platform, Amazon SageMaker, Microsoft Azure Machine Learning Studio для проектування, тренування, перевірки та розгортання моделей машинного навчання); оброблення опрацювання природної мови (Natural Language Processing, NLP, моделі GPT OpenAI, Google Cloud Natural Language API, IBM Watson Natural Language Understanding та ін.); генеративний ШІ (ChatGPT, Gemini, DALL-E, MidJourney, RunwayML Codex для опрацювання звуку, відео, зображень, текстів, даних мультимедіа та ін.), комп'ютерний зір (Google Cloud Vision, Amazon Rekognition, Microsoft Azure Computer Vision для аналізу й інтерпретації візуальної інформації); робототехніка (системи керування роботами Boston Dynamics

та ін.); освітня і наукова аналітика (Tableau, Power BI, SAS Visual Analytics для аналізу, візуалізації і опрацювання даних, та ін.). Обґрунтовано підходи до класифікації засобів і сервісів для використання у відкритому освітньому середовищі з елементами штучного інтелекту в освітньому процесі. З'ясовано переваги і недоліки використання сервісів і платформ з елементами ШІ, зокрема хмаро орієнтованих сервісів Google таких, як Google Gemini, Google Alyn, Google Assistant та інші. Здійснено аналіз шляхів застосування хмарних сервісів відкритої науки у складі відкритого освітнього середовища з елементами ШІ, зокрема, сервісів Європейської хмари відкритої науки (AI-GeoSpecies, Imaging AI platform for aquatic science, FASTCAT-Cloud: Flexible AI SysTem for CAmera Trap images on the cloud та ін.). Систематизовано сервіси відповідно до видів діяльності вчителів різних предметів. Встановлено доцільність використання сервісів генеративного ШІ у процесі професійного розвитку педагогічних кадрів для створення навчальних матеріалів, генерування ідей для уроків, розроблення інтерактивних завдань, навчальних проєктів, презентацій, тестів, тематичних дискусій, перекладу тощо.

Рекомендуємо залучати у процес професійного розвитку вчителя сервіси загальнодоступної хмари, розглянемо їх на прикладі сервісів Google. Практичною перевагою використання сервісів загальнодоступної хмари є те, що вони інтегровані у звичне середовище, в якому вже працює вчитель. Сервіси Google використовують практично всі, в ньому постійно з'являються нові елементи, пов'язані зі штучним інтелектом. Зокрема бачимо, що серед сервісів Google з'явився сервіс GEMINI – базується на технології великої мовної моделі (LLM), але її можливості значно перевищують стандартні функції генеративного штучного інтелекту. Розроблена Google DeepMind, система Gemini має мультимодальні можливості, тобто здатна аналізувати та генерувати контент на основі різноманітних типів даних: тексту, зображень, аудіо та відео. Це дозволяє виконувати складні завдання, такі як створення аналітичних інсайтів, написання коду, а також комбінувати дані з різних форматів для забезпечення контекстуально обґрунтованих рішень. На відміну від звичайної мовної моделі, що фокусується переважно на текстовій генерації, Gemini має високу обчислювальну потужність для роботи в таких галузях, як наука, медицина та математичні розрахунки. Ці характеристики визначають Gemini як розширену екосистему штучного інтелекту, а не просто генеративну модель для створення тексту.

Цікавим і корисним сервісом від Google, вважаємо також ALAYNA, цей сервіс є одразу інтегрованим у звичне середовище діяльності вчителя. ALAYNA є середовищем для створення Google-презентацій, і у пункті меню «Доповнення» є ALAYNA AI – сервіс, який можна підключити при бажанні до свого Google середовища. Цей сервіс аналізує Інтернет-ресурси та надані користувачем матеріали і генерує на їх основі презентації. Вчителі можуть використовувати штучний інтелект зокрема для складання планів уроків, створення навчальних матеріалів, підготовки тестів тощо [107].

4. Педагогічне проектування варіативних моделей комп'ютерно орієнтованих методичних систем дослідницького навчання предметів природничо-математичного циклу з використанням технологій штучного інтелекту *(О. О. Гриб'юк)*

У питаннях інформатизації навчально-виховного процесу спостерігається стійка тенденція переходу від використання педагогічних програмних засобів (ППЗ) з окремих розділів курсу до створення і практичного впровадження програмно-методичних комплексів, використання яких сприяє забезпеченню повного курсу навчальної дисципліни, які успішно використовуються в школах і університетах України та за її межами.

Комп'ютерно орієнтовані методичні системи дослідницького навчання (КОМСДН) учнів представлені у вигляді матеріально-технічного та науково методичного забезпечення, в якому знаходяться логічно і логістично пов'язані об'єкти і сервіси. Формування КОМСДН закладів освіти спрямовано на поліпшення якості освіти в умовах розвитку інформаційного суспільства [17]. Досягти цієї мети можна за умови оволодіння педагогами КОМСДН на високому рівні, підготовки учнів до використання технологій змішаної реальності у вирішенні життєвих практичних завдань, забезпечення доступу до якісної освіти через впровадження дослідницького навчання [15].

Проблеми педагогічного конструювання та проектування розглядалися А.О. Вербицьким, А.П. Тряпціною. Окремі аспекти проблеми варіативності в освіті та професійно-педагогічній підготовці досліджувалися Б.С. Гершунським. Дотепер проблема педагогічного проектування з використанням варіативних моделей представлена в педагогічних науках фрагментарно, не проведені ґрунтовні дослідження для створення цілісного наукового розуміння щодо комп'ютерно орієнтованого проектування навчального середовища та побудови варіативних моделей в процесі навчання природничо-математичних дисциплін в закладах освіти. Проблема дослідження характеристик, необхідних і достатніх для організації дослідницького навчання в школі (О. В. Запорожець, В. В. Давидов, В. В. Рубцов, Г. А. Цукерман), із використанням технологій ШІ та врахуванням психолого-педагогічних особливостей учнів в процесі проектування комп'ютерно орієнтованої методичної системи дослідницького навчання, залишається актуальною в сучасних реаліях. Визначення взаємозв'язків теоретичних основ та можливостей становлення навчальної практики у відповідності до цілей розвитку і стало одним із завдань дослідження.

Актуальним методологічним підходом до розроблення методики навчання доведенню виступає єдність логічного та дослідницького підходів [59]. Навчати доводити – навчати аналізу доведення, його відтворення, самостійного відкриття фактів, пошуку і конструювання доведення, а також заперечення запропонованих доведень. Формування пропонованої концепції передбачає педагогічно виважене використання дослідницьких задач, причому одним з елементів організації такого

процесу є залучення дослідницько-дидактичних конструкцій у вигляді розробленим навчальних і корекційних комп'ютерних програм [62]. Наприклад, у формулюванні кожної теореми міститься *умова* і *наслідок*. Для виокремлення умови та наслідку теорему необхідно формулювати у вигляді умовного речення, чітко усвідомлюючи, «що дано», «що потрібно довести».

Математична творчість полягає в дослідницькому вмінні бачити разом з теоремою певну кількість усеможливих наслідків з неї, її зв'язків з раніше вивченими теоремами. Найбільш відомими у практиці навчання шкільній математиці є *пряма* і *зворотна* теореми, хоча, виходячи з логіки інтересів розвитку мислення, доцільно звернути увагу і на *протилежне, протилежне зворотному* твердження. Причина такого обмеження полягає у логічній природі усіх теорем: зворотна протилежній теорема рівнозначна прямій теоремі, а протилежна – зворотній.

Шкільна практика підтверджує, що деяким учням важко усвідомити певні розумові дії (*абстрагування, узагальнення, виокремлення загального істотного і відкидання неістотного під час доведення*) на етапі навчання доведенню теорем. Безперечно, важливим етапом під час вивчення учнями доведення теорем є аналіз своєї діяльності в процесі пошуку доведення. Рекомендується *скласти план пошуку (дослідження), зробити висновки, перевірити необхідність кожної умови, побудувати контрприклад* тощо.

З метою опрацювання процесу доведення теореми можливе використання програми «*задача-метод*» із системи дослідницько-дидактичних конструкцій як засобу для усвідомлення та ґрунтовнішого розуміння безпосередньо процесу доведення теореми.

Під час дослідницького навчання математики виокремлюються вміння аналізувати різні підходи до доведення конкретної теореми, вміння знаходити між ними правильні відповіді, в тому числі в неправильних доведеннях знаходити помилки, розглянути інші способи доведення [60]. У дослідницькому навчанні математики навчальна та розвивальна функції задач відтворюються з використанням системи дослідницьких задач. У процесі дослідницького навчання математики дослідницькі задачі виступають і метою, і засобом навчання. До змісту навчання предметів природничо-математичного циклу включено систему дослідницько орієнтованих задач, метою якої є сприяння процесу управління формування дослідницької діяльності учнів.

Розглядаючи методичну систему дослідницького навчання математики як комп'ютерно орієнтовану систему навчання математики, доцільно зупинитися також на системі методів навчання. Безперечно, система традиційних методів навчання доповнюється дослідницькими та спеціальними методами. *Дослідницькі методи*, що входять до комп'ютерно орієнтованої системи навчання математики [57]: *метод гіпотез; метод конструювання понять; метод проб і помилок; метод прогнозування; метод синектики; метод дослідження; метод запитань; методи символного і образного бачення; метод фактів; мозковий штурм тощо*. Крім традиційних,

використовуються також різноманітні форми навчання (розрахункові графічні роботи, творчі тижні, учнівські дослідження, індивідуальні, групові, фронтальні форми тощо).

У поєднанні з традиційними формами організації контролю та корекції результатів навчання, пропонується різнорівневий контроль знань учнів з метою виявлення рівнів досягнення сформованості прийомів дослідницької діяльності та методична підтримка корекції результатів навчання з використанням окремих дослідницько-дидактичних конструкцій комп'ютерно орієнтованої системи [55].

Методична система дослідницького навчання математики є комп'ютерно орієнтованою системою, використання якої сприяє формуванню прийомів дослідницької діяльності в процесі навчання математики. Успішне використання запропонованої системи залежить від *уміння вчителя здійснювати проектування моделі навчання із дотриманням необхідних умов*: рівня математичної культури вчителя математики; вільного володіння теоретичними та практичними основами процесу формування прийомів дослідницької діяльності учнів, практичними основами проектування комп'ютерно орієнтованого навчання математики, вміння організовувати та управляти дослідницькою діяльністю школярів; уміння мотивувати учня та зацікавити його дослідницькою діяльністю; уміння надавати своєчасну індивідуальну допомогу учням; уміння долучати школярів до творчої діяльності, пов'язаної з розширенням можливостей виконання дослідницької діяльності, в тому числі з використанням системи дослідницьких і творчих задач та різноманітних комп'ютерно орієнтованих засобів навчання; допомагати учням самостійно здійснювати рефлексію, визначати та усвідомлювати отримані особисто результати дослідницької діяльності.

Варіативні дидактичні конструкти в дослідницькому навчанні – це система логічно взаємопов'язаних навчальних проблем (варіативних дослідницьких завдань або навчальних комп'ютерних програм), з використанням яких у сукупності з дослідницькими запитаннями, вказівками та необхідним мінімумом навчальних відомостей в учнів з'являється можливість, в тому числі без зовнішньої допомоги, відкривати нові знання про об'єкти дослідження (знаходити закономірності та формувати гіпотези), відповідні способи або засоби дослідницької діяльності (див. Рис. 1).

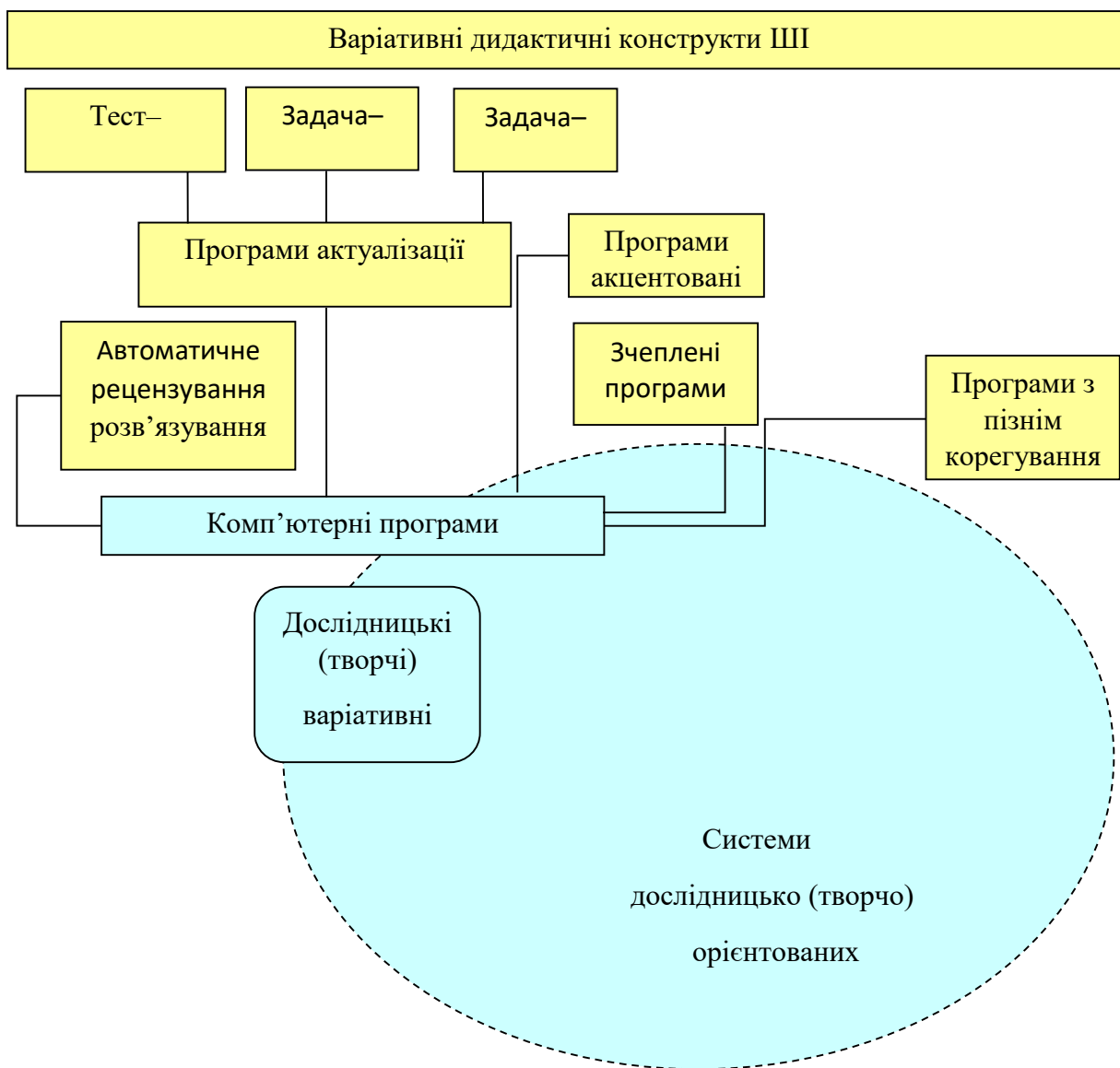


Рис. 1. Варіативні дидактичні конструкти ІІІ

Нижче наведено використання варіативних моделей КОМСДН [55], у тому числі технологій ІІІ:

- *заміна діяльності вчителя повною мірою* – із застосуванням комп’ютера можливо внести принципів до змісту навчання, будуючи індивідуальну траєкторію навчання учнів. Наприклад, доцільні зміни в процесі побудови змісту навчального предмету в комп’ютерних програмах з геометрії, української, російської, англійської, німецької і ін. мови, предметів художнього циклу, предметів професійного профілю тощо;

- *часткове доповнення діяльності вчителя* комп’ютерними навчальними програмами полягає у використанні вчителем ґрунтового плану вивчення навчального матеріалу з частковим використанням окремого програмного

забезпечення під час навчально-виховного процесу. Вчитель залишається центральною фігурою навчального процесу і педагогічно виважено впливає на учнів, добираючи навчальні задачі, здійснюючи необхідний контроль та допомагаючи під час навчання;

- *вибіркове (фрагментарне) використання додаткового навчального матеріалу*, відео- та аудіоматеріал, навчальні посібники, енциклопедії, віртуальні музеї та інші додаткові матеріали предметного навчально-методичного комплексу. З використанням мультимедійних технологій в учнів з'являється можливість на своїх робочих місцях переглянути відео сюжети документальної/художньої кінохроніки, спостерігати соціальні і фізичні явища завдяки анімації високої роздільної здатності, брати участь у колективній проектній роботі, слухати голоси різноманітних птахів, тварин та ін.;

- *використання тренажерів* – програм для закріплення навчального матеріалу. Завдяки розвитку комп'ютерної техніки з'являються унікальні можливості здійснення *«імітації навколишньої дійсності»*. З використанням комп'ютера *«вмикається» творча уява людини*. Відповідно, виникають стимулюючі впливи на творчу активність дитини, оскільки звернення до емоційної сфери особисті учня сприяє створенню психологічного клімату, сприятливого для формування нових підходів та ефективного розв'язування дослідницьких задач;

- *використання діагностичних програм і контролюючих матеріалів*, розроблених учителем із врахуванням психофізіологічних особливостей кожного учня. З використанням комп'ютера з'являється можливість покращення контролю за діяльністю учнів, ведення моніторингового режиму, створення, збереження ходу учнівських робіт і результатів розв'язування різноманітних задач, забезпечуючи гнучкість управління навчально-виховним процесом;

- *виконання учнями творчих та самостійних домашніх завдань* з можливістю демонстрування їх на уроках та під час позаурочної діяльності. з використанням комп'ютерної техніки з'являється можливість розроблення нових типів навчальних задач, в тому числі дослідницьких;

- *використання модулів для побудови графіків, проведення обчислень* тощо;

- *використання компонентів з метою проведення натурних експериментів*, виконання лабораторних практикумів, розрахунково-графічних робіт;

- *педагогічно виважене використання ігрових програм* для закріплення навчального матеріалу, мотивації, психологічного розвантаження та ін.

У дослідженні [55] пропонується модель обчислювальної системи ІІІ (див. Рис. 2), що використовується для добору варіантів рішень.

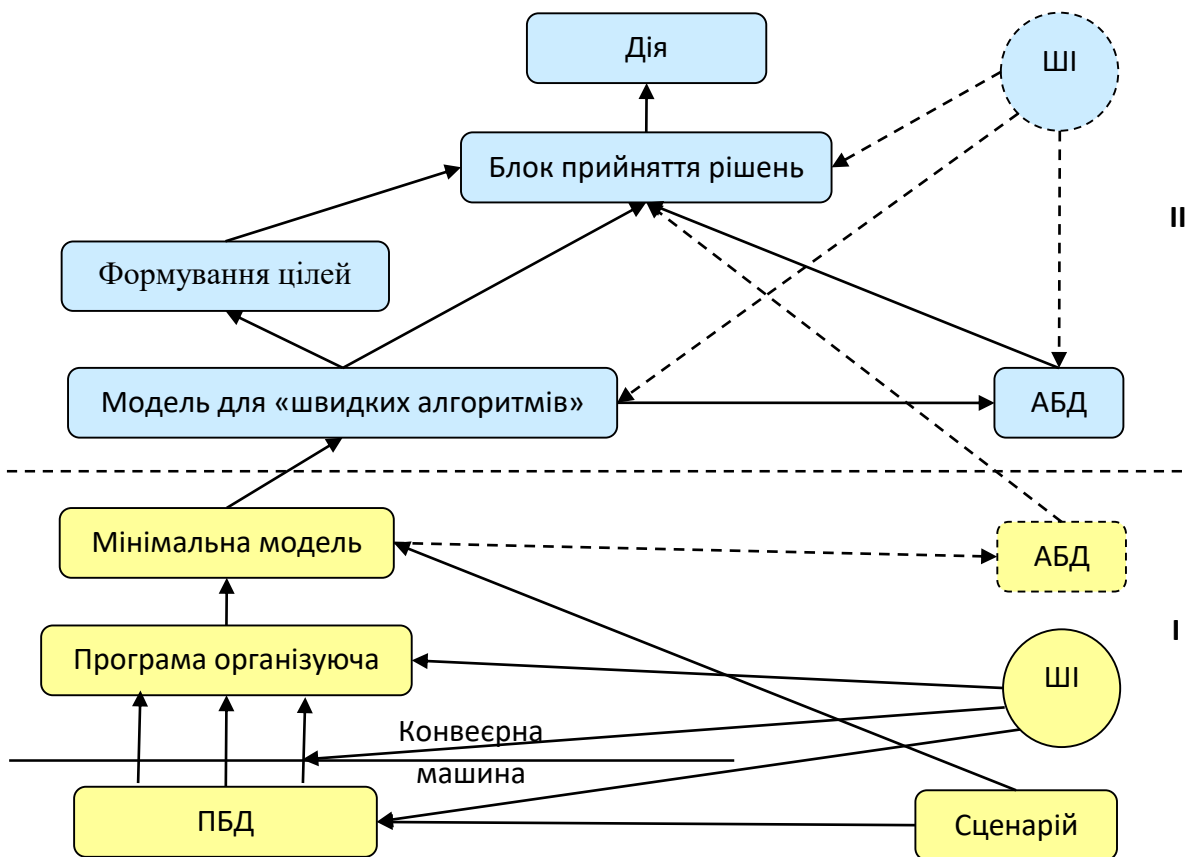


Рис. 2. Схема обчислювальної системи, що використовується для добору варіантів рішень

I – швидка система «підсвідомість», II – повільна система «свідомість»,

Належність ППЗ до конкретного типу є умовною. Безперечно, навіть спираючись на пропоновану типологію, більшість наявних програм можна одночасно віднести до кількох різних типів ППЗ (див. Рис. 3).

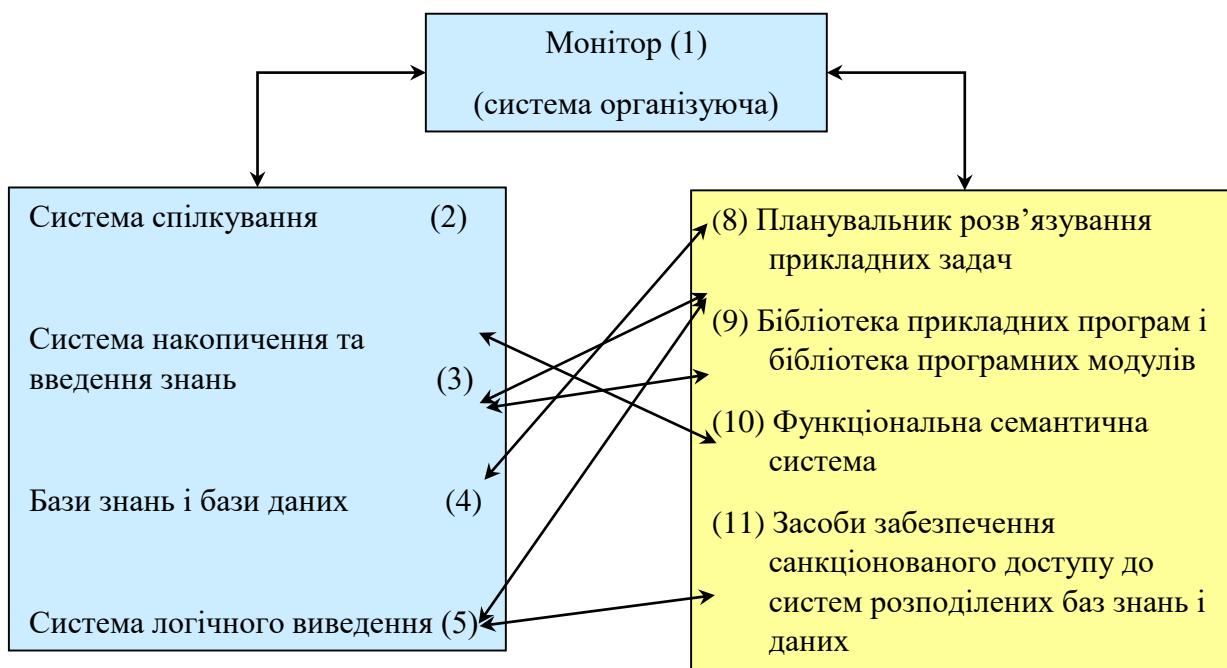


Рис. 3. Компоненти системи КОСН – III

1-5 – інтелектуальні інформаційно-пошукові системи (навіть за умови необов'язкового включення компонентів 3 і 5);

1-5, 8-10 – інтелектуальні пакети прикладних програм;

1, 2, 4, 8-12 –логічні системи (навіть за умови необов'язкового включення компонентів 2 і 4);

1-7 – традиційні експертні системи;

У рамках дослідження розроблено класифікацію педагогічних програмних засобів (ППЗ), які можуть бути використані в процесі навчання предметів математичного циклу для розвитку творчого потенціалу учнівської молоді [59]. Наприклад, в програмах-тренажерах часто містяться теоретичні відомості і засоби контролю, тому можна їх віднести як до інформаційно-довідкових, так і до контролюючих; імітаційно-моделюючі програми можуть використовуватися для демонстрації та як програми-розв'язувачі тощо.

З використанням *програм-тренажерів* забезпечується одержаннями учнями відомостей з навчальної теорії та відповідних прийомів розв'язування задач, в тому числі тренування на різних рівнях (контролю, самоконтролю, самостійності учнів). Програми рекомендується використовувати *на етапах закріплення вивченого матеріалу, систематизації та узагальнення знань учнів.*

Систематичне використання *контролюючих програм* дозволяє відслідковувати динаміку успішності кожного учня, передбачивши багатоваріантність у межах заданого типу різнорівневих вправ [62]. Ці програми використовуються для

здійснення якісного поточного або підсумкового контролю знань учнів із врахуванням відповідної корекції знань, в тому числі для перевірки знань теоретичного матеріалу, практичних умінь і навичок.

Завдяки використанню *програм-розв'язників* на *уроках-практикумах* учні отримують можливість проводити найпростіші обчислювальні експерименти, які допомагають осмислити та ґрунтовно зрозуміти суть навчальної теорії та проілюструвати її застосування в процесі розв'язування прикладних (практичних) задач.

Демонстраційні програми розподіляються на універсальні і спеціалізовані. Спеціалізовані програми мають вбудовані в освою основу кадри, що стосуються певного розділу деякої предметної галузі. З використанням універсальних демонстраційних програм вчитель/учень має змогу самостійно створювати кадри із використанням певного набору правил. Кожен із кадрів/слайдів може містити текстові, графічні повідомлення, елементи анімації та відповідного звукового супроводу. Демонстраційні програми можуть розроблятися вчителем математики/учнями в межах творчого (дослідницького) проекту.

Для *інформаційно-довідкових програм* (довідники, бази навчального призначення і т.д.) характерна ієрархічна структура навчального матеріалу і швидкий пошук даних за відповідним контекстом [60].

Звичайний підручний, безперечно, залишається основним знаряддям учнів, тоді як основна роль *комп'ютерного підручника* – доповнювати звичайний.

У рамках експериментального дослідження [57] вказуються переваги використання *комп'ютерного (електронного) підручника*: забезпечення миттєвого зворотного зв'язку, швидкий пошук необхідних відомостей, економія часу, виводячи текст на екран, моделює та може оновлювати навчальні відомості.

Ігрові програми використовуються як засіб моделювання дослідницької задачі, забезпечення можливості здійснення тренування учнів у певному виді діяльності, де вимагається активізація пізнавальних, психомоторних навичок, спонукаючи до ретельного виконання творчої роботи. Безперечно, під час ігрової діяльності створюються передумови для формування в учнів різноманітних стратегій розв'язування задач і структури знань різних галузей.

З використанням *навчальних ігор* створюються ситуації з метою розвитку інтересів і здібностей учнів, відповідних навичок колективної творчості та роботи з комп'ютером. Надмірне захоплення іграми дає небажаний (дуже часто зворотний) ефект [65].

Імітаційно-моделюючі програми призначені для самостійної творчої діяльності учнів. До них належать програми типу *лабораторний практикум*, які використовуються для проведення спостережень над об'єктами, їх взаємозв'язками або деякими їх властивостями, для опрацювання результатів спостережень, для їх чисельного і графічного подання, для різних аспектів використання цих об'єктів на практиці.

Доцільно звернути увагу також на *програми-ЕДК (або HDC)*. ЕДК – це система управління евристичною діяльністю учнів у процесі навчання математики, в якій відтворена реальна діяльність учнів, а не окремі її сторони. З використанням евристико-дидактичних конструкцій (у вигляді комп'ютерних програм) відбувається зростання темпів опрацювання та засвоєння обсягу навчального матеріалу та при цьому забезпечується здобуття учнями необхідного комплексу знань. До таких програм належать *програми актуалізації знань (програми «Задача-метод», «Тест з корекцією»)*, *акцентовані програми, зчеплені програми, програми із запізнілою корекцією, програми автоматизованого рецензування розв'язування задач та комплексні програми (евристичні тренажери), що складають із сукупності перерахованих вище програм* [16].

Педагогічно виважене та методично вмотивоване використання компонентів КОМСДН дозволяє посилювати інтелектуальні можливості учня, впливаючи на пам'ять, емоції, мотиви, інтереси, створює умови для перебудови структури його продуктивної та пізнавальної діяльності.

Основна мета природничо-математичної освіти полягає також в розвитку вміння математично, логічно та усвідомлено досліджувати явища навколишнього світу. Реалізації такої ідеї сприятиме розв'язування на уроках та в позаурочний час дослідницьких задач, тому використання вчителем на уроках дослідницьких задач є не тільки бажаним, але навіть необхідним (обов'язковим!) елементом навчально-виховного процесу.

Доцільно виокремити основні види навчальної діяльності з виваженням та методично вмотивованим використанням педагогічних програмних засобів: 1. *Актуалізація знань і формування відповідної мотивації учнів.* 2. *Вивчення нового навчального матеріалу.* 3. *Індивідуалізація самостійної роботи учнів.* 4. *Узагальнення та систематизація знань учнів.* 5. *Рефлексія та контроль навчальних досягнень учнів.* 6. *Поглиблення вмінь у предметній галузі і формування навчально-пізнавальної евристичної діяльності учнів.*

Педагогічний програмний засіб доцільно використовувати у навчальному процесі лише за умови необхідності з педагогічної точки зору. Так, наприклад, якщо [55]: 1. Логічно-математичні моделі (графічні (статичні та динамічні), вербально-знакові, знакові) мають недостатню наочність, зрозумілість або є надзвичайно складними для сприйняття учнями. 2. Забезпечується більш висока ефективність навчального процесу у порівнянні з використанням традиційних засобів навчання. 3. Відсутня можливість реалізувати певні засоби навчання у вигляді матеріальних об'єктів (наприклад, фізичних моделей, оригіналів в штучних умовах, оригіналів у природних умовах та ін.).

Виокремимо ті педагогічні програмні засоби, з використанням яких в учнів з'являється можливість проводити чисельний експеримент, виконувати необхідні обчислення або графічні побудови, перевіряти гіпотези, випробовувати різні методи розв'язування задач та не вимагаються додаткові (спеціальні) знання про комп'ютер [18].

Безперечно, призначення систем комп'ютерної математики полягає у забезпеченні можливостей та уміння учнів самостійно відкривати математичні науки шляхом експериментування з використанням комп'ютера.

Завдяки використанню КОМСДН окремі розділи й методи математики стають доступними, зрозумілими, зручними для використання в навчальному процесі. Застосування технологій ІІІ дає можливість у багатьох випадках перетворити розв'язування задач на доступний і творчий, дослідницький процес. Учні розв'язують рівняння, нерівності та їх системи, наприклад, не знаючи формул для знаходження коренів, методу інтервалів, методу виключення змінних; здійснюють обчислення похідних та інтегралів, не пам'ятаючи таблиць; досліджують функції, не знаючи алгоритмів їх дослідження. Одночасно, завдяки можливостям графічного супроводу комп'ютерного розв'язування завдання, школярі з легкістю розв'язують досить складні завдання, упевнено володіючи відповідною системою понять і правил.

Розглянемо критерії до використання педагогічних програмних засобів (ППЗ) із метою добору програмних засобів, на які доцільно орієнтуватися в процесі навчання математики:

1. Педагогічна виваженість та шкільна спрямованість використання педагогічного програмного засобу. Величезна кількість програмних засобів призначена для виконання складних і громіздких обчислень, роботи з елементами вищої математики. На основі аналізу численних досліджень, навчальної та методичної літератури, існуючих підручників та посібників і навчальної програми саме шкільної математики можна стверджувати, що окремі її розділи залишаються поза межами програми. Використання кількох програмних засобів, кожен з яких містить елементи роботи з математичними об'єктами для вивчення конкретного навчального матеріалу програми, є нераціональним. Програмний засіб повинен відігравати роль робочого інструменту учня в навчально-виховному процесі та бути пристосованим для індивідуальної роботи учнів з метою реального виконання опрацювання даних та виконання досліджень, без жодної імітації роботи [58].

2. Методична доцільність використання педагогічного програмного засобу. Кожен програмний засіб, перш ніж використовувати в процесі навчання шкільної математики, повинен бути оцінений з позиції методичної доцільності такого використання. Використовуються системи комп'ютерної математики, які можуть бути потужним інструментальним або моделюючим засобом, однак їх методичне (!) використання на уроці доцільним та педагогічно виваженим неможливо вважати.

Доцільно наголосити, що використання деяких з таких програмних засобів на уроках та в позаурочний час може бути не лише педагогічно недоцільним, а навіть шкідливим [13]. Педагогічний програмний комплекс, що використовується в процесі навчання математики (на уроках і позаурочний час) складається з *безпосередньо програмного засобу; методичних рекомендацій щодо його використання; інструкції для вчителів та учнів; опису відповідних методик проведення уроків з використанням ППЗ.*

3. *Інтуїтивно зрозумілий і простий інтерфейс.* Стандартний інтерфейс користувача педагогічного програмного засобу повинен відповідати стандартним варіантам організації взаємодії з користувачем (вчитель/учень) із забезпеченням можливості обирати доступні операції залежно від потреб навчального процесу, які використовуються в сучасних прикладних математичних пакетах.

4. *Апаратна невибагливість і програмна сумісність.* Пропоновані педагогічні програмні засоби та інші програмні продукти повинні використовуватись у всіх кабінетах інформатики та інформаційно-комунікаційних технологій, незалежно від комплектації.

5. *Наявність ліцензії на використання педагогічного програмного засобу.* Будь-який педагогічний програмний засіб, що використовується для підтримки навчання предметів природничо-математичного циклу, та відповідна операційна система повинні забезпечуватися ліцензією для подальшого їх використання в навчальному закладі.

6. *Надійність та безпека експлуатації в умовах сучасного кабінету інформатики та інформаційно-комунікаційних технологій.* Використання педагогічних програмних засобів не повинно спричиняти ситуацій, наслідками яких є внесення несанкціонованих змін у робочі (системні) файли та пошкодження (видалення) файлів, ОС та ін. Пропонований підхід до вивчення математики забезпечує наочне представлення понять, які досліджуються, що суттєво сприяє розвитку образного мислення, оскільки всі рутинні обчислювальні операції і побудови виконує безпосередньо комп'ютер, залишаючи учнями час на здійснення дослідницької діяльності.

З використанням систем динамічної геометрії виникає можливість виконувати побудови на комп'ютері, створюючи побудови будь-якої складності з використанням обмеженого набору основних інструментів, аналогічні класичним геометричним побудовам (на папері), з одночасним «оживленням» рисунку, спостерігаючи за різноманітними змінами його при переміщенні базових точок мишкою. При цьому креслення динамічно змінюється, зберігаючи відповідні залежності між частинами побудови.

З використанням систем динамічної математики забезпечується необхідна інтерактивність роботи з рисунком і можливість його дослідження в динаміці [65], причому з'являється можливість:

- Автоматизувати процес побудови, розширюючи набір базових геометричних інструментів, попередньо визначивши вихідні об'єкти та алгоритм побудови;

- Виконувати побудови, аналогічні класичним побудовам за допомогою циркуля та лінійки (будувати відрізки; промені; прямі за двома точками; будувати точки, що належать фігурам; знаходити точки перетину фігур; будувати образ точки при центральній та осьовій симетрії, середину відрізка; вимірювати відстані і кути; проводити паралельні і перпендикулярні прямі, бісектриси; коло за даним радіусом; коло за центром і точки на ньому);

- Задавати точки і фігури аналітично (за допомогою координат і рівнянь);
- Здійснювати оформлення рисунків, змінюючи при цьому властивості відображення точок і фігур (товщину ліній, стиль, колір, спосіб нанесення, відображати необхідні частини рисунка);
- Вимірювати відповідні параметри побудови (координати, довжини, кути, площі) шляхом (а) безпосереднього вимірювання (позначення крапок для виміру та підготовка відповідних підписів), (б) з використанням вбудованого геометричного калькулятора, (в) додавання напису з динамічними виразами;
- Вимірювати параметри побудови, причому значення миттєво обновляються залежно від відповідних змін базових параметрів; з'являються можливості для виконання досліджень, пошуку закономірностей і формування гіпотез;
- Використовувати необхідні елементи аналітичної геометрії (систему координат, графіки функцій, рівняння прямих і кіл, алгебраїчні залежності між частинами побудови тощо);
- Будувати геометричні місця точок, будувати слід точки при відповідному переміщенні, будувати сліди прямої на комплексному кресленні та ін.;
- Переглядати алгоритми побудови за необхідними кроками;
- Здійснювати експорт рисунків в графічні формати для підготовки геометричних ілюстрацій та використання в інших додатках.

Серед запропонованої у методичних дослідженнях типології уроків виокремлено лише ті, які найбільш доцільні в контексті педагогічно виваженого та методично вмотивованого використання компонентів комп'ютерно орієнтованої системи навчання [55]: *інтегрований урок; комбінований урок; урок–дидактична гра; урок–змагання; урок–консультація; урок–лекція; урок–семінар; урок–залік; урок–практикум; урок ознайомлення з новим навчальним матеріалом; урок застосування нових знань і вмінь; урок перевірки та корекції знань та вмінь; урок закріплення нового навчального матеріалу; урок узагальнення та систематизації знань.*

Під час підготовки та організації навчального процесу, відповідного планування занять необхідно враховувати наступне: 1. Комп'ютер як навчальний засіб не може оперативно та точно реагувати на зміни педагогічних ситуацій, що виникають, відповідно – *не може замінити вчителя (!)*. 2. Тривала робота учнів з використанням персонального комп'ютера, наприклад, упродовж усього уроку, є *недопустимою та шкідливою*. 3. Синхронна робота з допомогою вчителя *доцільна упродовж короткого проміжку часу* з метою виконання конкретних етапів дослідницького проекту.

Результати дослідження свідчать про можливе та доцільне використання таких програм у поєднанні з традиційними методами навчання, причому отримуємо можливість ефективно використовувати час без перевантаження учнів. Безперечно, створюються умови для дослідницького навчання та реалізуються нові підходи, які не можна використовувати під час традиційного навчання. Йдеться про можливість *пошуку власного логічного розв'язування задачі; моделювання досліджуваних явищ;*

пошук варіантів раціональних розв'язків; постановка проблеми і можливість поетапного її розв'язування.

Відповідні навчальні дії розвивають логічне мислення та творчі здібності учнів, що в свою чергу сприяє розвитку інтелекту, адже під час вивчення математики з використанням педагогічних програмних засобів учень учить критично мислити і ґрунтовно аналізувати навчальні матеріали, конструює необхідні знання і відкриває для себе нові між предметні зв'язки, в тому числі із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій.

Майстерність учителя полягає у розумінні, які знання та в якому вигляді необхідно пропонувати учням, враховуючи психофізіологічні особливості кожного з них. Йдеться про планування та проектування навчально-виховного процесу в розуміння конкретної технології навчання, оскільки необхідно продумати та організувати процес методично вмотивованого використання учнями інформаційно-комунікаційних технологій із забезпеченням чіткого зворотного зв'язку.

Безперечно, використання комп'ютерної техніки сприяє підвищенню мотивації в процесі навчання учнів. З використанням інформаційно-комунікаційних технологій можливо моделювати реальні процеси, відповідно – виокремити причини та наслідки, розуміти суть відповідних процесів. З'являється можливість здійснення класифікації дослідницьких задач за складністю, коректно заохочуючи учнів, які отримали правильні відповіді.

На підставі проведених тривалих досліджень можна стверджувати, що організовані варіативні моделі дослідницького навчання за допомогою ґрунтовно педагогічно продуманих компонентів комп'ютерно орієнтованих методичних систем навчання є перспективним напрямком щодо модернізації процесів навчання предметів природничо-математичного циклу у загальноосвітніх навчальних закладах. Проведена ґрунтовна робота у напрямку розроблення науково-методичного і дидактичного забезпечення щодо використання компонентів комп'ютерно орієнтованої системи дослідницького навчання предметів природничо-математичного циклу [55].

Очевидна ефективність експериментального дослідження спрямована також на створення оптимальних умов для перманентного підвищення рівня фахової майстерності вчителів, в тому числі математики, фізики, хімії, біології, екології та ін., в контексті використання компонентів КОМСДН, у т.ч. технологій ІІІ у освітньому процесі [66].

5. Роль інструментів зі штучним інтелектом у підготовці педагогічних кадрів **(В. В. Осадчий)**

Поява пошукових систем та інформаційних ресурсів з відкритою інформацією поставила перед педагогами нові питання щодо ролі викладача в освітньому процесі. Раніше викладач був основним джерелом знань, але тепер студенти можуть самостійно знаходити інформацію в Інтернеті. Це призвело до появи нових концепцій ролі викладача, таких як тьютор, фасилітатор та ментор.

Новим поштовхом до переосмислення освіти стало поширення технологій генеративного ШІ. Викладачі зіткнулися з новими викликами, такими як способи викладання, оцінювання, відбір релевантної інформації та забезпечення академічної доброчесності. Крім того, постали етичні питання щодо можливостей та ризиків використання технологій ШІ. Педагоги розуміють, що їм потрібно переосмислити свої методи викладання та узгодити їх з тим, чого студенти мають навчитися в умовах розвитку ШІ. Студенти повинні розвивати компетентності у сфері ШІ, щоб не сліпо покладатися на його результати, а використовувати їх як інструменти з певними можливостями та обмеженнями. Тому заклади вищої освіти тасамі викладачі переглядають навчальні програми та зміст навчальних дисциплін, приділяючи більше уваги розвитку критичного мислення та здатності студентів аналізувати інформацію, згенеровану ШІ. Отже, роль викладача все більше змінюється у бік фасилітації, рефлексії, тьюторингу та менторингу, оскільки ШІ та інші технології стають потужними засобами професійної підготовки майбутніх фахівців.

Технічна спільнота, науковці, освітяни та багато людей загалом були вражені можливостями ChatGPT. Він може природно спілкуватися з людьми, писати тексти будь-якої тематики, створювати код, генерувати зображення, просто пояснювати складні теми, давати поради у різних сферах людської діяльності тощо. Після успіху ChatGPT цією технологією зацікавилися великі компанії, що призвело до появи інших чат-ботів та інструментів зі штучним інтелектом для різних цілей. Зокрема з'явилися такі інструменти як Microsoft Bing AI (Copilot) та Google Bard (Gemini) – для генерації тексту та графіки; DALL-E – для генерації графічних зображень; Tome – для візуалізації ідей і створення презентацій; Beatoven.ai – для створення унікальної музики на основі настрою, Google AI Research – для доступу до різних інструментів та ресурсів для дослідників штучного інтелекту, Gradescope – для автоматизації процесів оцінювання завдань з використанням штучного інтелекту тощо.

Найпоширенішими нині стали чат-боти зі штучним інтелектом. Список чат-ботів, що використовують генеративні системи штучного інтелекту складається з 29 найменувань [24]. Загалом «бот» – це комп'ютерна програма, запущена в Інтернеті, яка навчена набором правил діяти автономно та пропонувати послуги. Традиційно терміни бот і робот використовувалися як еквіваленти як синоніми, оскільки перший є зменшувально-меншувальним від другого. Згодом ці терміни розрізнилися. На ринку ІТ виділяють три категорії ботів [26]:

1. Утилітарні боти – це тип бота, який виконує певні функції, він має ціль і вимірюється на основі функції, для якої він був запрограмований, наприклад, це бот, який відповідає на поширені запитання.

2. Комунікабельні боти (боти-помічники) в основному характеризуються хорошим рівнем спілкування, оскільки вони володіють мовою, яка дозволяє їм розвивати свою особистість. Зазвичай вони присутні в мобільних і настільних операційних системах, наприклад Cortana (Microsoft), Alexa (Amazon), Siri (Apple) і Google Assistant.

3. Чат-бот – це комп’ютерна програма, здатна розпізнавати природну мову та підтримувати розмову з користувачем для вирішення запиту.

Б. Стефанович [3] запропонував рейтинг ІІІ чат-ботів за п’яти бальною шкалою, враховуючи такі критерії:

1. Легкий доступ – ІІІ чат-бот не повинен вимагати складного налаштування, повинен бути простим у використанні та не повинен вимагати знання програмування.

2. Точність – ІІІ чат-бот повинен мати можливість давати відповіді, які мають сенс і є правдивими.

3. Досвід чату – ІІІ чат-бот повинен дозволити вести онлайн-розмови, обмінюючись повідомленнями туди й назад, що забезпечує більш природну взаємодію.

4. Ключові особливості – ІІІ чат-бот а кож повинен пропонувати додаткові функції, такі як підтримка кількох мов, наявність корисних інтеграцій, збереження історії розмов, копіювання та експорт отриманих результатів тощо.

У цьому рейтингу в першій п’ятірці ІІІ чат-ботів опинилися такі інструменти як ChatGPT, Google Bard (Gemini), Microsoft Bing AI (Copilot), Lyro, Drift (Таб. 1).

Таблиця 1

Рейтинг ІІІ чат-ботів за версією Б. Стефановича [43]

Назва чат-бота ІІІ	Рейтинги	Безкоштовний план/пробна версія	Найкраще для
ChatGPT	4.6/5	<input checked="" type="checkbox"/>	Загальна продуктивність
Google Bard	4/5	<input checked="" type="checkbox"/>	Творчі підказки
Microsoft Bing AI	N/A	<input checked="" type="checkbox"/>	Пошуки в Інтернеті
Lyro	4.7/5	<input checked="" type="checkbox"/>	Особливості обслуговування клієнтів
Drift	4.4/5	<input checked="" type="checkbox"/>	Параметри планування

Згідно цього рейтингу найкращим за продуктивністю є ChatGPT, за рівнем творчості підказок – Google Bard (Gemini), за можливістю пошуку в Інтернеті – Microsoft Bing AI (Copilot), за особливостями обслуговування клієнтів – Lyro, а за параметрами планування – Drift.

Виходячи з аналізу статей [8], [6], [19] інструменти штучного інтелекту, які найчастіше використовуються у вищій освіті, включають адаптивні системи

навчання, інтелектуальні системи навчання та освітні інструменти на основі штучного інтелекту для персоналізованого зворотного зв'язку та оцінювання. На основі узагальнення результатів досліджень [6] можна виділити такі переваги використання інструментів ШІ у вищій освіті:

1) мають потенціал для підвищення якості навчання, що надається вчителями, і покращення результатів навчання учнів [6], [19];

2) позитивно впливають на навчальний досвід студентів, включаючи покращене розуміння, креативність і продуктивність [10];

3) дозволяють отримувати персоналізовані відгуки про завдання, тести та оцінювання, що може підвищити успішність студентів [41];

4) покращують досвід навчання та результатів для учасників в освітніх контекстах [30];

5) сприяють вихованню адаптивного навчання та навичок вирішення проблем у студентів університетів [35];

б) покращують можливості виявлення, аналізу та керування академічною інформацією, тим самим підвищуючи ефективність і точність процесу університетських досліджень університетів [35].

Разом із тим на поверхню швидко впливають і проблеми впровадження інструментів ШІ у вищій освіті. Існують етичні питання, виклики та ризики, пов'язані з ШІ у вищій освіті, що підкреслює необхідність прозорих та етичних алгоритмів ШІ, персоналізованих та адаптивних підходів до оцінювання та важливості людського судження в освіті на основі ШІ. Також існує потреба в чіткій політиці та рамках, узгоджених з етичними принципами використання ШІ у вищій освіті, разом із постійним навчанням викладачів і студентів, щоб переконатися, що вони розуміють етичні міркування та наслідки ШІ в освітньому процесі. На наш погляд, надзвичайно важливо сприяти критичному мисленню усіх учасників освітнього процесу, відповідальному використанню інструментів ШІ в академічних установах, здійсненню подальших досліджень педагогічних, етичних, соціальних, культурних та економічних аспектів ШІ в освіті для вдосконалення та підвищення ефективності освітніх структур.

Підсумовуючи, слід зазначити, що використання інструментів штучного інтелекту у вищій освіті має численні переваги, зокрема покращення результатів навчання студентів, підвищення якості викладання, удосконалення персоналізованого та адаптивного навчання, покращений академічний досвід, автоматизація рутинних процесів для виокремлення часу на більш креативні завдання. Однак їх впровадження не позбавлене проблем і викликів, зокрема пов'язаними з етичними міркуваннями та необхідністю прозорого та відповідального розгортання інструментів ШІ в освітньому середовищі. Вплив інструментів штучного інтелекту на результати навчання студентів є позитивним, що призводить до покращення академічної успішності та позитивного досвіду навчання. Етичні міркування, пов'язані з використанням інструментів ШІ у вищій освіті, підкреслюють необхідність чіткої політики, постійного навчання та відповідального розгортання для забезпечення етичного використання ШІ у вищій освіті.

6. Навчання розробці WebAR з інтегрованим машинним навчанням: методологія занурення та інтелектуальний освітній досвід (С. О. Семеріков)

Доповнена реальність у Web (Web-based Augmented Reality, або WebAR) є одним із найпоширеніших способів об'єднання реального та віртуального на мобільних Інтернет-пристроях [98, 99]. Розробка веб-додатків доповненої реальності відрізняється від інших способів розробки тим, що є крос-платформовою і не вимагає встановлення розроблених додатків, що суттєво підвищує рівень мобільності програмного забезпечення порівняно із традиційними мобільними додатками.

Наразі найвідоміша у світі некомерційна бібліотека для розробки WebAR – AR.js, започаткована Жеромом Етьєнном, один із розробників AR.js, створив нову бібліотеку під назвою MindAR – більш компактну та технологічно розвинену, але, на відміну від AR.js, маловідому.

AR.js та MindAR побудовані на класичних рушіях ARToolKit та OpenCV відповідно, що наразі є промисловим стандартом. Водночас, якщо AR.js зорієнтована на опрацювання насамперед простих маркерів розміром до 16×16 , то MindAR – на природні зображення складної структури. Інша особливість MindAR, що робить її доцільним засобом навчання – включення до її складу відомої бібліотеки машинного навчання TensorFlow, що надає потенційні можливості для інтеграції моделей машинного навчання у WebAR додатки з метою створення високоінтерактивних і цікавих ефектів, наприклад, використання жестів рук або міміки для управління AR-контентом [38, с. 198-199].

Бібліометричний аналіз джерел із освітніх застосувань WebAR

Для виконання систематизованого бібліометричного аналізу за запитами “WebAR” та “Web-based augmented reality for education” був застосований VOSviewer версії 1.6.18. В якості джерела даних для першого запиту був обраний Crossref із пошуком по заголовках документів, що надало можливість відібрати 19 документів 2017–2022 рр. (дата запиту: 26.11.2022). Відібрані документи були проаналізовані за кількістю разів, які вони цитуються разом із іншими документами. Із 92 джерел, що цитувались у 19 документах, 26 цитуються спільно більше одного разу, утворюючи лише 1 кластер (рис. 4), що складають роботи, виконані під керівництвом С. О. Семерікова.

В якості джерела даних для другого запиту був обраний Scopus із пошуком по заголовках, анотаціях та ключових словах документів, що надало можливість відібрати 93 документи 2001–2023 рр. (рис. 5), 66 з яких припадають на останні 5 років. Більшу частину з них складають статті у журналах, меншу – книги та статті у матеріалах конференцій [38, с. 199-200].

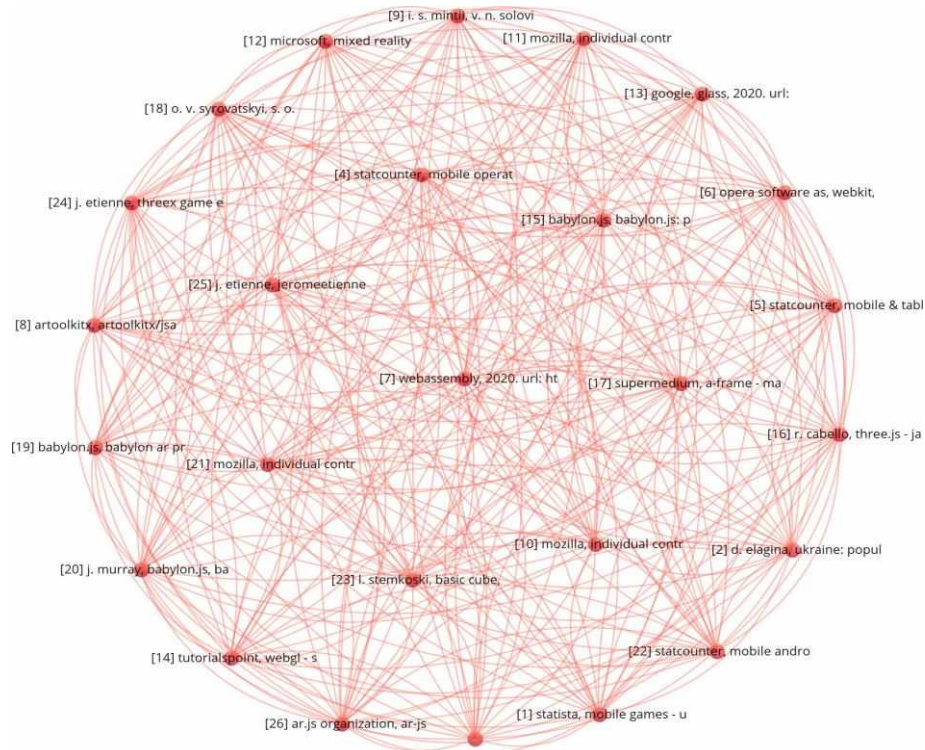


Рис. 4. Семантична мережа посилань у документах за запитом “WebAR”

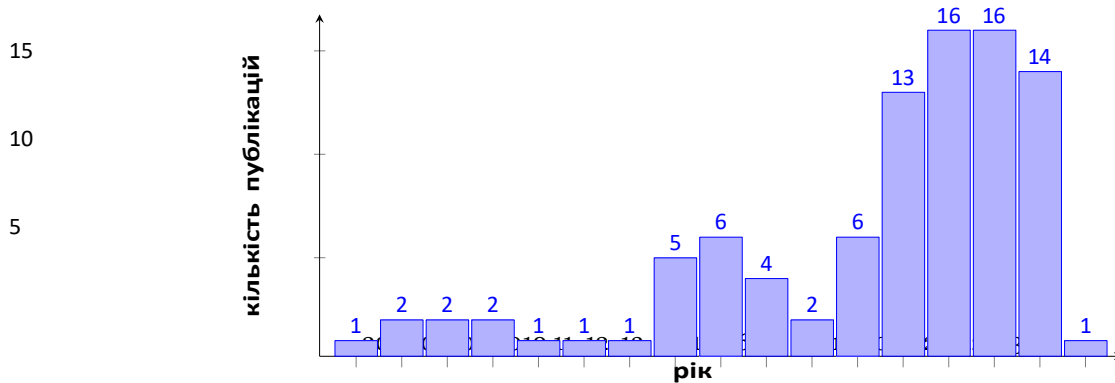


Рис. 5. Розподіл документів за роками (запит “Web-based augmented reality for education”)

Із 301 автора 93 документів 2 та більше разів цитувались 27 авторів, а 3 та більше – 9. На рис. 3 показано семантичну мережу ключових слів у документах за запитом “Web-based augmented reality for education”. Розподіл ключових слів за кластерами (рис. 7) подано у табл. 2.

Перший кластер (виділений червоним кольором на рис. 7 та у табл. 2) пов’язує базові концепти доповненої реальності в освіті: доповнену та віртуальну реальність із

Кластер 1	Кластер 2
article	computer-aided instruction
augmented reality	curricula
education	e-learning
human	education computing
humans	engineering education
internet/web-based learning	learning environments
learning	mobile learning
medical education	students
smartphones	teaching
virtual reality	user interfaces
Кластер 3	Кластер 4
augmented reality applications	distance education
augmented reality technology	
interactive learning environments	
learning systems	
motivation	
websites	

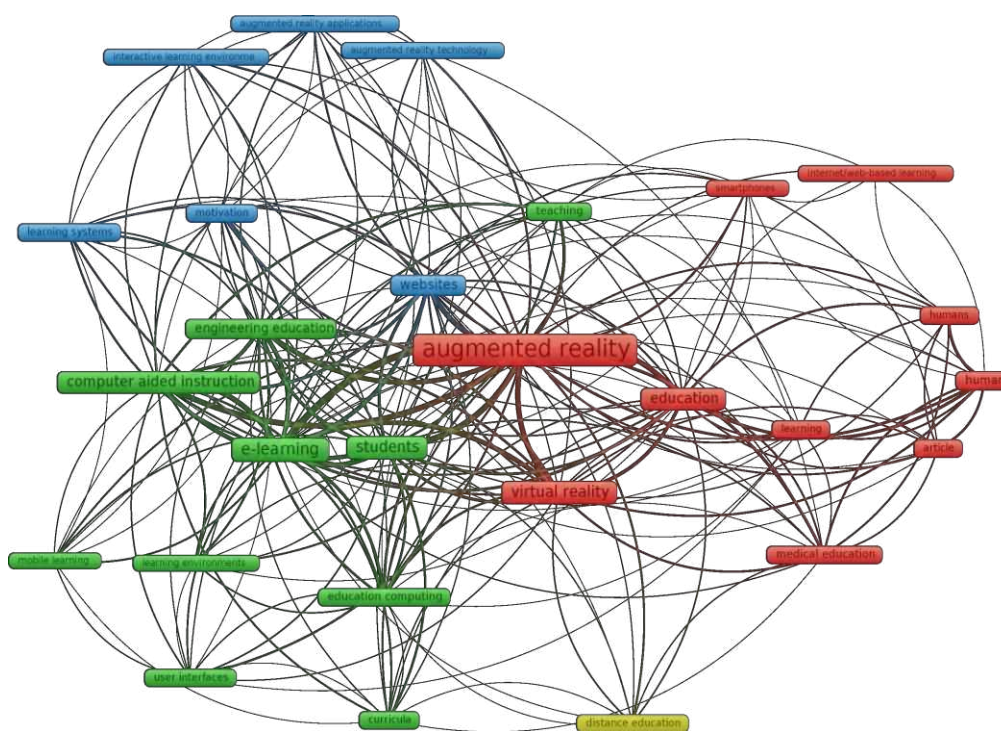


Рис. 7. Розподіл ключових слів за кластерами

Навчання (у сенсі учіння) пов'язане у другому кластері з викладанням, студентами, ІКТ навчання, комп'ютерно зорієнтованим викладанням, електронним навчанням та інтерфейсами користувача, у третьому – із веб-сайтами та мотивацією. Дане поняття не має прямих зв'язків із дистанційною освітою.

Концепт людини поза межами свого кластеру пов'язаний зі студентами та електронним навчанням у другому кластері та веб-сайтами у третьому.

Поза межами свого кластеру, інтернет/веб-орієнтоване навчання пов'язане лише з традиційним викладанням у другому кластері [38, с. 202-203].

Нарешті, смартфони пов'язані у другому кластері з викладанням, студентами, ІКТ навчання, електронним навчанням та інженерною освітою, у третьому – із веб-сайтами та AR-додатками.

Другий кластер (виділений зеленим кольором на рис. 7 та у табл. 2) пов'язує концепти проєктування навчального середовища: викладання, інженерну освіту, комп'ютерно зорієнтоване викладання, електронне навчання, студентів, мобільне навчання, навчальні середовища, ІКТ навчання та курикулуми.

Центральними у другому кластері є концепти “електронне навчання” та “студенти”, що також відноситься до майже універсальних – формально, вони не пов'язується лише з інтернет/веб-орієнтованим навчанням через його синонімічність із електронним навчанням.

Комп'ютерно зорієнтоване викладання пов'язане із концептами першого (доповнена та віртуальна реальність, освіта (включно із медичною) та навчання) та третього (мотивація, веб-сайти, системи навчання, інтерактивні навчальні середовища, AR-додатки, технології доповненої реальності) кластерів.

Концепт викладання пов'язаний у першому кластері із доповненою реальністю, освітою та навчанням, смартфонами та інтернет/веб-орієнтованим навчанням, а у третьому – із веб-сайтами, AR-додатками та технологіями доповненої реальності.

Інженерна освіта пов'язана у першому кластері із доповненою та віртуальною реальністю, освітою та смартфонами, та з усіма концептами третього і четвертого кластерів.

ІКТ навчання пов'язані у першому кластері із доповненою та віртуальною реальністю, освітою (включно із медичною) та навчанням, смартфонами, у третьому – із мотивацією, системами навчання та веб-сайтами, у четвертому – із дистанційною освітою.

Поза межами свого кластеру, навчальні середовища пов'язані лише з освітою, доповненою та віртуальною реальністю з першого кластеру й веб-сайтами із третього.

Аналогічно, мобільне навчання пов'язане із освітою та доповненою реальністю із першого кластеру й мотивацією, веб-сайтами та системами навчання із третього.

Інтерфейси користувача мають зв'язки із концептами першого (навчання, доповнена та віртуальна реальність) та третього (мотивація, веб-сайти) кластерів.

Курикулуми пов'язані у першому кластері із освітою (включно з медичною), доповненою та віртуальною реальністю, у третьому – із веб-сайтами та у четвертому із дистанційною освітою.

Третій кластер (виділений блакитним кольором на рис. 7 та у табл. 2) пов'язує концепти реалізації імерсивного навчального середовища: веб-сайти, мотивацію, системи навчання, інтерактивні навчальні середовища, AR-додатки та технології доповненої реальності [38, с. 202-204].

Центральними у третьому кластері є веб-сайти, що відносяться до майже універсальних концептів – формально, вони не пов'язується лише з інтернет/веб-орієнтованим навчанням через перекриття відповідних понять.

Концепт мотивації пов'язаний у першому кластері із доповненою та віртуальною реальністю, освітою та навчанням, а у третьому – із електронним та мобільним навчанням, ІКТ навчання, інтерфейсами користувача, комп'ютерно зорієнтованим викладанням, студентами та інженерною освітою.

Системи навчання пов'язані у першому кластері із доповненою та віртуальною реальністю і освітою, а у третьому – із електронним та мобільним навчанням, ІКТ навчання, комп'ютерно зорієнтованим викладанням, студентами та інженерною освітою.

Схожі зв'язки мають й інтерактивні навчальні середовища: у першому кластері – із доповненою та віртуальною реальністю і освітою, а у третьому – із електронним навчанням, комп'ютерно зорієнтованим викладанням, студентами та інженерною освітою.

Природно, AR-додатки пов'язані у першому кластері з доповненою реальністю та смартфонами, а у другому – із електронним навчанням, комп'ютерно зорієнтованим викладанням, студентами та інженерною освітою.

Технології доповненої реальності пов'язані у першому кластері з доповненою та віртуальною реальністю і освітою (включно з медичною), а у другому – із електронним навчанням, комп'ютерно зорієнтованим викладанням, студентами та інженерною освітою.

Четвертий кластер (виділений жовтим кольором на рис. 7 та у табл. 2) містить концепт дистанційної освіти, пов'язаний у першому кластері із концептами доповненої та віртуальної реальності і концептом освіти (включно з медичною), у другому – із концептами студента, інженерної освіти, ІКТ навчання, електронного навчання та курикулуму, та у третьому – із концептом веб-сайту.

Аналіз розподілу концептів за густиною зв'язків (рис. 8) та часом надає можливість визначити, що найбільш давні (до 2015 року) дослідження були зосереджені на питаннях інтерфейсів користувача та їх застосування в освіті. У роботах 2016 року центр уваги зміщувався у напрямі дослідження впливу на студентів викладання у навчальних середовищах. Дослідження 2017 року актуалізували концепти віртуальної реальності, інтерактивних навчальних середовищ, курикулуму, комп'ютерно зорієнтованого навчання, зокрема, у інженерній освіті. Центром уваги досліджень 2018 року стали ІКТ навчання, застосування смартфонів, AR-додатків та педагогічних технологій доповненої реальності [38, с. 204-205].

WebAR стає предметом уваги досліджень 2019 року – у них підіймаються питання застосування смартфонів, інтернет/веб-орієнтованого навчання та доповненої реальності. У 2020 року вплив пандемії COVID-19 додав питання мотивації навчання та медичної освіти. Новий елемент останніх за часом досліджень – це доповнення (аугментація) людини.

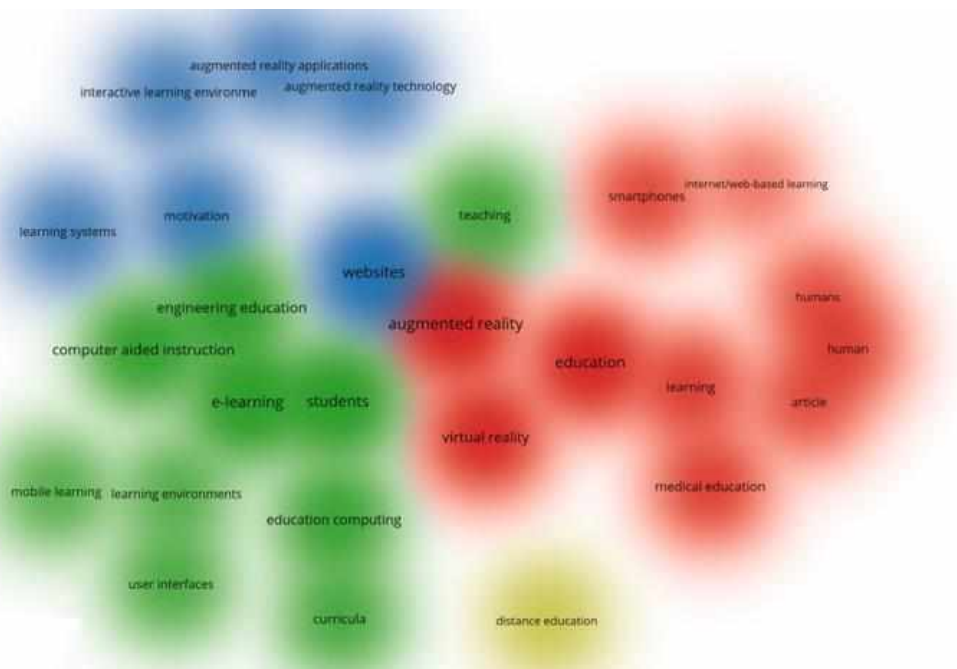


Рис. 8. Густина зв'язків ключових слів за запитом “Web-based augmented reality for education”

Засоби розробки доповненої реальності для веб

1. Налаштування веб-серверу та віддаленого налагоджувача.

Для розробки мовами HTML та JavaScript основними засобами розробки є простий текстовий редактор і веб-браузер, в якому можна відкрити звичайну веб-сторінку HTML, збережену локально. Однак це може не спрацювати для додатків, які потребують використання камери. Крім того, може знадобитися час від часу тестувати додатки на власних мобільних пристроях, тому краще встановити локальний веб-сервер. Корисним може бути вибір протоколу HTTPS у додаткових налаштуваннях – без його використання мобільний пристрій може не надати доступ до камери.

Технічно можна виконувати всю роботу з розробки та тестування безпосередньо на настільному браузері, але іноді все ж таки доцільно спробувати на мобільному телефоні. Якщо пристрої підключені до однієї локальної мережі, у якій немає брандмауера, проблем із доступом до веб-серверу немає. Однак, якщо точка доступу до мережі знаходиться за брандмауером, можна використовувати ngrok для того, щоб виконати перенаправлення трафіку з порту, доступ до якого обмежений. Після встановлення ngrok та створення облікового запису на сайті необхідно зареєструвати агент ngrok та запустити його, вказавши в якості параметру протокол (наприклад, HTTP) та номер порту, доступ до якого закриває брандмауера (наприклад, 8887). Після запуску ngrok надає глобальне Інтернет-посилання за протоколом HTTPS – але лише у той час, коли працюють одночасно локальний веб-сервер та перенаправлення ngrok.

Традиційно, налагодження веб-додатків передбачає перегляд консолі веб-браузера, куди виводяться повідомлення, що стосуються налагодження програми. Однак на

мобільному пристрої це може бути не так просто. Тут допоможе RemoteJS – натиснувши після переходу на сайт кнопку “Start Debugging”, отримаємо код агенту RemoteJS виду

```
<script data-consolejs-channel="9817ec3e-a3f7-fbe3-3836-e2e2d07d5c99" src="https://remotejs.com/agent/agent.js"></script>
```

Цей код необхідно скопіювати і вставити безпосередньо у веб-сторінку: після цього всі налагоджувальні повідомлення будуть надіслані на веб-сторінку з адресою https://remotejs.com/viewer/agent_code, де `agent_code` – значення змінної `data-consolejs-channel` [38, с. 205-207].

2. Застосування графічної бібліотеки для доповненої реальності у веб.

WebGL – JavaScript API для рендеринга 3D-графіки в браузерах. Він є крос-платформним стандартом відображення, який підтримують всі основні браузери. Проте низькорівневий код WebGL складно читати та писати, тому були створені більш зручні для користувача бібліотеки.

Three.js є однією з таких бібліотек. Її автор Рікардо Мігель Кабелло, також відомий як mrdoob, є одним із піонерів використання WebGL, тому ця бібліотека часто використовується при побудові інших бібліотек. Більшість WebAR SDK підтримують Three.js, тому вона дійсно потребує опанування для ефективної розробки веб-додатків з доповненою реальністю.

Щоб зрозуміти, як на високому рівні працює Three.js, доцільно провести аналогію з роботою фоточи кінорежисера, який:

- 1) налаштовує сцену шляхом розташування на ній об’єктів;
- 2) рухає камеру, щоб зафіксувати кадри з різних позицій та ракурсів.

Three.js не є спеціалізованою бібліотекою для доповненої реальності – вона містить суттєво більше функціональності, в тому числі тієї, що є більш придатною для веб-VR (освітлення, камери та ін.) (рис. 9).

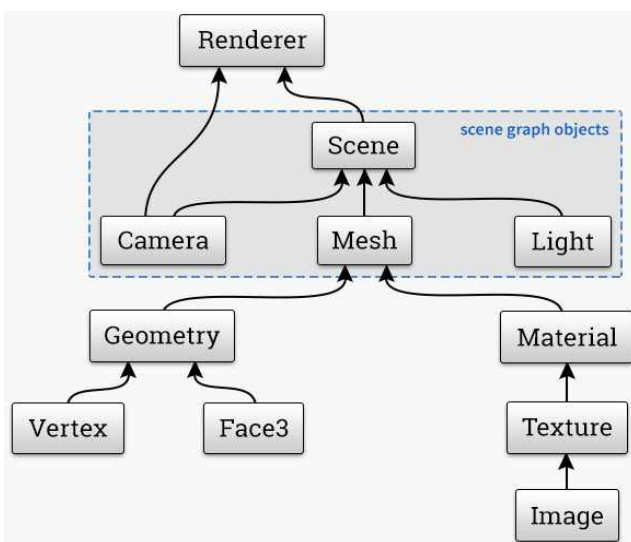


Рис. 9. Загальна структура Three.js

Як показано на рис. 9, основою є сцена, створення об'єктів на якій відбувається у три кроки:

- 1) визначення геометрії об'єкту – векторів позиції, кольорів та ін.: так, `BoxGeometry` відповідає за прямокутний паралелепіпед;
- 2) визначення матеріалу – способу рендерингу об'єкту (його оптичні властивості – колір, фактура, блиск тощо): так, `MeshBasicMaterial` відповідає матеріалу, що має власний колір і не відбиває промені;
- 3) композиція геометрії та матеріалу виконується за допомогою `Mesh`.

Рендерер – це те, що буде відображати 3D-модель на полотні з урахуванням матеріалу, текстури та освітлення. Для роботи WebAR додатків важливо, щоб сцена була прозорою – тоді на неї можна буде накласти відеопотік з камери. Це досягається встановленням значення параметру `alpha` у `true` у конструкторі класу `WebGLRenderer`.

Безпосередньо рендеринг виконує метод `render`, який відображає проєкцію сцени на полотно (елемент `canvas`) із точки зору камери.

Перед зв'язування полотна зі сторінкою HTML для WebAR додатків необхідно виконати підключення відеопотоку.

На рис. 10 показано першу реалізацію WebAR, в якій реальний об'єкт з камери доповнений віртуальним об'єктом.

Розміщення полотна поверх відео є основою WebAR. Єдине, чого бракує, це відображення об'єкту у більш доцільному місці та оновлення його положення відповідно до сигналу з камери, тобто відстеження об'єкту [38, с. 207-208].



Рис. 10. Результат накладання

3. Налаштування бібліотеки для доповненої реальності у веб.

Змінити положення зображення можна шляхом переміщення віртуальної камери, змінюючи її позицію (координати) та нахил. Доцільні зміни вимагають відстеження об'єктів, тому поширеною є класифікація доповненої реальності на маркерну,

безмаркерну, координатну тощо. Автор бібліотеки MindAR пропонує класифікацію доповненої реальності за типом відстеження.

Перший тип – відстеження зображень: у цьому типі віртуальні об'єкти з'являються поверх цільових зображень, які можуть бути маркерними (bar-code-like), які мають заздалегідь визначену структуру, та природними, які можуть бути чим завгодно. Зображення не обов'язково має бути друкованими чи екранними – можуть бути навіть футболки з доповненою реальністю.

Другий тип доповненої реальності – відстеження обличчя, за якого об'єкти прикріплюються до людського обличчя. Прикладами є фільтри в Instagram, Google Meet, кампанії у соціальних мережах, додатки для примірки віртуальних аксесуарів тощо.

Третій тип доповненої реальності – відстеження довкілля (world tracking), який також називають безмаркерною доповненою реальністю. За такого типу відстеження об'єкти доповненої реальності можуть бути розміщені де завгодно, не обмежуючись конкретним зображенням, обличчям або фізичними об'єктами. Додатки відстеження довкілля безперервно фіксують і відстежують навколишнє середовище та оцінюють фізичне положення користувача додатку. Найчастіше об'єкти доповненої реальності прикріплюються до певної поверхні, зокрема, до землі.

Геокоординатна доповнена реальність (location-based AR), відома за Pokémon GO, Ingress тощо передбачає прив'язку контенту до певного географічного положення – широти та довготи. Зазвичай ці програми відстежують довкілля, оскільки доповнений вміст, як правило, прикріплений до землі, а геокоординатна частина є скоріше додатковою умовою, виконання якої приводить до початку відстеження довкілля (або обличчя) у певному місці. Можуть бути визначені й інші типи відстеження – відстеження 3D-об'єктів, відстеження рук та ін.

Незважаючи на різноманіття бібліотек для доповненої реальності, їх основною задачею є визначення позиції віртуальної камери відповідно до відстежуваного об'єкту, що ілюструється наступним псевдокодом:

```
const ar_engine = new SOME_AR_ENGINE(); while(true) {
  await nextVideoFrameReady();
  const { position, rotation } = ar_engine.computeCameraPose(video); camera.position =
position;
  camera.rotation = rotation;
}
```

Спочатку необхідно ініціювати бібліотеку – певний AR-рушій, та отримати посилання на нього. Далі у безперервному циклі дочекатись кадру з відеопотоку реальної камери, визначити її положення (координати на нахил) та перемістити віртуальну камеру на полотні у те саме положення.

Нерідко, однак, рухають не віртуальну камеру, а об'єкти на сцені – тоді визначається положення не реальної камери, а відстежуваного об'єкту, після чого об'єкт віртуальної реальності переміщується у те саме положення, що й відстежуваний об'єкт:

```

const ar_engine = new SOME_AR_ENGINE(); while(true) {
  await nextVideoFrameReady();
  const {position, rotation} = ar_engine.computeObjectPose(video);
some_object.position = position;
  some_object.rotation = rotation;
}

```

Зображення, що відстежується, може бути будь-якого походження, проте воно має бути підготовленим: так, якщо воно містить зайві елементи, їх необхідно видалити.

Для розпізнавання зображення з використанням бібліотеки MindAR необхідно виділити на ньому опорні точки – елементи, за якими буде виконуватись розпізнавання. Це можна зробити за допомогою компілятора зображень, розміщеного за посиланням <https://hiukim.github.io/mind-ar-js-doc/tools/compile>. Результатом роботи компілятора є бінарний файл `targets.mind`, що містить опис опорних точок, відстеження яких відбуватиметься.

Інші бібліотеки мають схожі засоби отримання опису зображень, які часто називають компіляторами NFT маркерів (від *natural feature tracking*). Таке зображення повинно бути візуально складним та мати високу роздільну здатність (тут деталі мають значення). Візуально складне зображення надає програмному забезпеченню багато можливостей для відстеження унікальних частин зображення, що легко розпізнаються. Від фізичного розміру NFT маркера також залежить якість його розпізнавання – до малих за розміром зображень мобільній пристрій необхідно наблизити, у той час як від великих навпаки – тримати подалі. Якість розпізнавання також залежить від освітленості екрану мобільного пристрою; крім того, камери з низькою роздільною здатністю зазвичай працюють краще, коли вони знаходяться близько до маркерів.

Бібліотека `Three.js` є частиною MindAR, що суттєво спрощує їх взаємодію: так, конструктор класу `MindARThree` створює необхідні для роботи із `Three.js` об'єкти – рендерер, сцену та камеру, доступні відповідно як поля `renderer`, `scene` і `camera`.

Якірні об'єкти, що повертаються викликом методу `addAnchor`, параметр якого відповідає номеру зображення, що розпізнається, використовуються для відстеження цільових зображень та надають позицію, в якій повинен бути розміщений об'єкт. Замість того, щоб додавати об'єкти `Three.js` безпосередньо до сцени, вони додаються до складової якоря – об'єкту `group` класу `THREE.Group`, що визначає множину пов'язаних об'єктів, положенням, орієнтацією та видимістю яких можна керувати спільно. Ця якірна група управляється бібліотекою MindAR, яка буде постійно оновлювати положення і орієнтацію групи відповідно до нашого набору для відстеження.

Метод `start` класу `MindARThree` виконує налаштування параметрів, вмикання камери та завантажує у пам'ять веб-браузера усі необхідні дані.

Для того, щоб рендерер, камера та сцена запрацювали, необхідно створити функцію для їх візуалізації. У безіменній функції зворотного виклику, що створюється функцією `setAnimationLoop`, для кожного кадру із об'єкту `renderer` викликається метод

render, параметрами якого є об'єкти scene та camera – це і є анімація на полотні. У результаті отримуємо повнофункціональний WebAR додаток, що відстежує одне зображення (рис. 11). [38, с. 208-2011].

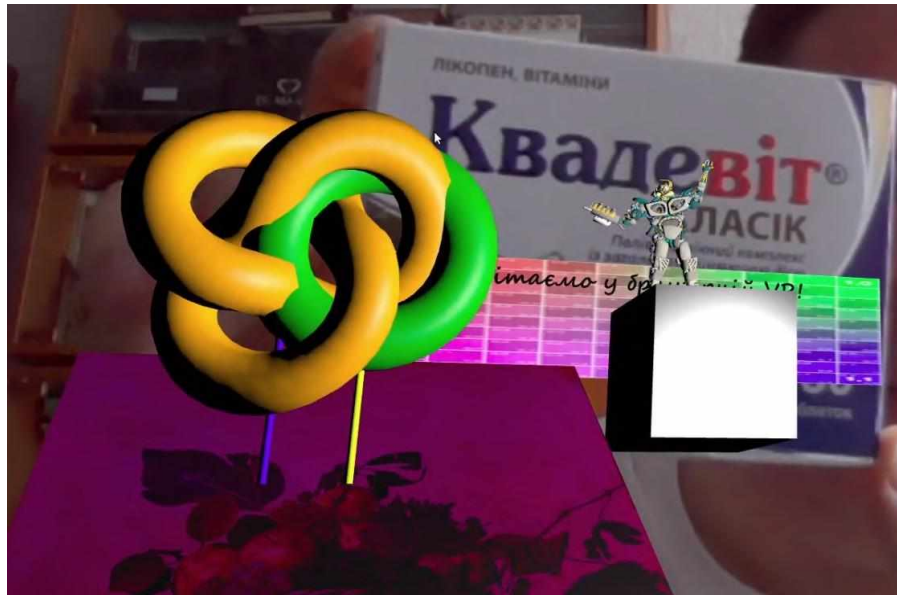


Рис. 11. Результат розпізнавання зображення

Методика розробки WebAR додатків для відстеження обличчя

1. Модель опорних точок обличчя. Бібліотека MindAR має два основні набори модулів – для роботи з зображеннями (image) та для роботи з обличчями (face). Схожість API для відстеження зображень і відстеження обличчя чітко простежується у коді MindAR. Попри схожість, метод addAnchor по-іншому трактує параметр: якщо для роботи із зображеннями це був номер цільового зображення, то при розпізнаванні обличчя це буде номер опорної точки обличчя.

Виявлення опорних точок обличчя базується на відомій моделі бібліотеки TensorFlow. Модель MediaPipe Face Mesh є згортковою нейронною мережею, що визначає на обличчі 468 тривимірних опорних точок (https://github.com/tensorflow/tfjs-models/raw/master/face-landmarks-detection/mesh_map.jpg), і ми можемо прив'язувати об'єкти до будь-якої з них (рис. 12) [38, с. 211-212].

2. Накладання маски на обличчя. Маска для обличчя (face mesh) – ще один тип доповненої реальності, пов'язаної з накладання зображень (текстур) на всі опорні точки обличчя людини, а не прив'язки до окремих із них. Маски для обличчя використовуються для створення різноманітних ефектів макіяжу, татуювання тощо – аж до повної віртуалізації особи.

Маска для обличчя не є заздалегідь визначеною 3D-моделлю – вона динамічно генерується з постійним оновленням геометрії. Для накладання маски на обличчя нам знадобиться відповідна текстура.

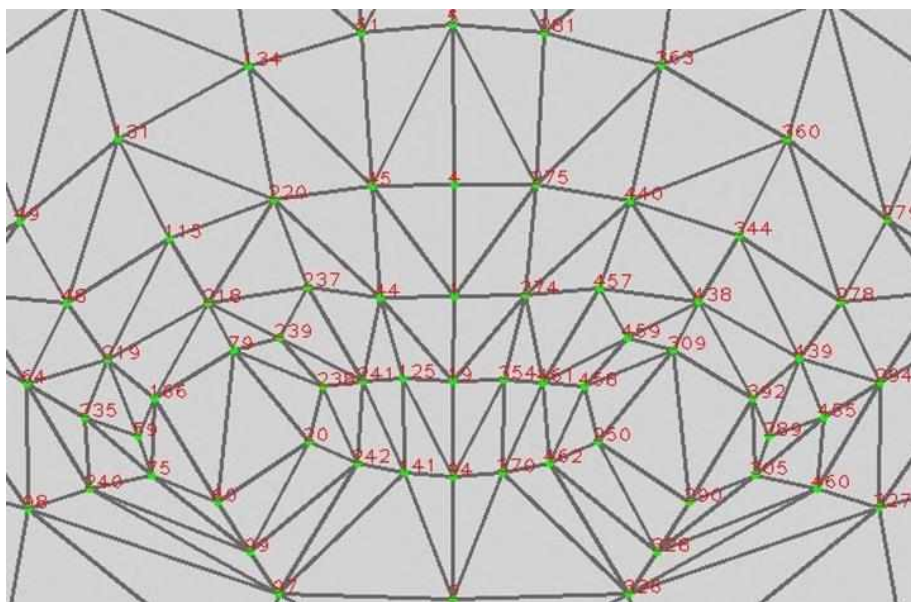


Рис. 12. Опорні точки обличчя (фрагмент)

Створення маски відбувається викликом `addFaceMesh`. Метод `addFaceMesh` за формою схожий на `addAnchor`, але сутність у них різна: у `addAnchor` створюється порожня група, до якої додаються об'єкти, положенням яких керує MindAR, у той час як `faceMesh`, що повертається `addFaceMesh`, є єдиним відображуваним об'єктом, геометрія якого змінюється у кожному кадрі.

Матеріалом маски для обличчя може бути довільна текстура – якщо її не встановити, маска для обличчя буде виглядати, як показано на першому зображенні (рис. 13).

Побачити структуру цієї маски можна на другому зображенні (рис. 13) – для цього необхідно встановити атрибут `wireframe` матеріалу зображення. Третє та четверте зображення (рис. 10) є прикладами накладання модифікованої текстури опорних точок обличчя.

Створення гарної маски потребує певних художніх навичок, проте, послуговуючись канонічною текстурою (рис. 9), це зробити досить просто – достатньо нанести поверх неї необхідне зображення та видалити зайві лінії.

Методика інтеграції моделей машинного навчання у WebAR додатки

1. Інтеграція стандартних моделей. Для машинного навчання у Інтернеті найчастіше використовують Tensor-Flow – безкоштовну бібліотеку машинного навчання з відкритим вихідним кодом, розроблену компанією Google. На сьогодні вона підтримує багато мов, включаючи основні – Python, Java, C++ – та підтримувані спільнотою: Haskell, C#, Julia, R, Ruby, Rust, Scala. Вона доступна на багатьох платформах, включаючи Linux, Windows, Android, а також убудованих платформах – версія бібліотеки TensorFlow Lite призначена для роботи з моделями машинного навчання на мобільних пристроях, мікроконтролерах, пристроях Інтернету речей тощо.



Рис. 13. Маски для обличчя

TensorFlow.js – версія TensorFlow на JavaScript, що надає можливість розробляти та використовувати моделі, послуговуючись цією мовою, безпосередньо у браузері. TensorFlow.js поставляється з великою кількістю попередньо навчених моделей, які можна одразу використовувати. Повний перелік моделей, доступних на поточний момент, подано за посиланням <https://github.com/tensorflow/tfjs-models> – багато із них є надзвичайно корисними і можуть стати гарним доповненням до AR-додатків. Якщо необхідна функціональність відсутня, можна створити та навчити власні моделі, або модифікувати наявні.

TensorFlow.js є частиною бібліотеки MindAR. Однак, моделі не є частиною TensorFlow.js, тому їх необхідно підключати окремо – так, як показано на прикладі моделі `handpose.js`. Ця модель використовується для визначення кисті руки та її складових.

Завантаження моделі `handpose` виконується з Kaggle (TensorFlow Hub): переглянувши цей репозитарій моделей, можна побачити, що вони займають чималий обсяг, тому метод `load`, що їх завантажує, викликається як асинхронна функція.

Модель `handpose` опрацьовує окремі кадри, які беруться з відеопотоку. Це достатньо обчислювально ємна процедура, тому, урахувуючи, що, доки велика точність ідентифікації рук непотрібна, можна спробувати виявляти їх не у кожному кадрі. Функція `detect` утворює окремий цикл анімації, в якому для кожного десятого кадру виконується виклик методу `estimateHands` завантаженої моделі, якому передається кадр `video`. Метод повертає масив `predictions`, який містить відомості про детектовані у кадрі зображення рук, тому ненульовий розмір масиву – ознака того, що у кадрі була рука:

```
const video = mindarThree.video; let frameCount = 1;
const detect = async () => { if (frameCount % 10 == 0) {
const predictions = await model.estimateHands(video); if (predictions.length > 0) {
//...
}
frameCount++; window.requestAnimationFrame(detect);
}
window.requestAnimationFrame(detect);
```

На рис. 14 показано приклад встановлення положення площини на детектованому зображенні так, щоб воно відображало положення обмежувального прямокутника руки у кадрі – ефект достатньо простий, проте він надає уявлення про те, як використовувати моделі машинного навчання у AR-додатках.



Рис. 14. Жестове управління розміром та положенням віртуального об'єкта

2. Розробка користувацьких моделей. Для швидкого створення та навчання власної моделі можна скористатись `Teachable Machine` – складовою проєкту `Google A.I. Experiment` (<https://labs.google/> та <https://experiments.withgoogle.com/>), що надає можливість будувати моделі для розв'язання задач класифікації зображень, звуків та поз.

Для використання Teachable Machine студентам пропонується створити новий або застосувати існуючий обліковий запис Google, після чого вони можуть обрати тип моделі, яку вони бажають створити. Доступні три типи моделей:

– модель розпізнавання зображень дозволяє ідентифікувати об'єкти на фотографіях;

– модель розпізнавання звуків дозволяє розпізнавати аудіозаписи;

– модель розпізнавання поз дозволяє розпізнавати рухи тіла.

Після вибору типу моделі необхідно надати дані для її навчання у формі фотографій, аудіозаписів або відео. Після надання даних Teachable Machine розпочне навчання моделі, що може зайняти певний час, залежно від обсягу та складності навчання. Після навчання моделі її доцільно перевірити на правильність розпізнавання даних. Якщо модель виявиться недостатньо точною, можна надати додаткові дані для її покращення. Після успішного навчання та перевірки моделі її можна експортувати для використання в інших проектах.

Завдяки широкому функціоналу Teachable Machine ми можемо розпізнавати звуки, пози, обличчя чи будь-які зображення. Але для початку її застосування необхідно підготувати фотографії та аудіозаписи для подальших експериментів, потім виконати навчання обраної моделі та застосувати її безпосередньо у веб-середовищі.

Натискаючи кнопку Get Started на головній сторінці, переходимо в нове вікно, в якому пропонується скористатись шаблоном проєкту або створити власний.

Створюючи власний проєкт, маємо обрати, яку модель будемо використовувати. Зупиняємо свій вибір на Image Project та натискаємо Standard image model. В якості джерела зображень пропонуємо студентам застосувати власні веб-камери та виконати серію знімків голови з різними ракурсами (кутами нахилу та повороту), які збережемо у задалегідь заготовлений каталог. Візьмемо кілька різних зображень від кожного учасника експерименту та розділимо на класи, зазначивши відповідні прізвища (рис. 15).

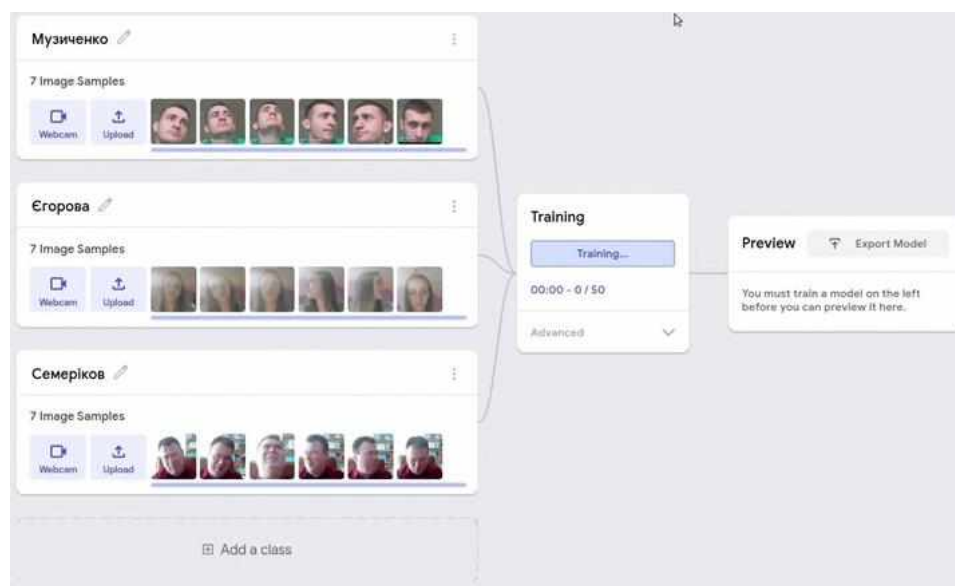


Рис. 15. Розподіл зображень по класах

Для кожного класу зображень є ймовірність того, що певне зображення належить саме до цього класу. Пропонуємо студентам налаштувати додаткові параметри навчання, такі як кількість ітерацій та швидкість навчання моделі.

Далі переходимо власне до навчання моделі – на цьому етапі усі зображення переводяться у відповідні числові тензори. Останній крок – експериментуємо, обираючи зображенні різних людей (не лише учасників експерименту) та обговорюючи результати розпізнавання (рис. 16) [38, с. 214-217].

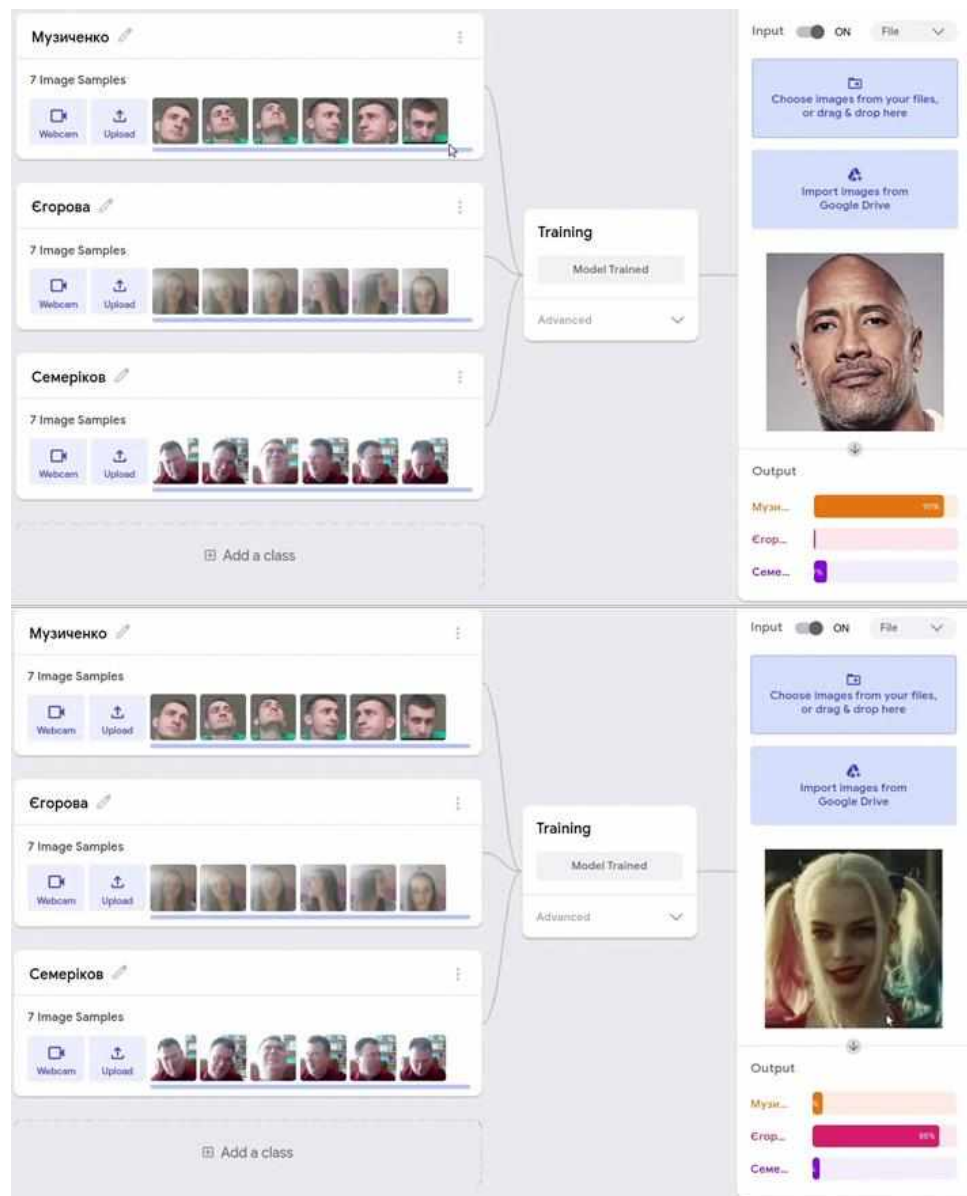


Рис. 16. Результати роботи моделі розпізнавання зображень

3. Інтеграція користувацьких моделей. Бібліотеки, що входять до складу Teachable Machine, базуються на моделях TensorFlow: MobileNet для класифікації зображень, Speech Commands для класифікації звуків та PoseNet для класифікації поз тіла.

Відповідно, побудована модель класифікації осіб може бути експортована та застосована так само, як і раніше використані моделі опорних точок обличчя та пози рук. Натискання кнопки Export Model надає можливість експорту у форматах:

–TensorFlow.js – розміщення моделі за посиланнями [https://teachablemachine.withgoogle.com/models/\[...\]](https://teachablemachine.withgoogle.com/models/[...]) або завантаження моделі та коду JavaScript і p5.js (рис. 17);

–TensorFlow – завантаження коду Python та моделі у форматах h5 (Keras) та Savedmodel (TensorFlow);

–TensorFlow Lite – завантаження моделі у форматі tflite для пристроїв IoT на базі Android та Coral.

Архів з моделлю для TensorFlow.js містить 3 файли:

–metadata.json – текстовий файл у форматі JSON, що містить відомості про номери версій TensorFlow.js (tfjsVersion), Teachable Machine (tmVersion), бібліотеки зі складу Teachable Machine (packageVersion) та її імені (packageName – у нашому випадку це @teachablemachine/image), дату створення (timeStamp) та ім'я моделі (modelName – за замовчанням tm-my-image-model), розмір зображення (imageSize – усі зображення приводяться до одного розміру) та категорії (labels), що використовувались для розмітки даних: Музиченко, Єгорова, Семеріков;

–model.json – текстовий файл у форматі JSON, що містить відомості про архітектуру нейронної мережі (modelTopology);

–weights.bin – бінарний файл, що містить вагові коефіцієнти нейронної мережі.

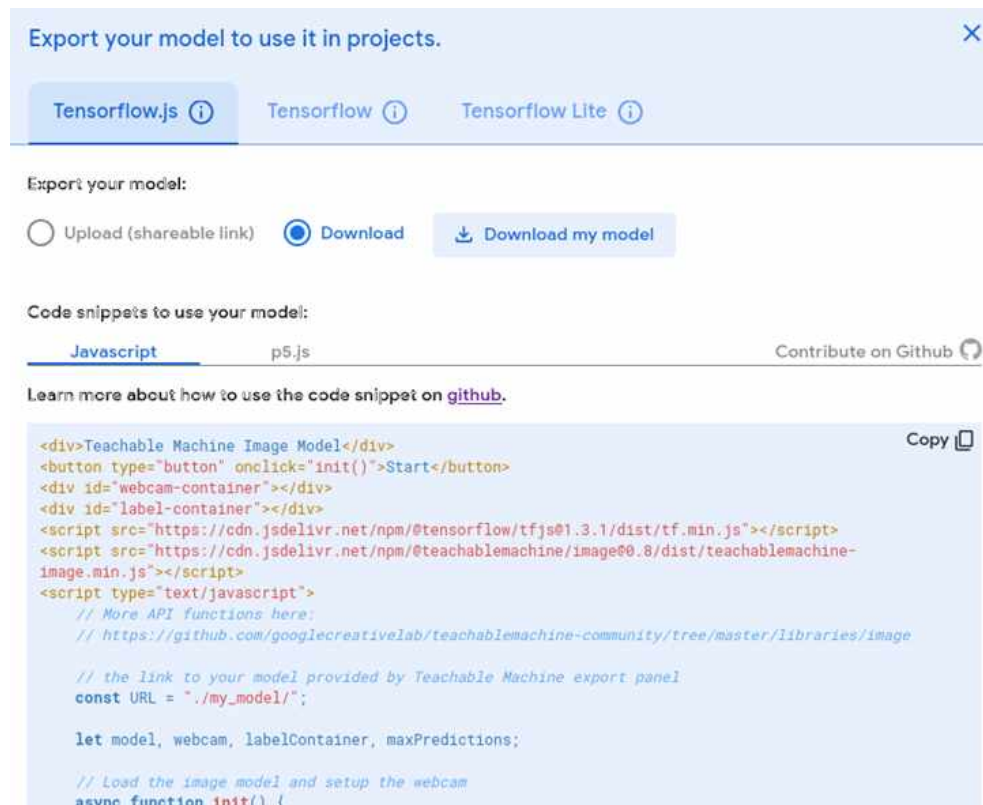


Рис. 17. Завантаження моделі для TensorFlow.js

При експорті моделей пропонується тестовий код для їх перевірки, з якого можна дізнатись, як підключити бібліотеку `tmImage` та завантажити модель викликом `load`, параметрами якого є шлях до файлів архітектури та метаданих моделі – `model.json` та `metadata.json`.

Після завантаження моделі викликом методу `getTotalClasses` можна визначити кількість категорій, що розрізнятиме модель – у нашому випадку це значення, збережене у `maxPredictions`, дорівнюватиме трьом.

Так само, як і раніше, кожний десятий кадр передаємо моделі для аналізу викликом `predict`, що повертає масив з двох об'єктів, що містять відомості про категорію (`className`) та ймовірність того, що зображення відноситься до неї (`probability`) – рядок із відомостями про них й візуалізується.

Із рис. 18 можна побачити, що зображення ліворуч ідентифікується правильно попри зміну фону порівняно із набором зображень, на яких виконувалось навчання (рис. 12), а зображення праворуч – неправильно [38, с. 217-220].



Рис. 18. Реалізація розпізнавання осіб

Виконане розв'язання проблеми розробки методики навчання розробки доповненої реальності для Web із інтегрованими моделями машинного навчання надало можливість отримати такі висновки:

1. Бібліометричний аналіз джерел за базами Crossref (19 документів 2017–2022 рр.) та Scopus (93 документи 2001–2023 рр.) надав можливість виокремити основні концепти дослідження, згруповані у 4 кластери:

(а) перший кластер пов'язує базові концепти доповненої реальності в освіті: доповнену та віртуальну реальність із освітою (зокрема, медичною) та навчанням людей, зокрема, із використанням смартфонів;

(б) другий кластер пов'язує концепти проєктування навчального середовища: викладання, інженерну освіту, комп'ютерно зорієнтоване викладання, електронне навчання, студентів, мобільне навчання, навчальні середовища, ІКТ навчання та курикулуми;

(в) третій кластер пов'язує концепти реалізації імерсивного навчального середовища: веб-сайти, мотивацію, системи навчання, інтерактивні навчальні середовища, AR-додатки та технології доповненої реальності;

(г) четвертий кластер містить концепт дистанційної освіти, пов'язаний у першому кластері із концептами доповненої та віртуальної реальності і концептом освіти (включно з медичною), у другому – із концептами студента, інженерної освіти, ІКТ навчання, електронного навчання та курикулуму, та у третьому – із концептом веб-сайту.

Аналіз розподілу концептів за густиною зв'язків та часом надав можливість датувати появу різних концептів та відслідкувати їх розвиток від освітніх застосувань інтерфейсів користувача до його аугментації.

2. Дібрані засоби розробки доповненої реальності для Web утворюють три групи:

(а) основні засоби:

– веб-сервер Web Server for Chrome надає необхідну повну функціональність без потреби встановлення, що задовольняє вимогам простоти та мобільності;

– засіб перенаправлення трафіку ngrok надає можливість доступу до веб-сервера, який знаходиться за брандмауером (на учнівському або вчительському комп'ютері), що створює умови для спільної роботи у віддаленому режимі;

– віддалений налагоджувач RemoteJS надає можливість виконувати налагодження програм мовою JavaScript на мобільних пристроях, послуговуючись десктопними браузерами;

(б) графічна бібліотека Three.js є високорівневою реалізацією крос-платформного стандарту відображення WebGL мовою JavaScript, що надає можливість працювати із графічними абстракціями високого рівня;

(в) бібліотека для доповненої реальності MindAR надає можливість роботи із природними зображенням в якості якорів доповненої реальності та містить у своєму складі бібліотеки Three.js і TensorFlow.js – останнє є ключовим для інтеграції моделей машинного навчання, створених за допомогою TensorFlow, із WebAR додатками, побудованими із використанням MindAR.

3. У процесі розробки та апробації методики розробки WebAR додатків для відстеження обличчя обґрунтовано доцільність спільного застосування моделі MediaPipe Face Mesh – згорткової нейронної мережі, що визначає на обличчі 468 тривимірних опорних точок, та бібліотеки MindAR, що надає можливість визначити будь-яку з них в якості якоря. Показано, що повне застосування моделі MediaPipe Face Mesh у бібліотеці MindAR реалізовано у вигляді маски для обличчя, що динамічно генерується з постійним оновленням геометрії – типу доповненої реальності, пов'язаного з накладання зображень на всі опорні точки обличчя людини. Подано

прикладі застосування масок для обличчя з метою створення ефектів макіяжу, татуювання тощо.

4. Методика інтеграції моделей машинного навчання у WebAR додатки передбачає опанування трьох основних кроків:

(а) перший крок – інтеграція стандартних моделей – передбачає ознайомлення із попередньо навченими моделями TensorFlow.js, що можуть бути застосовані у WebAR додатках. Показано доцільність розгляду моделі `handpose.js`, що використовується для визначення кисті руки та її складових, продемонстровано основну проблему WebAR – суттєве падіння продуктивності при застосуванні моделі до кожного кадру, та запропоновано спосіб її розв’язання. У результаті першого кроку створюється WebAR додаток для жестового управління розміром та положенням віртуального об’єкта;

(б) другий крок – розробка користувацьких моделей – передбачає створення та навчання власних моделей TensorFlow з використанням Teachable Machine, яка надає можливість будувати моделі для розв’язання задач класифікації зображень, звуків та поз;

(в) третій крок – інтеграція користувацьких моделей – виконується шляхом експорту побудованої за допомогою Teachable Machine моделі класифікації облич та модифікації WebAR додатку, розробленого на першому кроці: завантажується власна модель, визначається кількість категорій, що вона класифікуватиме, а об’єктом доповненої реальності стають відомості про кожну із категорій та ймовірності того, що зображення з веб-камери відноситься до них. Останнє надає можливість для обговорення питань помилок класифікації та їх залежності як від налаштування параметрів навчання моделі, так і способу подання тестових зображень WebAR додатку [38, с. 220-221].

7. Використання Microsoft Copilot Chat у підготовці педагогічних кадрів: основні поради (В. В. Осадчий)

Для того, щоб отримати найкращі результати від Microsoft Copilot Chat, є кілька порад щодо максимального його використання:

1. Призначте роль.

Цікава річ, яку можна робити з Microsoft Copilot Chat, – це діяти так, ніби він є експертом у чомусь, і задавати запитання, пов'язані з цим досвідом, що може дати більше корисних відповідей. Наприклад, можна запропонувати Microsoft Copilot Chat бути експертом у веб-розробці і попросити пояснити, як навчальні табори з кодування можуть допомогти розвинути навички веб-розробника (Рис. 19).

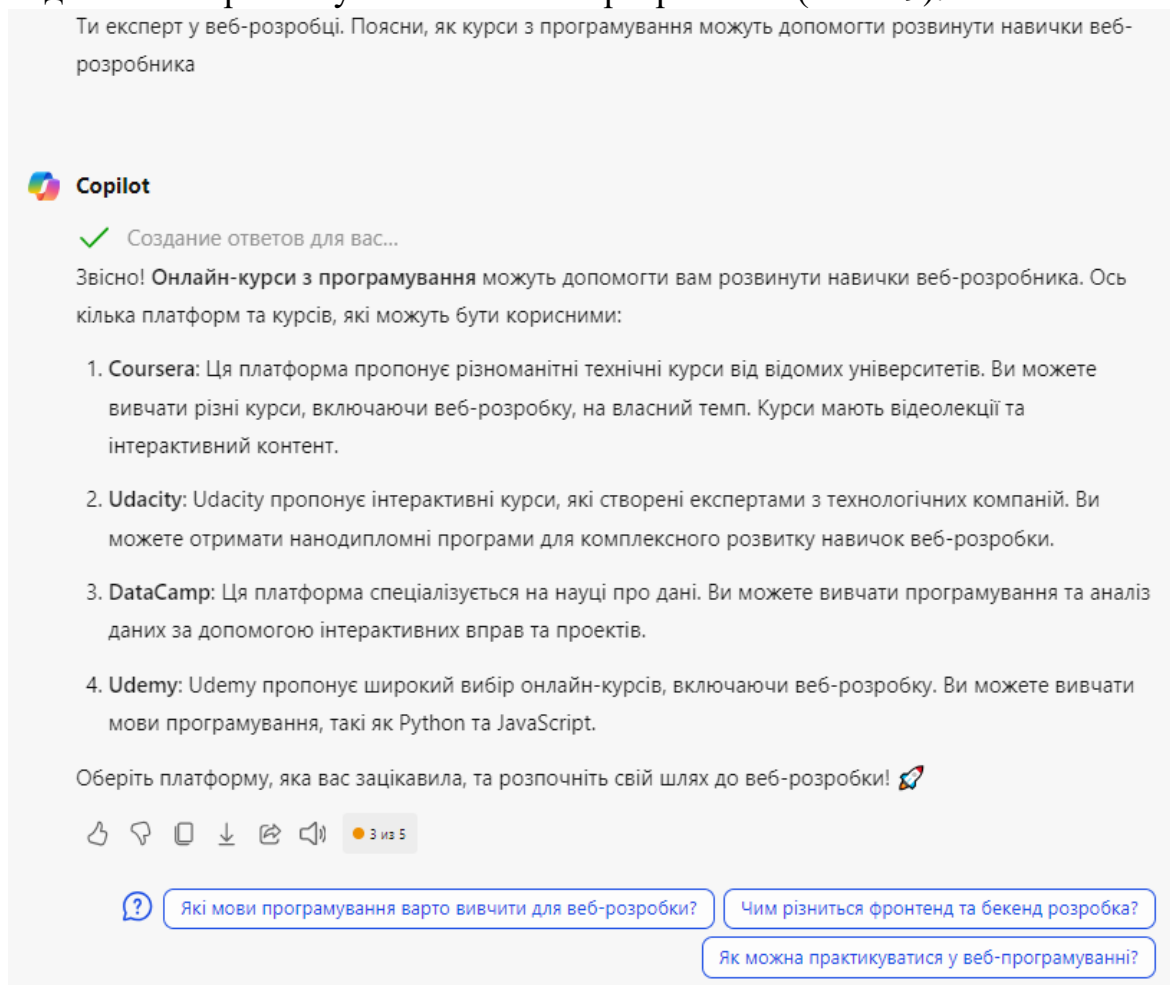


Рис. 19. Приклад призначення ролі Microsoft Copilot Chat

2. Пояснити як дитині.

Microsoft Copilot Chat також може полегшити розуміння складних речей. Можна попросити чат-бота ШІ пояснити якусь невідоме поняття як восьмирічній дитині. Наприклад, ви можете попросити чат пояснити, «як створити веб-сайт WordPress, ніби мені 8». У результаті буде отримано просту відповідь.

Відповідь:

Звісно! Я радо допоможу вам створити веб-сайт на WordPress. Ось кілька кроків, які ви можете виконати:

1. **Отримайте домен та хостинг:**
 - Домен - це адреса вашого веб-сайту (наприклад, google.com).
 - Хостинг - це місце, де зберігаються файли вашого веб-сайту.
2. **Встановіть WordPress:**
 - Використовуйте один з інструментів для встановлення WordPress (наприклад, one-click installer).
3. **Виберіть тему:**
 - Виберіть тему, яка вам подобається.
 - Встановіть тему та налаштуйте її під свій бренд.
4. **Додайте сторінки та публікації:**
 - Створіть сторінки (наприклад, “Про нас”, “Контакти”).
 - Додайте публікації (блоги) на вашому веб-сайті.
5. **Налаштуйте меню та додатки:**
 - Створіть меню для навігації по сайту.
 - Встановіть додатки для розширення функціональності.
6. **Оптимізуйте веб-сайт:**
 - Перевірте швидкість завантаження сторінок.
 - Встановіть SSL-сертифікат для безпеки.

Якщо у вас є питання або потрібна допомога, не соромтеся звертатися! 😊 [WPBeginner](#) також має детальний посібник зі створення веб-сайту на WordPress, який може бути корисним для вас. Успіх у вашому проекті! ★

3. Надайте конкретні та докладні підказки.

Коли ви розмовляєте з Microsoft Copilot Chat, ви ставите запитання, які відрізняються від простого пошуку за ключовими словами. Робити запити в природній, розмовній формі вимагає іншого підходу до підказки. Наприклад, якщо ви використовуєте ключові слова, щоб знайти найкращий генератор голосу AI, ви можете ввести ключове слово та переглянути результати, щоб знайти відповідь. Але якщо ви використовуєте природну мову, наприклад розмовляєте з другом, ви отримаєте кращі та швидші результати, якщо запитаете про конкретні деталі. Наприклад, якщо запитати: «Який найкращий генератор голосу ШІ серед Lovo, Listnr і Murf з точки зору інтерфейсу та загальної продуктивності?», то можна отримати більш швидку та точнішу відповідь (Рис. 20).

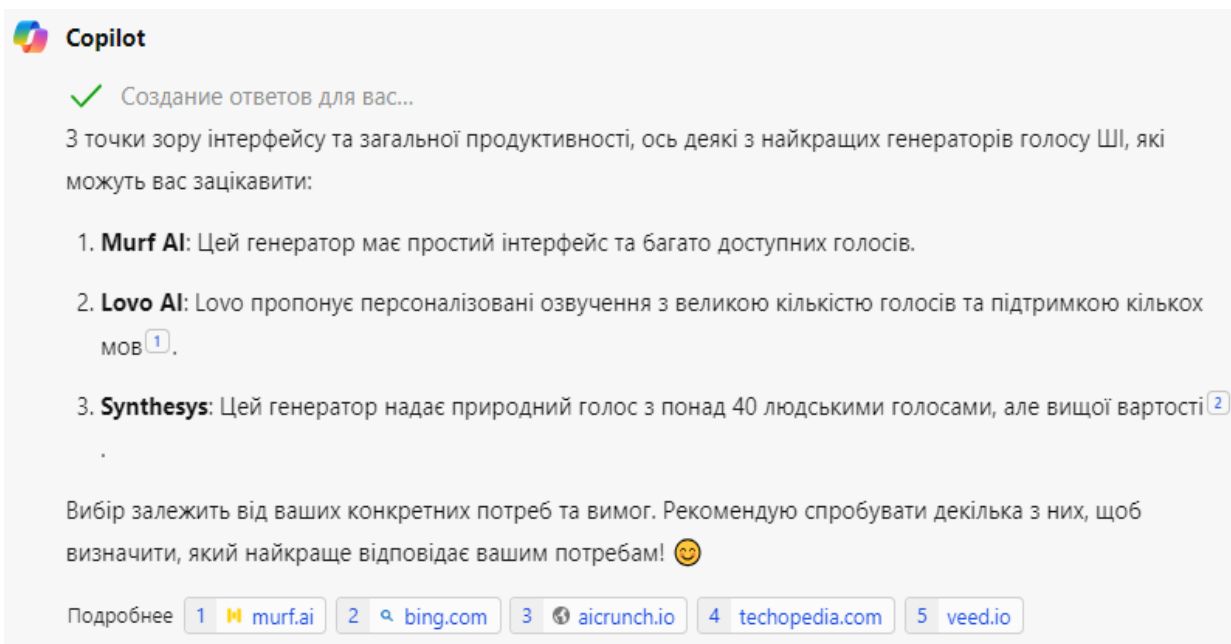


Рис. 20. Відповідь Microsoft Copilot Chat на конкретну підказку

4. Перевірте джерела відповідей.

Бажано завжди перевіряти відповіді, з яких джерел вони надходять, адже в Інтернеті може бути упереджена або неточна інформація.

5. Розпочніть нову тему.

Microsoft Copilot Chat працює референційно. Іншими словами, передбачається, що другий запит користувача пов'язаний з першим, а третій запит – з другим і так далі. Отже, перед тим, як почати розмову за іншою темою або іншим чином змінити напрямок під час розмови, найкраща практика вимагає розпочати нову тему. Це усуне функцію посилань і дасть можливість зробити наступний запит.

6. Скопіюйте хороші відповіді.

Вміст в Інтернеті постійно змінюється та розвивається. Якщо результатом розмови за допомогою Microsoft Copilot Chat є корисна відповідь, доцільно скопіювати її в буфер обміну Windows за допомогою кнопки «Копіювати» (Рис. 21). Звідти можна вставити та зберегти відповідь у більш постійному документі.

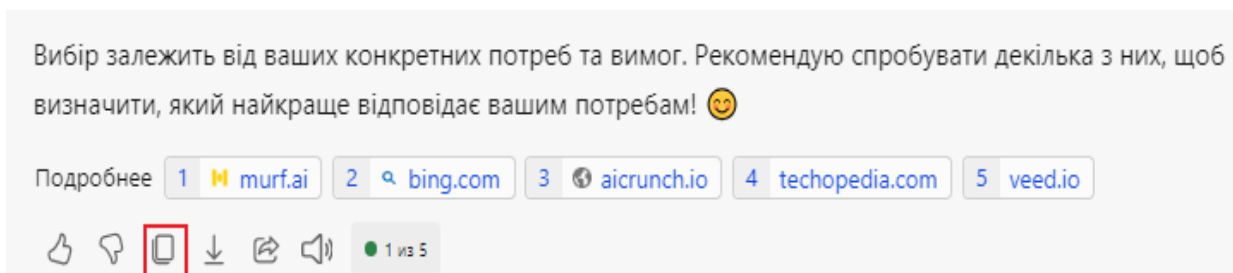


Рис. 21. Копіювання відповідей у Microsoft Copilot Chat

7. Оцініть хороші відповіді.

Штучний інтелект Microsoft Copilot Chat створено для постійного навчання на результатах, які він генерує. Якщо користувач надає відгук (Рис. 22), який вказує на те, що певні результати були корисними та цінними, це буде враховано наступного разу, коли йому буде поставлено подібне запитання.

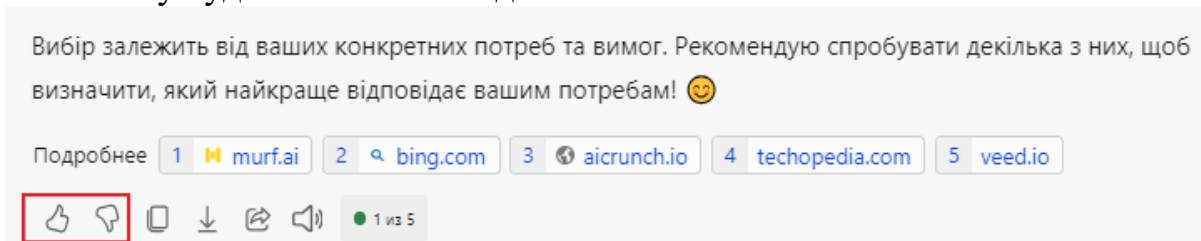


Рис. 22. Оцінювання відповідей у Microsoft Copilot Chat

8. Надсилайте довші підказки.

Якщо попросити чат-бота прочитати довгі документи, швидше за можна натрапити на його обмеження. Як і ChatGPT, Copilot наразі має обмеження на кількість символів приблизно в 4000 символів і відрізає будь-який зайвий текст, якщо спробувати вставити його у вікно чату. Однак є обхідний шлях, якщо потрібно проаналізувати довші фрагменти тексту. Для того, щоб надсилати довші підказки, просто перейдіть на вкладку Нотатник у веб-версії Copilot (Рис. 23). Це буде представлено інтерфейс без чату, де ви можете ввести до 18 000 символів, або приблизно 4 000 слів.

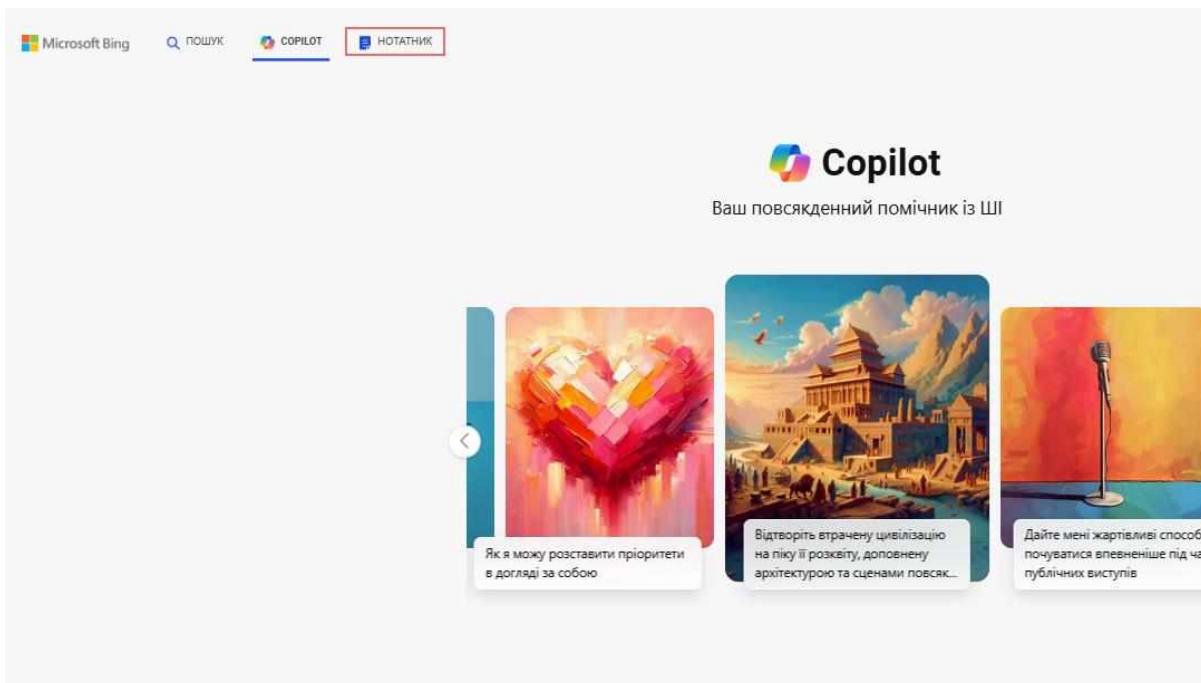


Рис. 23. Вкладки "Нотатник" [48, с. 81-85]

8. Проблема використання штучного інтелекту у підготовці кадрів вищої кваліфікації

(*А. В. Бруяка, М. А. Бугаєнко, В. В. Коваленко*)

Слідуючи сучасним трендам в галузі штучного інтелекту багато розробників програмного забезпечення як певної послуги називають своє програмне забезпечення «Штучний інтелект» або з додаванням елементів ШІ. Тому досить важко розрізнити, що є справжнім програмним забезпеченням на основі ШІ а що ні? Деякі розробники стверджують, що лише програмне забезпечення на основі машинного навчання і є справжнім ШІ.

Відтак, сьогодні вважаємо важливим розгляд нових викликів та напрямів використання ШІ в наукових дослідженнях у сфері освіти. За останні роки використання ШІ в освіті досягло значних успіхів, що відзначає нову тенденцію в передових освітніх дослідженнях.

Штучний інтелект може допомогти вирішити серйозні проблеми, які існують у сфері освіти сьогодні, сприяти впровадженню інновацій у навчання та збільшенню прогресу у досягненні Цілей сталого розвитку 4. Проте стрімкий розвиток технологій несе за собою ризики та проблеми, які потребують уваги політичних дебатів та створення відповідної нормативної бази. ЮНЕСКО прагне підтримувати держави-члени у використанні потенціалу штучного інтелекту для досягнення освітніх цілей до 2030 року, забезпечуючи, щоб їх використання в освіті відбувалося на основі принципів інклюзивності та справедливості [7].

Мандат ЮНЕСКО вимагає гуманного підходу до штучного інтелекту, який би враховував потреби людини. Він спрямований на зменшення нерівності в доступі до знань, різноманіття культурного самовираження та технологічного розриву між країнами. Концепція «Штучний інтелект для всіх» має гарантувати, що кожна людина зможе скористатися перевагами технологічного прогресу та отримати доступ до його досягнень, особливо в контексті інновацій та знань [7].

У [1] визначено, що в Україні впровадження цифрових технологій, включаючи штучний інтелект, є невід'ємним фактором розвитку соціально-економічної, науково-технічної, оборонної, правової та інших сфер діяльності, що мають загальнодержавне значення. Однак, відсутність чіткої концепції державної політики у сфері ШІ ускладнює формування та розвиток конкурентоспроможного середовища в зазначених сферах.

Також, у Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні зазначено про необхідність розроблення єдиної скоординованої державної політики, спрямованої на вирішення таких першочергових проблем як:

1. Низький рівень цифрової грамотності та знання населення про загальні аспекти, можливості, ризики та безпеку використання штучного інтелекту.
2. Відсутність або недосконалість законодавчого регулювання в галузях освіти, економіки, публічного управління, кібербезпеки та оборони, а також недосконалість законодавчої бази щодо захисту персональних даних.

3. Низький рівень інвестицій у розроблення технологій штучного інтелекту.
4. Низький рівень впровадження та реалізації інноваційних проектів з використанням технологій штучного інтелекту порівняно із провідними країнами світу, що призводить до зниження продуктивності праці та автоматизації робочих місць.
5. Низький рівень математичної компетентності випускників закладів загальної середньої освіти, необхідної для досліджень у галузі штучного інтелекту.
6. Недостатній рівень якості вищої освіти та освітніх програм, спрямованих на підготовку спеціалістів у галузі штучного інтелекту.
7. Відсутність сучасних програм підвищення кваліфікації для викладачів закладів вищої освіти у галузі штучного інтелекту.
8. Низький рівень інвестицій у проведення досліджень з штучного інтелекту у закладах вищої освіти.
9. Відсутність грантового фінансування наукової діяльності у галузі штучного інтелекту.
10. Незначна кількість публікацій у провідних галузевих конференціях (CVPR\ICCV\ECCV для комп'ютерного зору, NeurIPS, ICML, ICLR для машинного навчання тощо) та провідних рецензованих виданнях.
11. Недостатній рівень інформаційної безпеки та захисту даних в інформаційно-телекомунікаційних системах державних органів.
12. Зростання кількості спроб несанкціонованого втручання в роботу автоматизованих систем та комп'ютерних мереж.
13. Недосконалість процесів ухвалення управлінських рішень у публічному секторі, бюрократизм у системі надання адміністративних послуг, обмежений доступ до інформації та низька її якість у власності державних органів, обмежена імплементація електронного документообігу між державними установами та низький рівень оцифрування даних.
14. Складність перевірки відповідності роботи систем штучного інтелекту законодавству та існуючим етичним принципам.
15. Відсутність єдиних підходів до визначення критеріїв етичності при розробці та використанні технологій штучного інтелекту для різних галузей та сфер економіки.
16. Ризики зростання рівня безробіття внаслідок використання технологій штучного інтелекту.
17. Відсутність застосування технологій штучного інтелекту в судовій практиці [100].

ШІ стрімко став невід'ємною частиною і наукового середовища, його вплив на підготовку докторів філософії також зростає. ШІ має значний потенціал для покращення науково-дослідного процесу, але також може спричинити нові проблеми, які потребують детального вивчення. До таких проблем певною мірою можна віднести неточні або

видумані ШІ результати, питання використання згенерованого матеріалу ШІ, а саме авторства та політики академічної доброчесності використовуючи тексти ШІ.

Попри дискусійні питання і проблеми які можуть виникати при використанні ШІ у навчанні докторів філософії, ми вбачаємо ряд переваг які можуть значно покращити їх освітній і науково-дослідний процес підготовки в аспірантурі. До таких переваг можна віднести автоматизацію завдань, до прикладу: аналіз даних, опрацювання великих масивів даних, таких як статистичне опрацювання результатів дослідження, пошук першоджерел для написання наукових публікацій та навіть оформлення списку використаних джерел за певними вимогами тощо. Це сприятиме вивільненню часу для зосередження на більш творчих та стратегічних аспектах написання своєї дисертаційної роботи та наукових публікацій.

ШІ має значний потенціал для більш ефективнішої підготовки докторів філософії, але його використання також може спричинити нові етичні та наукові виклики, зокрема, зловживання аспірантами використання текстів та зображень мовними та мультимедійними моделями ШІ у наукових працях. Тому, вважаємо за доцільне ретельніше досліджувати ці аспекти та розробляти відповідні стратегії, щоб навчати аспірантів ефективно використовувати ШІ у своїх дослідженнях дотримуючись академічної доброчесності.

9. Можливості використання штучного інтелекту у підготовці кадрів у галузі наук про освіту **(А. В. Яцишин)**

Погоджуємося із зазначеним у [3] про те, що в усьому світі значно зріс попит щодо використання інструментів штучного інтелекту для освітніх цілей. Застосування штучного інтелекту в освіті допомагає зробити її більш інтерактивною через чат-боти, віртуальна реальність, метавесвіт, мобільні застосунки тощо.

В Україні була затверджена «Концепція розвитку штучного інтелекту в Україні» (2020 р.) [100] проте вважаємо, що важливим є розробка окремої концепції щодо використання штучного інтелекту в освіті та підвищенні кваліфікації фахівців.

Активне залучення штучного інтелекту починає змінювати освітній ландшафт, зокрема і в освіті дорослих. В Україні наразі переважає дистанційне та змішане навчання, при цьому не завжди є можливість проведення онлайн занять (в зв'язку зі стабілізаційними чи аварійними відключеннями електроенергії), постає проблема урізноманітнення та кращого унаочнення навчального матеріалу для здобувачів освіти. Можливим вирішенням даної проблеми може стати методично виважене використання засобів штучного інтелекту та хмарних сервісів відкритої науки [93]. Зарубіжні дослідники [1] виокремлюють переваги застосування штучного інтелекту для освітніх цілей: адаптація до освітніх потреб здобувачів освіти; можливість оцінити не лише закриті відповіді у тестовому форматі, але й описові; адаптивне навчання на початковому рівні, а потім поступово переходить до наступного етапу, завершуючи попередній; допомога для осіб з особливими освітніми потребами чи фізичними обмеженнями (наприклад шляхом читання змісту для осіб з вадами зору); використання для представлення інтерактивних ігор (гейміфікація навчального процесу) [3].

Наразі підготовка аспірантів потребує постійного змістового оновлення та доповнення, важливо додати вивчення різних інструментів штучного інтелекту для проведення наукових досліджень, для опанування освітньої складової, для подальшого застосування у професійній діяльності та ін.

Протягом 2023-2024 рр. в Україні проводяться різні навчальні чи наукові масові заходи щодо застосування штучного інтелекту для освіти і науки. Зокрема, автор даної публікації була організатором (ініціатором) та провела низку заходів для аспірантів та молодих вчених з метою розвитку цифрової компетентності щодо використання інструментів штучного інтелекту:

- круглий стіл «Використання штучного інтелекту в освіті: ChatGPT і більше» (14.06.2023, онлайн) заявки 1660 осіб, фактично 800 осіб взяло участь, опубліковано Збірник постерів [51]. Метою заходу було визначення перспективних підходів до освітніх застосувань та експертне обговорення потенційних проблем етичного та безпечного використання різних моделей штучного інтелекту;

- літня школа «ШІ+освіта+наука» підвищення кваліфікації для вчених, викладачів, аспірантів (30.06-2.07.2023, м. Тернопіль), 30 осіб взяло участь;

- тренінговий навчальний курс для молодих вчених «АІнтелектуальні студії», жовтень 2023;

- майстер-клас для аспірантів і молодих вчених «Застосування штучного інтелекту для наукових досліджень» в рамках конференції «Наукова молодь» 21.11.2023 (рис. 24);

- міжнародна наукова конференція «Штучний інтелект у науці та освіті» (AISE, 1-2.03.2024, онлайн) [2].



Рис. 24. Матеріали майстер-класу «Застосування штучного інтелекту для наукових досліджень» 21.11.2023

Отже, важливими є використання штучного інтелекту у підготовці аспірантів та роботі з молодими вченими, і ефективними напрямками для цього є: оновлення освітньо-наукових програм підготовки майбутніх докторів філософії шляхом додавання змістових компонентів та засобів (інструментів штучного інтелекту); організація та проведення майстер-класів, тренінгів, вебінарів, підвищення кваліфікації для практичного навчання використовувати різні інструменти штучного інтелекту; проведення наукових конференцій з метою обміном досвідом та апробації отриманих результатів, і зокрема щодо застосування штучного інтелекту для проведення наукових досліджень [109].

10. Сервіси штучного інтелекту як складники комп'ютерно орієнтованого освітньо-наукового середовища

(В. В. Коваленко, М. В. Мар'єнко, М. П. Шишкіна)

Поточні тенденції проектування освітньо-наукового середовища закладів вищої освіти охоплюють широкий спектр більш гнучких, персоналізованих, відкритих систем освіти й наукових досліджень, інструментів і сервісів на основі хмарних технологій. Новітні ІКТ спрямовані на підтримку колаборативних навчальних і дослідницьких просторів, адаптивної обробки великих даних, мобільних і інтуїтивно зрозумілих середовищ, віддалених і віртуальних лабораторій тощо.

Хмарні інструменти трансформували середовище вищої освіти, забезпечуючи обробку великих даних, спільне використання та повторне використання результатів досліджень, більшу масштабованість обчислювальних потужностей і архітектуру, орієнтовану на сервіси. Підходи відкритої науки та розвиток ШІ сприяють відкритому, колаборативному, проєктно-орієнтованому навчанню. Роль наукової та інженерної освіти як рушійної сили інформаційного суспільства зростає. Тому в освіті сучасного вчителя повинні бути представлені не лише технології відкритого навчання, але й технології відкритої науки, які зараз є невід'ємною частиною адаптивного, персоналізованого навчання нового покоління.

Найважливішою тенденцією є підготовка освітніх кадрів, адже вони є рушійною силою цифровізації освіти. Активне впровадження сервісів відкритої науки, що є хмарними інструментами нового покоління, є одним із перспективних напрямів підвищення ІКТ-компетентностей учасників освітнього процесу та модернізації навчального і дослідницького середовища закладів вищої освіти.

Підготовка спеціалістів, які ефективно впроваджуватимуть і використовуватимуть ІКТ у навчальному процесі, є ключовою для розробки та впровадження практичних навчальних інструментів і методик у своїх предметних галузях. Зокрема, йдеться про підготовку кадрів для цифровізації освіти. У 2010 році в Інституті цифровізації освіти НАПН України було започатковано нову спеціальність "ІКТ для освіти" для підготовки докторів філософії в галузі освітніх наук, і понад 50 дисертацій розглядали питання в межах цієї спеціальності. Подібна спеціальність була впроваджена до магістерських програм з освітніх наук у 2018 році, що забезпечило наскрізну інтеграцію навчання ІКТ.

Впровадження новітніх ІКТ у навчальний процес педагогів забезпечить кращі результати у застосуванні інноваційних практик у різних галузях освіти в процесі їхньої професійної діяльності. Це особливо стосується новітніх технологій хмарних систем відкритої науки і ШІ. Йдеться про нову методологію проектування навчальних і дослідницьких систем, основою якої є хмарно-орієнтований підхід і концепція відкритої науки.

Цей підхід сприяє підтримці колаборативного навчання та досліджень, доступу до навчального середовища в будь-який час і з будь-якого місця, використанню найсучасніших сервісів для колективної та індивідуальної роботи, обробки великих

даних тощо. Методологія відповідає загальним принципам відкритої науки, таким як відкритий доступ, відкриті дані, методи досліджень, комунікація та оцінювання.

Основними інноваційними характеристиками хмарно-орієнтованого середовища відкритої науки є доступ до сховищ даних і потужних хмарних сервісів для їхньої обробки та співпраці. Спектр освітніх і дослідницьких активностей розширюється завдяки більшій професійній спрямованості на зміст дисципліни та збільшенню доступу до інструментів досліджень.

Використання хмарних платформ у поєднанні з комунікаційними сервісами значно розширює можливості функціонування віртуальних дослідницьких команд. Ці тенденції значно посилилися під час пандемії, коли змішане та дистанційне навчання й дослідницькі процеси набули масового використання. У цьому контексті необхідна методологія формування хмарно-орієнтованого навчального середовища у закладах освіти із застосуванням систем відкритої науки.

Фахівці цифровізації освіти повинні мати достатні ІКТ-компетентності для розуміння й освоєння нових підходів, відповідних методів і інструментів, а також мати управлінські компетентності для роботи у сфері освітнього менеджменту. Вони також повинні володіти дослідницькими компетентностями для навчання нового покоління вчених.

З огляду на зростаючу роль наукової освіти педагогів і впровадження новітніх ІКТ, необхідно розробити нові методи навчання для впровадження хмарних систем відкритої науки з елементами ШІ в освітній процес.

З 2019 р. дисципліна «Комп'ютерно орієнтоване середовище в освітньому процесі» входила до складу навчальної дисципліни «Системи освіти та навчання в комп'ютерно орієнтованому середовищі» для аспірантів 2-го року навчання Інституту цифровізації освіти НАПН України. З 2021 р. навчальна дисципліна «Комп'ютерно орієнтоване середовище в освітньому процесі» постає як окрема вибіркова дисципліна і з того часу з кожним роком набуває певних оновлень. В 2023 р. інтерес українських науковців до проблем використання штучного інтелекту зростає, тому в межах окремих тем навчальної дисципліни запропоновано до вивчення окремі сервіси штучного інтелекту. Тому опис робочої програми вимагав доповнення та уточнення.

Згідно з Рекомендаціями щодо застосування критеріїв оцінювання якості освітньої програми [101] запропоновано оновлювати навчальні дисципліни принаймні один раз на рік. Колектив авторів І. М. Візнюк, Н. М. Буглай, Л. В. Куцак, А. С. Поліщук та В. В. Киливник в своїй роботі [50] описують використання штучного інтелекту в освіті шляхом добору навчального матеріалу, що відповідатиме поставленим завданням та цільовій аудиторії. Зокрема, автори зосереджують увагу на мобільних додатках та чат-ботах. У дослідженні [52] проведено SWOT-аналіз, в результаті якого було виявлено переваги, недоліки, можливості та ризики, що виникають в процесі використання штучного інтелекту у вищій освіті. С. В. Толочко та А. В. Годунова проаналізували закордонний досвід використання штучного інтелекту в освіті і науці [104]. Проведений аналіз є ключовим для оновлення змісту

навчальної дисципліни «Комп'ютерно орієнтоване середовище в освітньому процесі», оскільки дає змогу оцінити використання штучного інтелекту в наукових дослідженнях. О. Панухник дослідила вплив штучного інтелекту на процес проведення наукових досліджень здобувачів вищої освіти [98], що є корисним досвідом особливо в контексті підготовки докторів філософії. А. П. Колесніков та О. М. Карапетян [89] окреслили можливості та загрози використання штучного інтелекту спираючись на попередній аналіз сучасного стану вказаної проблематики. Авторами визначено основні напрямки використання штучного інтелекту в освіті.

Широкий інтерес наукової спільноти українських науковців до проблем використання штучного інтелекту в освіті і науці призводить до того, що виникає необхідність в навчанні майбутніх докторів філософії правильно використовувати штучний інтелект, щоб спростити виконання певних етапів наукового дослідження. Тому постає проблема в оновленні навчальних програм для здобувачів вищої освіти освітньо-наукової програми «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті» Інституту цифровізації освіти НАПН України.

Мета навчальної дисципліни «Комп'ютерно орієнтоване середовище в освітньому процесі» полягає в організації комп'ютерно орієнтованого середовища в освітньому процесі.

Мета досягається через практичне засвоєння аспірантами знань, умінь та навичок щодо організації комп'ютерно орієнтованого середовища в освітньому процесі.

Завдання навчальної дисципліни

Дисципліна спрямована на засвоєння відомостей та відпрацюванню вмінь і навичок необхідних для організації комп'ютерно орієнтованого середовища в освітньому процесі.

Практичні заняття проводяться з використанням інтерактивних методів навчання: ділових і рольових ігор, тренінгових вправ, роботи в міні-групах, проєктної діяльності.

У результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен знати:

- доступні сервіси, доцільні для використання в освітніх цілях (зокрема, сервіси штучного інтелекту);
 - сутність процедур моніторингу, експертизи ефективності застосування ІКТ в освітньому процесі;
 - основні системи для здійснення комунікації в освітньому процесі;
 - відкриті системи для організації та проведення масових освітніх заходів.
- вміти:
- проєктувати відкриті освітні ресурси і навчально-методичні комплекси з використанням сервісів штучного інтелекту для застосування в освітньому процесі;
 - здійснювати аналіз ефективності застосування ІКТ в навчально-виховному процесі;
 - працювати з конкретними мережними інструментами відкритої освіти (технологіями підтримки віртуального навчання, віртуальними освітніми мережами

та соціальними спільнотами, електронними репозитаріями, сервісами штучного інтелекту, мобільними технологіями, Web- та Wiki-технологіями), відбирати і використовувати їх адекватно поставленим дидактичним завданням;

– визначати рівень особистісного і професійного розвитку, формувати програми власного самовдосконалення.

Підвищенню ефективності навчальних занять сприятиме передбачене програмою виконання індивідуальних навчально-дослідницьких завдань, зокрема створенню дидактичних матеріалів.

Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Системи освіти та навчання в комп'ютерно орієнтованому середовищі.

Тема 1. Системи для здійснення наукової комунікації в освітньому процесі.

Тема 2. Відкриті системи для організації та проведення масових освітніх заходів.

Тема 3. Особливості використання електронних соціальних мереж для організації освітнього процесу.

Змістовий модуль 2. Комп'ютерно орієнтоване середовище для організації освітнього процесу.

Тема 1. Мережні інструменти відкритої освіти (технології підтримки віртуального навчання, віртуальні освітні мережі та соціальні спільноти, електронні репозитарії, сервіси штучного інтелекту, мобільні технології, Web- та Wiki-технології).

Тема 2. Моніторинг та експертиза ефективності застосування ІКТ в освітньому процесі.

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин			
	усього	у тому числі		
		лекції	практичні заняття	самостійна робота
1	2	3	4	5
Змістовий модуль 1. Системи освіти та навчання в комп'ютерно орієнтованому середовищі.				
Тема 1. Системи для здійснення наукової комунікації в освітньому процесі.	7	2	-	5
Тема 2. Відкриті системи для організації та проведення масових освітніх заходів.	11	-	1	10
Тема 3. Особливості використання електронних соціальних мереж для організації освітнього процесу.	11	-	1	10
Змістовий модуль 2. Комп'ютерно орієнтоване середовище для організації освітнього процесу.				

Тема 1. Мережні інструменти відкритої освіти (технології підтримки віртуального навчання, віртуальні освітні мережі та соціальні спільноти, електронні репозитарії, сервіси штучного інтелекту, мобільні технології, Web- та Wiki-технології).	12	-	2	10
Тема 2. Моніторинг та експертиза ефективності застосування ІКТ в освітньому процесі.	17	2	-	15
Залік	2			
Всього годин	60	4	4	50

Навчально-методична карта дисципліни

«Комп'ютерно орієнтоване середовище в освітньому процесі»

Разом: 60 год, лекції – 4 год, практичні заняття – 4 год, самостійна робота – 50 год, залік – 2 год

Модулі	Змістовий модуль 1			
Назва модуля	Системи освіти та навчання в комп'ютерно орієнтованому середовищі			
Заняття	1	2	3	4
Теми лекцій	Системи для здійснення наукової комунікації в освітньому процесі.	-	-	-
Теми практичних занять	-	Відкриті системи для організації та проведення масових освітніх заходів. Особливості використання електронних соціальних мереж для організації освітнього процесу.	-	-
Бали	-	20 б.	-	-
Самостійна робота (ІНДЗ)	25 б.			
Всього за модуль	45 б.			
Модулі	Змістовий модуль 2			

Назва модуля	Комп'ютерно орієнтоване середовище для організації освітнього процесу			
Заняття	1	2	3	4
Теми лекцій	-	-	-	Моніторинг та експертиза ефективності застосування ІКТ в освітньому процесі.
Теми практичних занять	-	-	Мережні інструменти відкритої освіти (технології підтримки віртуального навчання, віртуальні освітні мережі та соціальні спільноти, електронні репозитарії, сервіси штучного інтелекту, мобільні технології, Web-та Wiki-технології).	-
Бали	-	-	20	-
Самостійна робота (ІНДЗ)	25 б.			
Всього за модуль	45 б.			
Залік	10 б.			
Всього	100 б.			

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Відкриті системи для організації та проведення масових освітніх заходів. Особливості використання електронних соціальних мереж для організації освітнього процесу.	2
2	Мережні інструменти відкритої освіти (технології підтримки віртуального навчання, віртуальні освітні мережі та соціальні	2

	спільноти, електронні репозитарії, сервіси штучного інтелекту, мобільні технології, Web- та Wiki-технології).	
	Разом	4

Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин/бали
1	Системи для здійснення наукової комунікації в освітньому процесі.	5/5
2	Відкриті системи для організації та проведення масових освітніх заходів.	10/10
3	Особливості використання електронних соціальних мереж для організації освітнього процесу.	10/10
4	Мережні інструменти відкритої освіти (технології підтримки віртуального навчання, віртуальні освітні мережі та соціальні спільноти, електронні репозитарії, сервіси штучного інтелекту, мобільні технології, Web- та Wiki-технології).	10/15
5	Моніторинг та експертиза ефективності застосування ІКТ в освітньому процесі.	15/10
	Разом	50/50

Методи навчання

I. Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності

1) За джерелом інформації:

–Словесні: лекція (традиційна) із застосуванням комп'ютерних інформаційних технологій (Power Point – Презентація), практичні роботи, пояснення, бесіда.

–Наочні: спостереження, ілюстрація, демонстрація.

–Практичні: вправи.

2) За логікою передачі і сприймання навчальної інформації: пояснювально-ілюстративні, проблемно-пошукові.

3) За ступенем самостійності мислення: самонавчання, пошукові, дослідницькі.

4) За ступенем керування навчальною діяльністю: під керівництвом викладача: виконання індивідуальних навчальних проєктів, розбір конкретних ситуацій.

II. Методи стимулювання інтересу до навчання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності:

1) Методи стимулювання інтересу до навчання: навчальні дискусії; створення ситуації пізнавальної новизни; елементи тренінгових занять тощо.

Методи контролю

Методи усного контролю: опитування, бесіда, залік.

Методи письмового контролю: модульне письмове тестування, публікація.

Методи комп'ютерного контролю: тестові програми.

Методи самоконтролю: самонавчання, самоаналіз, самооцінка.

Розподіл балів за видами роботи, яку виконують аспіранти

Вид роботи	Максимальна кількість балів за вид роботи
Змістовий модуль 1	
<p>Практичне заняття № 1. Відкриті системи для організації та проведення масових освітніх заходів. Особливості використання електронних соціальних мереж для організації освітнього процесу. <i>Завдання для аспірантів: аспірант має бути присутнім на практичному занятті; опитування, ІНДЗ на тему «Особливості використання електронних соціальних мереж для організації освітнього процесу», тестування в Google Classroom.</i></p>	20 балів
<p>Самостійна робота 1. Системи для здійснення наукової комунікації в освітньому процесі. 2. Відкриті системи для організації та проведення масових освітніх заходів. 3. Особливості використання електронних соціальних мереж для організації освітнього процесу. <i>Завдання для аспірантів: підготувати тези доповіді щодо використання ІКТ для здійснення наукової комунікації в освітньому процесі в рамках індивідуального дослідження аспіранта.</i></p>	25 балів
Всього за модуль	45 балів
Змістовий модуль 2	
<p>Практичне заняття № 2. Мережні інструменти відкритої освіти (технології підтримки віртуального навчання, віртуальні освітні мережі та соціальні спільноти, електронні репозитарії, сервіси штучного інтелекту, мобільні технології, Web- та Wiki-технології). <i>Завдання для аспірантів: аспірант має бути присутнім на практичному занятті; опитування, тестування в Google Classroom.</i></p>	20 балів
<p>Самостійна робота 1. Мережні інструменти відкритої освіти (технології підтримки віртуального навчання, віртуальні освітні мережі та соціальні спільноти, електронні репозитарії, сервіси штучного інтелекту, мобільні технології, Web- та Wiki-технології). 2. Моніторинг та експертиза ефективності застосування ІКТ в освітньому процесі. <i>Завдання для аспірантів: здійснити аналіз наявних інструментів відкритої освіти та підготувати ІНДЗ на тему «Використання сучасних інструментів відкритої освіти в освітньому процесі».</i></p>	25 балів
Всього за модуль	45 балів
Залік	10 балів
Всього	100 балів

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Рейтинг ва оцінка за шкалою ЄКТС	Кількіс ть балів	Оцінка за національною шкалою та значення оцінки	
		Екзамен	Залік
A	90-100	Відмінно - відмінний рівень знань (умінь) в межах обов'язкового матеріалу з, можливими, незначними недоліками	Зараховано
B	82-89	Дуже добре - достатньо високий рівень знань (умінь) в межах обов'язкового матеріалу без суттєвих (грубих) помилок	
C	75-81	Добре - в цілому добрий рівень знань (умінь) з незначною кількістю помилок	
D	69-74	Задовільно - посередній рівень знань (умінь) із значною кількістю недоліків, достатній для подальшого навчання або професійної діяльності	
E	60-68	Достатньо - мінімально можливий допустимий рівень знань (умінь)	
FX	35-59	Незадовільно з можливістю повторного складання - незадовільний рівень знань, з можливістю повторного перескладання за умови належного самостійного доопрацювання	Незараховано
F	1-34	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням курсу - досить низький рівень знань (умінь), що вимагає повторного вивчення дисципліни	

Методичне забезпечення

- конспект лекцій;
- навчально-методичні матеріали;
- робоча навчальна програма.

Зміст навчальної дисципліни «Комп'ютерно орієнтоване середовище в освітньому процесі» зазнав змін в змістовому модулі 2. Комп'ютерно орієнтоване середовище для організації освітнього процесу. Зокрема, в рамках вивчення теми 1. Мережні інструменти відкритої освіти (технології підтримки віртуального навчання, віртуальні освітні мережи та соціальні спільноти, електронні репозитарії, сервіси штучного інтелекту, мобільні технології, Web- та Wiki-технології). На вивчення вказаної теми виділяється 12 годин, з них: практичні заняття – 2 години, самостійна робота – 10 годин. Тема «Мережні інструменти відкритої освіти» розглядається виключно в рамках практичних занять, за яку максимально можна одержати 20 балів (самостійна робота оцінюється в розмірі 15 балів). В результаті оновлення навчальної програми набули змін знання та вміння які отримає аспірант по завершенню курсу:

знати про доступні сервіси, доцільні для використання в освітніх цілях (зокрема, сервіси штучного інтелекту); вміти проектувати відкриті освітні ресурси і навчально-методичні комплекси з використанням сервісів штучного інтелекту для застосування в освітньому процесі; вміти працювати з конкретними мережними інструментами відкритої освіти (технологіями підтримки віртуального навчання, віртуальними освітніми мережами та соціальними спільнотами, електронними репозитаріями, сервісами штучного інтелекту, мобільними технологіями, Web- та Wiki-технологіями), відбирати і використовувати їх адекватно поставленим дидактичним завданням. В 2023 – 2024 навчальному році дисципліна «Комп'ютерно орієнтоване середовище в освітньому процесі» була об'єднана з «ІКТ навчання, управління та підтримки науково-освітніх досліджень», проте внесені зміни прослідковуються в змісті останньої. Подальших змін потребує навчальна дисципліна «ІКТ навчання, управління та підтримки науково-освітніх досліджень» з урахуванням етичного використання штучного інтелекту в наукових дослідженнях аспірантів. В якості перспектив подальших досліджень постає оновлення зазначеної дисципліни базуючись на потреби аспірантів.

11. Досвід впровадження штучного інтелекту в процес викладання дисципліни «Інформаційно-комунікаційні технології навчання, управління та підтримки науково-освітніх досліджень»

(А. В. Бруяка, В. В. Коваленко, М. В. Мар'єнко)

Підготовка кваліфікованих фахівців, які володіють засобами ІКТ та методами їх використання в освітньому процесі, при проведенні наукових досліджень та управлінні системою освіти на її різних організаційних рівнях, є актуальною та затребуваною в умовах стрімкого розвитку та впровадження цифрових технологій в сучасну освітню практику, забезпечення неперервності навчання, особливо в період широкомасштабної пандемії COVID-19 та в умовах воєнного стану в Україні.

В сучасному світі, насиченому цифровими технологіями, навчання аспірантів, які здобувають ступінь доктора філософії, потребує постійного оновлення та адаптації до сучасних викликів цифрового суспільства. Впровадження цифрових технологій в освітній процес стає все більш актуальним, оскільки це може значно поліпшити якість навчання аспірантів і забезпечити більш ефективно використання часу та творчих ресурсів.

Після масового поширення використання ШІ аспіранти України також підхопили цей сучасний світовий тренд використовувати ШІ як помічника в освітніх цілях. А викладачі в свою чергу зіштовхнулись з проблемою оцінювання домашніх завдань аспірантів, зокрема, і написання ними наукових текстів, які згенеровані ШІ або повністю, або частково. Тому оцінювати такі виконані завдання стає дуже важко, відшуковуючи оригінальні авторські тексти поміж згенерованого ШІ.

З 2017 р. в Інституті цифровізації освіти НАПН України здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії на третьому (освітньо-науковому) рівні вищої освіти за спеціальністю «011 Освітні, педагогічні науки» з метою оволодіння ними освітньо-науковою програмою (ОНП) «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті» [97]. ОНП, яка реалізується в Інституті цифровізації освіти НАПН України, спрямована на розвиток дослідницьких компетентностей у сфері застосування інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) на рівні вищої освіти.

Підтвердженням якості освітніх послуг, що надає Інститут цифровізації освіти НАПН України, зокрема, актуальності та інноваційності ОНП, яка реалізується в Інституті цифровізації освіти НАПН України є отримання в 2023 р. акредитації ОНП «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті».

В Інституті цифровізації освіти НАПН України сформована система забезпечення якості освіти, визначені її функції та статус, що сприяє постійному розвитку ОНП та освітньої діяльності в її межах, зокрема, системний підхід у оновленні самої ОНП та робочих програм і силябусів навчальних дисциплін.

Підготовка здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії за ОНП «ІКТ в освіті» забезпечується, у тому числі, в процесі вивчення навчальних дисциплін (освітніх компонентів). Освітні компоненти підбираються таким чином, щоб забезпечити у здобувачів формування та розвиток компетентностей, необхідних для

здійснення науково-педагогічної, дослідницької діяльності з урахуванням сучасних вимог до науковця та викладача.

Відповідно, для забезпечення формування в аспірантів програмних компетентностей (ПК) та програмних результатів навчання (ПРН), в Інституті впроваджено вивчення ряду навчальних дисциплін, однією з цих дисциплін є дисципліна «Інформаційно-комунікаційні технології навчання, управління та підтримки науково-освітніх досліджень».

Згідно з навчальним планом підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії за освітньо-науковою програмою «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті» в 2022-2023 н.р., навчальна дисципліна «Інформаційно-комунікаційні технології навчання, управління та підтримки науково-освітніх досліджень» [102] була вибіркоким освітнім компонентом циклу професійної підготовки, а в 2023-2024 н.р. перенесена до основних дисциплін та вивчається на другому році підготовки в аспірантурі аспірантами всіх форм навчання (денна та заочна).

Дослідження М. Беарман (M. Bearman), Дж. Райан (J. Ryan) та Р. Аджаві (R. Ajjawi) [4] підтверджує, що штучний інтелект має значні наслідки для вищої освіти. Науковці виконали порівняння трактувань поняття «штучний інтелект» в педагогічній літературі та провели дискурсивний аналіз включених текстів. В дослідженні окреслено два дискурси. Дискурс імперативних змін описує, що ШІ розглядається як неминуча зміна, на яку має бути відповідна реакція. Крім того, дискурс зміни повноважень описує, як ШІ виконує певну децентралізацію викладача. Проведений аналіз спонукає до нових дослідницьких напрямків, які стосуються соціальних наслідків ШІ і вивчення того, як ШІ впливає на процеси навчання та викладання.

Науковці Г. Кромптон (H. Crompton) та Д. Берк (D. Burke) [5] з'ясували, що кількість публікацій, які стосуються проблеми використання ШІ у вищій освіті в 2021-2022 рр. зросла практично в два-три рази, що свідчить про високий інтерес науковців до даної тематики. Ними було проведено опитування студентів, інструкторів та керівників закладів вищої освіти. Результати дослідження показали, що існують п'ять шляхів використання ШІ: для оцінки/оцінювання, для планування певної діяльності, ШІ виступає в ролі помічника (асистента), ШІ виступає в ролі інтелектуальної системи навчання, для керування навчанням студентів.

В статті Б. Джордж (B. George) та О. Вуден (O. Wooden) критично оцінили стратегічне впровадження ШІ в рамках «розумних університетів». Науковці пропонують використовувати ШІ та квантові технології для зміни академічних та адміністративних процесів. Завдяки такій інтеграції університети можуть досягти персоналізованих траєкторій навчання, покращити доступність, економічну ефективність і підвищити загальну операційну продуктивність. Однак, в даному випадку є потреба у вивченні потенційних загроз включаючи питання, пов'язані з якістю освіти, можливими втратами роботи, ризиками упередженості, порушеннями конфіденційності, проблемами безпеки тощо.

Колектив науковців [31] стверджує, що використання ШІ в освіті призвело до зростання етичних ризиків і занепокоєння щодо кількох аспектів, таких як персональні дані та автономія здобувачів освіти. Авторами було проведено аналіз для концептуалізації та встановлення набору етичних принципів шляхом вивчення та узагальнення відповідних етичних норм та принципів. При цьому кожен принцип детально описано, а також проаналізовано пов'язані з ним наслідки для зацікавлених сторін у сфері освіти, включаючи студентів, викладачів, розробників технологій, політиків та інституційних осіб, які приймають рішення.

В попередньому дослідженні М. Мар'єнко і В. Коваленко [93] представлено зв'язок між ШІ та відкритою наукою в освіті. Авторками були зроблені висновки, що ШІ може виступати в ролі помічника вчителя чи викладача (як допоміжний засіб і освітньому процесі). Досить детально описано переваги використання ШІ в системі освіти. Тобто слід розрізняти принаймні дві ролі залучення сервісів ШІ в освітній процес: як інструмент допомоги викладачу та як інструмент навчання для здобувачів освіти.

О. Панухник [98] наводить ряд сервісів ШІ, які можуть використати в освітньому процесі як викладачі так і студенти. Однак автор зупиняється лише на тих сервісах, які виконують роль інструментів, для полегшення роботи викладача. На думку науковця сервіси ШІ викладачу стануть у нагоді: для генерації готових прикладів та пояснень; для проведення наукових досліджень (зокрема під час опрацювання джерел використаної літератури); для швидкого та ефективного оцінювання виконаних завдань студентів; для генерації індивідуальних шаблонів призначених для студентів.

В статті С. Терепищого [103] окреслено сильні сторони використання ШІ в освіті, недоліки, можливості та загрози. Перш за все науковець класифікує системи ШІ за їх наявним інструментарієм: експертні системи, штучні нейронні мережі, комп'ютерний зір, робототехніка та обробка природньої мови. Використання ШІ в процесі викладання дисциплін для викладача С. Терепищий вбачає у: виставленні оцінок (при цьому без упередженого ставлення до здобувача освіти), аналізі великого масиву даних попередніх здобутків студентів для планування подальшої траєкторії навчання, автоматизувати рутинні завдання та адміністративні.

І. Леонтьєва дослідила проблему використання ChatGPT в освітньому процесі у закладах вищої освіти [91]. Дослідниця аналізує можливості, які виникають в освітньому процесі завдяки використанню ChatGPT: допомога студентам у виконанні письмових дослідницьких та творчих завдань, пошук та добір інформації за певною тематикою (при цьому добір виконується якісніше, ніж з використанням пошукових систем); допомога в редагуванні вже готових текстів студентів, опанування навичками проведення дискусій та логіки їх побудови; для того, щоб персоналізувати навчання; для викладачів – структуризація та планування практичних та семінарських занять.

Проведений аналіз показав, що науковці в достатній мірі визначили загрози, переваги та недоліки використання ШІ в освітньому процесі закладів вищої освіти. На відміну від закордонних дослідників, українські дослідників досить вузько описують

власний практичний досвід використання ІІІ у роботі зі студентами, а також та малодослідженим питання залишається використання ІІІ у роботі з аспірантами. Тому ми вбачаємо подальші дослідження спрямувати на розгляд практичного застосування викладачем і науковцями сервісів ІІІ, зокрема в процесі підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії.

Для з'ясування місця навчальної дисципліни, її значущості в межах ОНП підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті» було здійснено історичний аналіз розвитку даної дисципліни.

2019-2020 н.р., 2020-2021 н.р. Навчальна дисципліна «ІКТ навчання, управління та підтримки науково-освітніх досліджень» була основною дисципліною для аспірантів 2-го р.н., її викладала В. Коваленко; «Комп'ютерно орієнтоване середовище в освітньому процесі» входила до складу вибіркової навчальної дисципліни «Системи освіти та навчання в комп'ютерно орієнтованому середовищі» для аспірантів 2-го р.н. (викладала А. Яцишин спільно з В. Коваленко).

2021-2022 н.р. Навчальна дисципліна «ІКТ навчання, управління та підтримки науково-освітніх досліджень» – основна дисципліна для аспірантів 1-го р.н. (В. Коваленко викладає спільно з М. Мар'єнко);

Навчальна дисципліна «Комп'ютерно орієнтоване середовище в освітньому процесі» вже представлена як окрема вибіркова дисципліна, її викладає В. Коваленко для аспірантів 2-го р.н.

2022-2023 н.р. Навчальна дисципліна «ІКТ навчання, управління та підтримки науково-освітніх досліджень» перенесена у цикл вибірових дисциплін (дисципліну викладають: В. Коваленко і М. Мар'єнко) для аспірантів 2-го р.н.;

Навчальна дисципліна «Комп'ютерно орієнтоване середовище в освітньому процесі» спільна вибіркова дисципліна (викладачі: В. Коваленко і М. Мар'єнко), для аспірантів 2-го р.н.

2023-2024 н.р. Навчальна дисципліна «ІКТ навчання, управління та підтримки науково-освітніх досліджень» знову перенесена до основних дисциплін, для аспірантів 2-го р.н. та об'єднана з дисципліною «Комп'ютерно орієнтоване середовище в освітньому процесі» (останню було виключено з навчального плану).

Відповідно до експертного висновку галузевої експертної ради щодо можливостей акредитації освітньої програми за 2023 р. робоча програма навчальної дисципліни була вдосконалена з врахуванням всіх зауважень.

Сьогодні впровадження ІІІ у різні сфери людського життя вже стало нормою. Завдяки розробникам ІІІ, його можливості постійно розширюються, зокрема в освіті. Однією з важливих сфер застосування ІІІ є підтримка процесу навчання аспірантів. Це дозволяє оптимізувати навчальні програми, підвищувати ефективність навчання та робити його більш персоналізованим, а також полегшити опрацювання даних і відомостей у наукових дослідженнях аспірантів.

Тому, у **2024 р.** враховуючи сучасні тенденції впровадження і використання ШІ в освіті і науці, викладачі навчальної дисципліни «ІКТ навчання, управління та підтримки науково-освітніх досліджень» (В. Коваленко і М. Мар'єнко) вбачають доцільним оновити робочу програму і силабус шляхом включення теми «Використання моделей штучного інтелекту в науковій і освітній діяльності» у 2-й модуль навчальної дисципліни «ІКТ навчання, управління та підтримки науково-освітніх досліджень».

В. Коваленко і М. Мар'єнко було описано основні складники оновленої у 2024 р. навчальної дисципліни «ІКТ навчання, управління та підтримки науково-освітніх досліджень» а саме: опис навчальної дисципліни, мета та завдання навчальної дисципліни, програма навчальної дисципліни, структура навчальної дисципліни, навчально-методична карта навчальної дисципліни, методи навчання, методи контролю, розподіл балів за видами роботи, яку виконують аспіранти та інформаційно-методичне забезпечення.

Мета навчальної дисципліни «ІКТ навчання, управління та підтримки науково-освітніх досліджень» полягає у формуванні в аспірантів вміння використовувати інформаційні технології в навчанні, управлінні та науково-освітніх дослідженнях.

Мета досягається через практичне засвоєння аспірантами знань щодо використання ІКТ в навчанні, управлінні та підтримці науково-освітніх досліджень.

Завдання навчальної дисципліни. Дисципліна спрямована на засвоєння відомостей та відпрацюванню вмінь і навичок необхідних для застосування ІКТ в навчанні, управлінні та підтримці науково-освітніх досліджень. Програма дисципліни розкриває особливості використання ІКТ в навчанні, управлінні та підтримці науково-освітніх досліджень.

У результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен **знати:** етапи еволюції розвитку інформатизації освіти та науки в Україні; переваги і недоліки використання автоматизованих інформаційних систем для управління якістю освіти та закладами освіти; особливості проектування електронних освітніх ресурсів; класифікацію сервісів відкритої науки і освіти, можливості, напрями й шляхи їх використання в науковій і освітній діяльності; особливості використання моделей штучного інтелекту в науковій і освітній діяльності; **вміти:** визначати переваги й недоліки сучасних ІКТ навчання та планувати наукову й професійну діяльність з їх урахуванням; працювати з конкретними мережними інструментами, відбирати і використовувати їх адекватно поставленим завданням; здійснювати критичний аналіз, оцінку та синтез нових ідей щодо впровадження інноваційних мережних інструментів відкритої освіти у власну наукову й професійну діяльність; визначати рівень особистісного і професійного розвитку, формувати програми власного самовдосконалення.

Підвищенню ефективності навчальних занять сприятиме передбачене програмою виконання індивідуальних навчально-дослідницьких завдань [97, 2].

Під час виконання **індивідуальної навчально-дослідницької та самостійної роботи** аспіранти набувають **уміння та навички**: вміти визначати переваги й недоліки сучасних ІКТ навчання та планувати наукову й професійну діяльність з їх урахуванням; вміти працювати з конкретними мережними інструментами, відбирати і використовувати їх адекватно поставленим завданням; вміти здійснювати критичний аналіз, оцінку та синтез нових ідей щодо впровадження інноваційних мережних інструментів відкритої освіти у власну наукову й професійну діяльність; вміти визначати рівень особистісного і професійного розвитку, формувати програми власного самовдосконалення [1, 2].

Програмні компетентності (згідно з ОНП)

ЗК1. Обізнаність та розуміння філософсько-світоглядних засад, сучасних тенденцій, напрямів і закономірностей розвитку вітчизняної науки в умовах глобалізаційних процесів.

ЗК5. Здатність до критичного аналізу, оцінювання й синтезу нових і складних ідей науково-дослідницької діяльності, до участі в критичному діалозі.

СК1. Здатність здійснювати узагальнення знань у сфері освіти на теоретико-методологічному рівні та залучати їх до філософського осягнення ідеї освіти як соціокультурного феномену.

СК4. Здатність планувати та здійснювати власне наукове дослідження, присвячене актуальній проблемі у галузі освіти, зокрема використання інформаційно-комунікаційних технологій в освіті.

СК8. Здатність здійснювати цифрову трансформацію освітніх середовищ закладів освіти.

СК10. Здатність до генерування нових науково-теоретичних та практично спрямованих ідей лідерства та повної автономності під час реалізації дослідницьких проєктів у галузі освіти.

СК12. Здатність визначати рівень особистісного і професійного розвитку, формувати програми самовдосконалення й саморозвитку в контексті неперервної освіти [97].

Програмні результати навчання (згідно з ОНП)

ПРН1. Формулювати власну світоглядну концепцію освіти.

ПРН2. Знати та застосовувати сучасну термінологію у сфері наукового дослідження.

ПРН3. Генерувати нові ідеї, виявляти нові знання, нові інтерпретації, інноваційні методи, обґрунтовані рішення у новому контексті в процесі виконання наукового дослідження.

ПРН4. Визначати та застосовувати релевантні методи, технології, засоби для здійснення наукового дослідження.

ПРН5. Знати та використовувати нормативно-правове забезпечення в галузі освіти, зокрема в сфері інформатизації освіти.

ПРН6. Організувати і здійснювати ефективну комунікацію та взаємодію з вітчизняною і закордонною науковою спільнотою.

ПРН12. Ініціювати та здійснювати оригінальне наукове дослідження, присвячене актуальній проблемі у галузі освіти, зокрема в сфері використання інформаційно-комунікаційних технологій в освіті, на відповідному фаховому рівні.

ПРН16. Здійснювати критичний аналіз, оцінку та синтез нових ідей щодо впровадження інноваційних інформаційно-комунікаційних технологій у власну наукову й освітню діяльність.

ПРН19. Прогнозувати власні наукові перспективи, шляхи подальшого професійного розвитку [97].

Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Інформаційно-комунікаційні технології для управління освітнім процесом.

Тема 1. Еволюція розвитку інформатизації освіти та науки в Україні.

Тема 2. Переваги і недоліки використання автоматизованих інформаційних систем для управління якістю освіти та закладами освіти.

Тема 3. Особливості проектування електронних освітніх ресурсів.

Змістовий модуль 2. Інформаційно-комунікаційні технології підтримки науково-освітніх досліджень.

Тема 1. Класифікація сервісів відкритої науки і освіти, можливості, напрями й шляхи їх використання в науковій і освітній діяльності.

Тема 2. Використання моделей штучного інтелекту в науковій і освітній діяльності.

Структура навчальної дисципліни

До структури навчальної дисципліни «ІКТ навчання, управління та підтримки науково-освітніх досліджень» було включено тему «Використання моделей штучного інтелекту в науковій і освітній діяльності» як частину змістового модуля 2 «Інформаційно-комунікаційні технології підтримки науково-освітніх досліджень». Кількість годин відведених на тему запропоновано – 12, з них: практичні заняття 2 год, а самостійна робота складає 10 год. Згідно навчально-методичної карти навчальної дисципліни, запропонована тема практичного заняття «Використання моделей штучного інтелекту в науковій і освітній діяльності» розглядатиметься на п'ятому занятті з майбутніми докторами філософії після проведення лекційного заняття за темою «Класифікація сервісів відкритої науки і освіти, можливості, напрями й шляхи їх використання в науковій і освітній діяльності» в рамках другого змістового модуля «Інформаційно-комунікаційні технології підтримки науково-освітніх досліджень». Максимальна кількість балів за другий змістовий модуль передбачає 45 балів. Зокрема, максимальна кількість балів за вид роботи в рамках практичного заняття № 1 «Використання моделей штучного інтелекту в науковій і освітній діяльності» передбачає 9 балів. Заплановане завдання для аспірантів передбачає: усне опитування

на практичному занятті, тестування в Google Classroom. Самостійна робота, що відведена в межах змістового модуля 2 складається з двох частин:

1. Класифікація сервісів відкритої науки і освіти, можливості, напрями й шляхи їх використання в науковій і освітній діяльності.

2. Використання моделей штучного інтелекту в науковій і освітній діяльності.

Завдання для аспірантів сформульоване наступним чином: підготувати матеріали до статті у наукове видання, включене на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України або у періодичне наукове видання, проіндексоване у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, щодо питань використання сервісів відкритої науки і освіти або використання моделей штучного інтелекту в науковій і освітній діяльності, в межах індивідуального дослідження аспіранта. Максимальну кількість балів, яку аспірант може отримати за виконання даного завдання оцінюється в 34 бали.

До другого змістового модуля також попередньо включено лекцію за темою «Класифікація сервісів відкритої науки і освіти, можливості, напрями й шляхи їх використання в науковій і освітній діяльності» за яку майбутній доктор філософії може отримати 2 бали.

Методи навчання навчальної дисципліни

1. За джерелом інформації: словесні (лекція, роз'яснення та бесіда); наочні (спостереження, ілюстрація, демонстрація); практичні (вправи, опитування, тестування).

2. За логікою передачі і сприймання навчальної інформації: пояснювально-ілюстративні, проблемно-пошукові.

3. За ступенем самостійності мислення: самонавчання, самоаналіз, самооцінка, пошукові, дослідницькі.

4. За ступенем керування навчальною діяльністю: під керівництвом викладача: виконання індивідуальних навчальних завдань, розбір конкретних ситуацій [2].

Методи контролю навчальної дисципліни

Методи усного та письмового контролю: опитування, бесіда, тестування, перевірка виконаних завдань, залік (із застосуванням цифрових технологій).

Методи самоконтролю: самонавчання, самоаналіз, самооцінка.

Інформаційно-методичне забезпечення навчальної дисципліни

Навчально-методичні матеріали: робоча навчальна програма «Інформаційно-комунікаційні технології навчання, управління та підтримки науково-освітніх досліджень», силабус до робочої програми, конспекти лекції.

Інформаційно-методичне забезпечення викладання навчальної дисципліни забезпечується сучасними цифровими технологіями (комп'ютер/ноутбук мультимедійний проектор тощо).

Основними інформаційними ресурсами при вивченні дисципліни є Електронна бібліотека НАПН України (<https://lib.iitta.gov.ua/>), Міжнародне електронне наукове фахове видання «Інформаційно-комунікаційні технології навчання, управління та

підтримки науково-освітніх досліджень», зокрема архів публікацій (<https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/issue/archive>), Google Classroom та інші допоміжні Інтернет ресурси.

Отже, враховуючи швидкі темпи впровадження і використання ІІТ у всіх сферах людського життя, зокрема, у освіті і науці вважаємо доцільним вивчати нові (постійно оновлюючі) можливості ІІТ для покращення рівня надання освітніх послуг та наукових досліджень, а також критично добирати і використовувати сервіси ІІТ в освітній і науковій діяльності.

В Інституті цифровізації освіти НАПН України відбувається поступове впровадження і використання сервісів ІІТ в процесі викладання окремих дисциплін для майбутніх докторів філософії за ОНП «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті», зокрема, під час викладання навчальної дисципліни «Інформаційно-комунікаційні технології навчання, управління та підтримки науково-освітніх досліджень» викладачі (В. Коваленко і М. Мар'єнко) включили тему «Використання моделей штучного інтелекту в науковій і освітній діяльності» у 2-й модуль навчальної дисципліни «ІКТ навчання, управління та підтримки науково-освітніх досліджень».

Автори публікації виокремлюють кілька можливих шляхів використання сервісів ІІТ в процесі викладання навчальних дисциплін для аспірантів:

- навчити аспірантів використовувати сервіси ІІТ для подальшої наукової та освітньої діяльності;
- зацікавити та спростити навчальний матеріал для аспірантів.

Особистий досвід авторів публікації показує, що використання сервісів ІІТ аспірантами відбувається переважно без залучення методик чи методичних рекомендацій, більше на інтуїтивному рівні, тому подальші дослідження мають бути спрямовані на розроблення і обґрунтування методичних засад використання сервісів ІІТ в процесі підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії.

12. Етика використання штучного інтелекту для створення наукових текстів (А. В. Бруяка)

Швидкий розвиток штучного інтелекту протягом останніх років, розкриває нові можливості перед науковими дослідженнями у всьому світі та в Україні зокрема. Тим не менш, зважаючи на здатність моделей ШІ розуміти, вивчати та приймати рішення на основі опрацювання великого обсягу даних, суспільство стикається із численними етичними питаннями, пов'язаними із застосуванням ШІ в науці та освіті. Особливо, це стосується генеративної моделі текстів ШІ ChatGPT та її здатності до створення наукових текстів. Питання етики використання ШІ для створення наукових текстів є дуже актуальним і розглядається багатьма дослідниками. Розглянемо дослідження деяких з них.

На думку Грома М.О., використання генеративної моделі текстів ШІ ChatGPT має як позитивні, так і негативні аспекти. Серед позитивних Гром М.О. виділяє: здійснити пошук джерел на різноманітну тематику та різними мовами, можливість проаналізувати великий об'єм інформації, швидко та якісно перекласти текст з іноземної мови, отримати доступ до статистичних даних. Серед негативних/неоднозначних – ChatGPT може генерувати тексти на запит користувача. Цей аспект використання ChatGPT є досить дискусійним, оскільки серед науковців виникає питання – чи може використання ШІ для написання наукових текстів вважатися плагіатом? [85].

У ст. 42 Законі України «Про освіту» академічним плагіатом вважається «оприлюднення (частково або повністю) наукових (творчих) результатів, отриманих іншими особами, як результатів власного дослідження (творчості) та/або відтворення опублікованих текстів (оприлюднених творів мистецтва) інших авторів без зазначення авторства» [99]. Беручи до уваги формальне тлумачення, яке визначено у Законі України «Про освіту», текст згенерований ChatGPT, не можна вважати плагіатом.

Проте, багато відомих університетів та шкіл світу розглядають застосування ChatGPT як плагіат. Заклади освіти апелюють до того, що боротьба з плагіатом спрямована на заборону неправомірного та бездумного використання чужої праці без прикладання власних зусиль до аналізу.

У публікації [85] зазначено, що основною метою наукової діяльності є пошук вирішення проблем та дискусія. Оскільки ШІ користується лише вихідними даними й не створює щось нове, то текст, написаний ChatGPT, не має ніякої наукової новизни та власної ідеї, власного бачення. ChatGPT має використовуватись виключно як додатковий інструмент для пошуку інформації, а не як спосіб для аналізу такої інформації.

Дубняк М.В. в своїй праці [86] пише, що використання моделей ШІ, зокрема ChatGPT, може значно підвищити рівень продуктивності праці. Позитивними сторонами використання технологій ChatGPT для підготовки наукових текстів є: перевірка тексту на граматичні та синтаксичні помилки, що дозволяє звільнити час

для аналітичної та творчої роботи автора; переклад текстів на різні мови, що сприяє підвищенню цитованості робіт; адаптація тексту, залежно від цільової аудиторії та ін.

Разом з тим, автор [86] вказує, що використання ChatGPT для створення текстів несе ряд етичних проблем, які в першу чергу виникають у сфері авторського права, а саме ускладнюють визначення авторського внеску. Тому, для етичного використання технологій ШІ необхідно удосконалити систему правових підходів у сфері авторського права, що надасть можливість забезпечити баланс між перевагами використання цих технологій та зменшити ризики від їх застосування.

Карчевський М.В. та Штанько В.А. розглядають аспекти правового регулювання ШІ, а також піднімають питання, чи можна розглядати ChatGPT як співавтора? Автори статті наводять ряд законодавчих положень, які не передбачають можливості коректного зб використання ШІ у науково-педагогічній діяльності, і не дають відповіді на це питання. Цікавою думкою авторів є те, що вони вважають, що зазначення ChatGPT як співавтора є не лише допустимим, а й єдино можливим способом дотримання академічної доброчесності іншими співавторами [87].

Коновальчук Н.О., як і попередні дослідники, також вважає, що моделі ШІ мають позитивні (допомагає у роботі викладачів при створенні завдань, питань до тексту, а студентам – для перевірки завдань, створення мовних конструкцій тощо) та негативні сторони (зловживання користувачами технологіями ШІ і, як наслідок, перетворення навчання на фікцію). Але, знову ж таки, генерування тексту за допомогою ШІ не підпадає під описані в законодавстві випадки порушення академічної доброчесності. У зв'язку з цим, для того, щоб запобігти випадкам академічної недоброчесності студентами, Коновальчук Н.О. пропонує викладачам застосовувати такі форми контролю, як усне опитування, організацію дискусій на задану тему, а також приділяти увагу мотивації студентів. Також викладач сам має бути прикладом академічної доброчесності для студентів [90].

Матвєєва К.В., розглядаючи етичний аспект використання інструментів ШІ у написанні наукових досліджень, приходять до висновку, що варто враховувати ризики використання ШІ для написання наукових досліджень (ШІ може видавати некоректну та не завжди правильну інформацію, тому до неї потрібно відноситися критично й перевіряти), але при цьому робити акцент на позитивних сторонах ШІ, відповідально використовуючи згенеровану інформацію. Ця інформація може стати поштовхом для нових досліджень, вивчення окремих аспектів під іншим кутом зору. Отриману інформацію потрібно творчо обробляти та удосконалювати, підвищуючи в такий спосіб якість написання наукових досліджень [95].

Таким чином, проаналізувавши деякі дослідження щодо етики використання штучного інтелекту для створення наукових текстів, можна зробити висновок, що науковці приходять до спільного висновку, що використання моделей ШІ має ряд як позитивних, так і негативних сторін. ChatGPT та його аналоги безумовно є дуже корисними технологіями, які здатні значно покращити ефективність роботи, зокрема, наукової. Разом з тим, написання наукових текстів за допомогою ШІ фактично є

порушенням академічної доброчесності та може вважатися плагіатом, хоча за формальним визначенням таким не є, відповідно до чинного законодавства. Тому, питання етики використання моделей ІІІ потребує більш детального дослідження, а також розроблення нових законодавчих норм, які регулюватимуть питання авторського права та дотримання академічної доброчесності під час використання технологій ІІІ [45].

ВИСНОВКИ

У цілому, інтеграція інструментів штучного інтелекту у навчальний процес може сприяти підвищенню ефективності навчання, стимулюванню інтересу учнів до знань та розвитку їхніх навичок у цифрову епоху.

Триває активна робота щодо розроблення компонентів ШІ для розвитку методичної системи дослідницького навчання з використанням імерсивних технологій у навчально-виховному процесі, що має стати одним з незамінних інструментів у роботі вчителя. Безперечно, необхідне різнобічне забезпечення підтримки дослідницького навчання, зокрема, йдеться про використання механізмів контролю прогресу роботи учнів, налаштування різних форм подання матеріалу з урахуванням психологічного та фізичного стану дитини, впровадження нових пристроїв введення та виведення (використання міміки, жестів, емоцій у процесі роботи з комп'ютером). Необхідно передбачити універсальність, тобто незалежність від платформи апаратно-програмного забезпечення. Цей критерій є важливим в контексті вибору імерсивних технологій з метою забезпечення мінімально можливих несприятливих впливів на здоров'я учнів.

Проаналізувавши деякі дослідження щодо етики використання штучного інтелекту для створення наукових текстів, можна зробити висновок, що використання моделей ШІ має ряд як позитивних, так і негативних сторін. ChatGPT та його аналоги безумовно є дуже корисними технологіями, які здатні значно покращити ефективність роботи. Разом з тим, написання наукових текстів за допомогою ШІ фактично є порушенням академічної доброчесності та може вважатися плагіатом, хоча за формальним визначенням таким не є, відповідно до чинного законодавства. Тому, питання етики використання моделей ШІ потребує більш детального дослідження, а також розроблення нових законодавчих норм, які регулюватимуть питання авторського права та дотримання академічної доброчесності під час використання технологій ШІ.

Штучний інтелект сприяє переосмисленню підходів до професійного розвитку вчителів, орієнтуючи їх на адаптацію до умов швидких технологічних змін. Виникає необхідність розвивати у педагогів навички адаптивності, критичного мислення, співпраці, а також розуміння етичних аспектів використання ШІ в освітньому процесі. Основні завдання професійного розвитку сьогодні включають підготовку вчителів до роботи в умовах інформаційного суспільства, формування компетентностей, необхідних для інтеграції сучасних технологій в освітній процес і вирішення глобальних викликів.

ШІ трансформує організацію та процеси підвищення кваліфікації вчителів. Інтелектуальні системи сприяють адаптації програм професійного розвитку до індивідуальних потреб вчителів (персоналізоване навчання), забезпеченню доступу до навчальних ресурсів і курсів через інтерактивні платформи з інтеграцією елементів ШІ.

Штучний інтелект стимулює впровадження інноваційних інструментів професійного розвитку, таких як: інтелектуальні платформи, які аналізують прогрес

педагогів і адаптують навчальні матеріали; віртуальні тренажери та середовища, що моделюють реальні педагогічні ситуації для вдосконалення практичних навичок; системи рекомендацій, які пропонують індивідуальні програми підвищення кваліфікації залежно від поточних потреб і рівня підготовки.

Підвищення кваліфікації з використанням ШІ інтегрує навички роботи з технологіями в професійний розвиток вчителів, забезпечуючи їх готовність до викладання в умовах постійної технологічної трансформації. Це включає інтеграцію базових знань з інформатики, робототехніки та аналізу даних у програми професійного навчання.

Етичні аспекти використання ШІ у професійному розвитку вчителів включають забезпечення прозорості алгоритмів, захист персональних даних і уникнення упереджень у технологічних рішеннях.

Таким чином, штучний інтелект стає каталізатором змін у професійному розвитку вчителів, забезпечуючи перехід до інноваційної моделі, яка відповідає сучасним викликам освіти та суспільства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. AI та освіта : як штучний інтелект вплине на шкільну освіту. URL: https://lb.ua/blog/olena_vyshniakova/547626_ai_osvita_yak_shtuchniy_intelekt.html (дата звернення: 20.01.2024).
2. AISE 2024. Міжнародна наукова конференція «Штучний інтелект у науці та освіті». URL: <https://sites.google.com/view/aise-2024> (дата звернення: 20.01.2024).
3. Awasthi S., Soni Y. Empowering Education System with Artificial Intelligence : Opportunities and Challenges // *Shodh Samagam*. 2023. Vol. 6(1). URL: https://shodhsamagam.com/uploads/issues_tbl/Empowering%20Education%20System%20with%20Artificial%20Intelligence%20%20Opportunities%20and%20Challenges.pdf (дата звернення: 20.01.2024).
4. Bearman M. Discourses of artificial intelligence in higher education: a critical literature review / M. Bearman, J. Ryan, R. Ajjawī // *High Education*. 2023. Vol. 86. P. 369-385. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10734-022-00937-2>
5. Crompton H. Artificial intelligence in higher education: the state of the field / H. Crompton, D. Burke // *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2023. Vol. 20. Article number: 22. URL: <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00392-8>
6. Delcker J., Heil J., Ifenthaler D. et al. First-year students AI-competence as a predictor for intended and de facto use of AI-tools for supporting learning processes in higher education // *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2024. Vol. 21. Article number: 18.
7. Digital Learning and Transformation of Education. Artificial Intelligence in Education. URL: <https://www.unesco.org/en/digital-education/artificial-intelligence> (дата звернення: 20.01.2024).
8. Galindo-Domínguez H., Delgado N., Losada D., Etxabe J. M. An analysis of the use of artificial intelligence in education in Spain: The in-service teacher's perspective // *Journal of Digital Learning in Teacher Education*. 2024. Vol. 40(1). P. 41–56.
9. George B. Managing the Strategic Transformation of Higher Education through Artificial Intelligence / B. George, O. Wooden // *Administrative Sciences*. 2023. Vol. 13. No. 9. 196. URL: <https://doi.org/10.3390/admsci13090196>
10. Grájeda A., Burgos J., Córdova P., Sanjinés A. Assessing student-perceived impact of using artificial intelligence tools : Construction of a synthetic index of application in higher education // *Cogent Education*. 2024. Vol. 11(1).
11. 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.
12. Hrybiuk O. CleverCOMSRL : Implementation of an AI computer-aided design system in the context of the cognitive science paradigm for the research training process // *Innovations in Mechatronics Engineering III. Lecture Notes in Mechanical Engineering* / Machado

J., Soares F., Trojanowska J., Yildirim S., Vojtěšek J., Rea P., Gramescu B., Hrybiuk O. (Eds.). Cham : Springer, 2024. C. 351–363. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-61575-7_32.

13. 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*. Volume 27–32. 2020. C. 770–785.

14. Hrybiuk O. Experience in Implementing Computer-Oriented Methodological Systems of Natural Science and Mathematics Research Learning in Ukrainian Educational Institutions // *Innovations in Mechatronics Engineering. Lecture Notes in Mechanical Engineering* / Machado J., Soares F. (eds). Cham: Springer, 2022. C. 55–68.

15. Hrybiuk O. Improvement of the Educational Process by the Creation of Centers for Intellectual Development and Scientific and Technical Creativity // *Advances in Manufacturing II. MANUFACTURING 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering* / Hamrol A., Kujawińska A., Barraza M. (eds). Cham: Springer, 2019. – P. 370–382.

16. Hrybiuk 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. – C. 46–53.

17. 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 Nr 79. S. 101–119.

18. 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. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Cham: Springer, 2022. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-09385-2_20.

19. Johanyák Z. C., Cserkó J., Pásztor A. AI-assisted university programming education in practice // *2023 IEEE 35th International Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T), Tokyo, Japan*. 2023. P. 185–186.

20. Kaelin M. W. 8 tips for achieving better results from the new Bing AI // *TechRepublic*. 2023, 7 червня. URL: <https://www.techrepublic.com/article/bing-chat-ai-tips-for-better-results/> (дата звернення: 23.05.2024).

21. Kuzminska O., Pohrebniak D., Mazorchuk M., Osadchyi V. Leveraging AI tools for enhancing project team dynamics: Impact on self-efficacy and student engagement // *Information Technologies and Learning Tools*. 2024. Т. 100, № 2. C. 92–109. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v100i2.5602>.

22. Liashenko, R., Semerikov, S. Bibliometric analysis of chatbot training research: key concepts and trends // *Information Technologies and Learning Tools*. 2024. 101(3). P.

181–199. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v10i3.5622>

23. Licuan C. How To Use Bing AI Chat in 2023 (Beginner's Guide) // *Elegant Themes*. 2023, 21 вересня. URL: <https://www.elegantthemes.com/blog/business/how-to-use-bing-ai-chat> (дата звернення: 17.11.2023).

24. List of chatbots. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_chatbots (дата звернення: 20.01.2024).

25. 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 // *In : International Conference on New Media Pedagogy*. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023. Pp. 393–412.

26. Mariciuc D. F. A Bibliometric Analysis of Publications on Customer Service Chatbots // *Management Dynamics in the Knowledge Economy*. 2023. Vol. 11(1). P. 48–62.

27. Marienko M. The method of using EOSC cloud services for math and science teachers' training // *Lecture Notes in Networks and Systems* / Auer M. E., Cukierman U. R., Vidal E. Vendrell, Tovar Caro E. (Eds.). Cham: Springer, 2024. Vol. 899. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-51979-6_28.

28. Marienko M. V., Semerikov S. O., Markova O. M. Artificial intelligence literacy in secondary education : methodological approaches and challenges // *CEUR Workshop Proceedings*. 2024. Vol. 3679. C. 87–97.

29. 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, December 22, 2023* / Papadakis S. (Ed.). *CEUR Workshop Proceedings*, 2024. Vol. 3679. C. 87–97. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3679/paper21.pdf>.

30. Monserrat M., Mas A., Mesquida A.L., Clarke P. Investigating the Use of Artificial Intelligence (AI) in Educational Settings : A Systematic Review // *Systems, Software and Services Process Improvement. EuroSPI 2022. Communications in Computer and Information Science* / Yilmaz M., Clarke P., Messnarz R., Wöran B. (eds). Cham: Springer, 2022. Vol. 1646.

31. Nguyen A., Ngo H. N., Hong Y. et al. Ethical principles for artificial intelligence in education / A. Nguyen, H. N. Ngo, Y. Hong et al. // *Education and Information Technologies*. 2023. Vol. 28. P. 4221-4241. URL: <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11316-w>.

32. Osadcha K., Osadchy V., Krasheninnik I., Chorna A., Kuzminska O. Design of MOOC “Innovative Teaching: Essentials of Digital Creativity and Hybrid Learning” for providing micro-credential for educators // *CEUR Workshop Proceedings*. 2024. Vol. 3771. C. 118–125. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3771/paper25.pdf>.

33. Osadchy V., Kushnir N., Valko N. The use of immersive technologies in education: analysis of scientific studies in the scopus bibliographic database for the period 2015–2023 // *Image Of The Modern Pedagogue*. 2024. 5(218). P. 20–29. DOI: [https://doi.org/10.33272/2522-9729-2024-5\(218\)-20-29](https://doi.org/10.33272/2522-9729-2024-5(218)-20-29).

34. Papadakis S., Semerikov S. O., Striuk A. M., Kravtsov H. M., Shyshkina M. P., Marienko M. V., Danylchuk H. B. Embracing digital innovation and cloud technologies for transformative learning experiences // *CEUR Workshop Proceedings*. 2024. Vol. 3679. C. 1–21. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3679/paper00.pdf>.
35. Ramirez E. A. B., Esparrell J. A. F. Artificial Intelligence (AI) in Education : Unlocking the Perfect Synergy for Learning // *Educational Process*. 2024. Vol. 13(1). P. 35–51.
36. Semerikov S. O. Editorial for JEC Volume 3 Issue 1 // *Journal of Edge Computing*. 2024. Vol. 3. Iss. 1. P. 1–2. DOI: <https://doi.org/10.55056/jec.737>
37. Semerikov S. O., Striuk A. M. Embracing emerging technologies: Insights from the 6th Workshop for Young Scientists in Computer Science & Software Engineering // *CEUR Workshop Proceedings*. 2024. Vol. 3662. C. 1–36. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3662/paper00.pdf>.
38. Semerikov S.O., Foki M.V., Shepiliev D.S., Mintii M.M., Mintii I.S., Kuzminska O.H. Teaching WebAR development with integrated machine learning: a methodology for immersive and intelligent educational experiences // *Educational Dimension*. 2024. № 10. C. 198–234. DOI: <https://doi.org/10.55056/ed.660>.
39. Shyshkina M. The methodology for using the cloud-based open science systems in higher education institutions // *Learning in the Age of Digital and Green Transition. Lecture Notes in Networks and Systems / Auer M. E., Cukierman U. R., Vidal E. Vendrell, Tovar Caro E. (Eds.)*. Cham : Springer, 2024. Vol. 899. C. 287–294. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-51979-6_30.
40. Shyshkina M., Svetsky S. Cloud-oriented systems for open science: Supporting virtual research teams through adaptive content management and collaboration tools // *CEUR Workshop Proceedings*. 2024. Vol. 3679. C. 36–42.
41. Singh S. V., Hiran K. K. The Impact of AI on Teaching and Learning in Higher Education Technology // *Journal of Higher Education Theory and Practice*. 2022. Vol. 22(13).
42. Stanciu A., Țițu A. M., Hrybiuk O., Machado J. Industry 4.0. Upsides and downsides. Towards industry 5.0 // *International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE) – 2024. Lecture Notes in Networks and Systems / Cioboată D. D. (Ed.)*. Cham : Springer, 2024. Vol. 1129. C. 84–93. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-70670-7_7.
43. Stefanowicz B. 22 Best AI Chatbots for 2024: ChatGPT & Alternatives. 2024. URL: <https://www.tidio.com/blog/ai-chatbot> (дата звернення: 20.01.2024).
44. Биков В. Ю., Шишкіна М. П. Хмарні технології як імператив модернізації освітньо-наукового середовища вищого навчального закладу / В. Ю. Биков, М. П. Шишкіна // *Теорія і практика управління соціальними системами : філософія, психологія, педагогіка, соціологія*. 2016. № 4. С. 55–70. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/26318>.
45. Бруяка А. В., Бруяка Я. В. Етика використання штучного інтелекту для створення наукових текстів // *Artificial Intelligence in Science and Education (AISE 2024)* : зб. матеріалів міжнар. наук. конф. (Київ, 1–2 березня 2024 р.). Київ: УкрІНТЕІ, 2024. С. 34–37.

46. Бруяка А. В., Коваленко В. В. Щодо проблеми використання штучного інтелекту у підготовці докторів філософії // *Збірник матеріалів Звітної наукової конференції Інституту цифровізації освіти НАПН України*. Київ : ІЦО НАПН України, 2024. С. 106–108.

47. Бруяка А. В., Коваленко В. В., Мар'єнко М. В. Досвід впровадження штучного інтелекту в процесі викладання дисципліни «Інформаційно-комунікаційні технології навчання, управління та підтримки науково-освітніх досліджень» // *Перспективи та інновації науки (Серія «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина»)*. 2024. № 4 (38). С. 94–107. DOI: 10.52058/2786-4952-2024-4(38)-94-107

48. Використання Microsoft Copilot у вищій освіті та наукових дослідженнях : навчально-методичний посібник / В.В. Осадчий та ін. Київ : ІЦО НАПН України, 2024. 90 с.

49. Використання сервісів адаптивних хмаро орієнтованих систем у діяльності вчителя. Київ : *Педагогічна думка*, 2020. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/723149/>. (дата звернення: 12.07.2024).

50. Використання штучного інтелекту в освіті / І. М. Візнюк та ін. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців : методологія, теорія, досвід, проблем.* 2021. Випуск 59. С. 14-22. DOI : <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2021-59-14-22>.

51. Використання штучного інтелекту в освіті: ChatGPT і більше : *збірник матеріалів круглого столу, 14 червня 2023 року, Україна* / Відповід. за вип.: А. Яцишин. Київ: УкрІНТЕІ. 2023. 53 с. DOI: <http://doi.org/10.35668/978-966-479-137-0>.

52. Використання штучного інтелекту у вищій освіті / І. Драч та ін. *Міжнародний науковий журнал «Університети і лідерство»*. 2023. 15. С. 66-82. DOI : <https://doi.org/10.31874/2520-6702-2023-15-66-82>.

53. 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. S. 190–207.*

54. 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. Т. 4, №3(28). DOI: <http://doi.org/10.31108/3.2020.4.3.4>.

55. 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.

56. 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, Т. IV (64): Тематичний випуск «Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору». Київ : Гнозис, 2015. С. 158–175.

57. 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*. Львів, 27–30 квітня 2017. С. 38–43.

58. Гриб'юк О. О. Математичне моделювання при навчанні дисциплін математичного та хіміко-біологічного циклів: навчально-методичний посібник для учителів. Рівне : РДГУ, 2010. 207 с.

59. Гриб'юк О. О. Педагогічне проектування комп'ютерно орієнтованого середовища навчання дисциплін природничо-математичного циклу // *Наукові записки*. Вип. 7. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Ч. 3. Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2015. – С. 38–50.

60. 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. Вип. 22: Дидактичні механізми дієвого формування компетентнісних якостей майбутніх фахівців фізико-технологічних спеціальностей. С. 184–190.

61. Гриб'юк О. О. Психолого-педагогічні вимоги до комп'ютерно-орієнтованих систем навчання математики в контексті підвищення якості освіти // *Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди»*. Додаток 1 до Вип.31, Т. IV (46): Тематичний випуск «Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору». Київ : Гнозис, 2013. С. 110–123.

62. Гриб'юк О. О. Рівнева модель дослідницького навчання учнів математики з використанням комп'ютерно орієнтованої методичної системи // *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. Т. 77, № 3. С. 39–65.

63. 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*. 2024. Вип. 4. С. 116–126. DOI: <https://doi.org/10.32782/ped-uzhnu/2024-4-18>.

64. Гриб'юк О. О. Використання штучного інтелекту у контексті фундаментальної теорії свідомості : аналіз викликів і можливостей // *Цифрова трансформація науково-освітніх середовищ в умовах воєнного стану* : зб. матеріалів Звітної наукової конференції Інституту цифровізації освіти НАПН України, 23 лютого 2024 р., м. Київ / упоряд. : О. П. Пінчук, Н. В. Яськова. Київ : ЩО НАПН України, 2024. С. 97–100.

65. 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 в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: збірник наукових праць*. Київ-Вінниця : ТОВ Фірма «Планер», 2020.

66. 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.* Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2024. Вип. 92. С. 93–102. DOI: <https://doi.org/10.32782/1992-5786.2024.92.15>.

67. Гриб'юк О. О., Байдик І. А. Методи та інструментальні засоби розроблення ігрового застосунку у жанрі головоломки з використанням імерсивних технологій // *Математичні дослідження здобувачів вищої освіти і молодих учених як підґрунтя технічного та економічного відновлення України* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених. Харків : ХНАДУ, 2024. С. 120–133.

68. Гриб'юк О. О., Балан Д. С. Розроблення застосунку для аналізу транзакцій інтернет-банку з використанням методів Big Data // *Математичні дослідження здобувачів вищої освіти і молодих учених як підґрунтя технічного та економічного відновлення України* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених. Харків : ХНАДУ, 2024. С. 133–138.

69. Гриб'юк О. О., Башук А. А. Розроблення тривимірної візуалізації авторської гри з використанням технологій 3D моделювання // *Математичні дослідження здобувачів вищої освіти і молодих учених як підґрунтя технічного та економічного відновлення України* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. Харків : ХНАДУ, 2024. С. 138–144.

70. Гриб'юк О. О., Булатов Є. А. Теоретико-методичні основи аналізу вразливостей комп'ютерних систем і методика їх усунення // *Математичні дослідження здобувачів вищої освіти і молодих учених як підґрунтя технічного та економічного відновлення України* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених. Харків : ХНАДУ, 2024. С. 153–156.

71. Гриб'юк О. О., Васильєв В. О. Інтелектуальна система прогнозування на основі індексів криптовалют із використанням моделей машинного навчання // *Математичні дослідження здобувачів вищої освіти і молодих учених як підґрунтя технічного та економічного відновлення України* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. Харків : ХНАДУ, 2024. С. 156–158.

72. Гриб'юк О. О., Ведищева О. В., Волинець Ю. М. Генеративний штучний інтелект в освіті : приклади, переваги та ризики використання // *Цифрова трансформація науково-освітніх середовищ в умовах воєнного стану* : зб. матеріалів Звітної наукової конференції Інституту цифровізації освіти НАПН України, 23 лютого

2024 р., м. Київ / упоряд. : О. П. Пінчук, Н. В. Яськова. Київ: ЩО НАПН України, 2024. С. 100–104.

73. Гриб'юк О. О., Волошкін В. В. Розроблення месенджера з використанням технології штучного інтелекту // *Математичні дослідження здобувачів вищої освіти і молодих учених як підґрунтя технічного та економічного відновлення України* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. Харків : ХНАДУ, 2024. С. 159–161.

74. Гриб'юк О. О., Корнілов Р. В. Розроблення програмної системи з підтримки діяльності служби таксі з використанням штучних нейронних мереж // *Математичні дослідження здобувачів вищої освіти і молодих учених як підґрунтя технічного та економічного відновлення України* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. Харків : ХНАДУ, 2024. С. 165–173.

75. Гриб'юк О. О., Кравчук В. Р. Розроблення програмної системи «Фільмографія» із використанням клієнт-серверної архітектури // *Математичні дослідження здобувачів вищої освіти і молодих учених як підґрунтя технічного та економічного відновлення України*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених. Харків : ХНАДУ, 2024. С. 173–176.

76. Гриб'юк О. О., Кукульчук В. О. Розроблення інтелектуальної гри в жанрі головоломки на основі ігрового рушія Unity // *Математичні дослідження здобувачів вищої освіти і молодих учених як підґрунтя технічного та економічного відновлення України*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. Харків : ХНАДУ, 2024. С. 176–179.

77. Гриб'юк О. О., Кушнірук А. Є. Розроблення інформаційної аналітичної системи з продажу книг із використанням Dynamics 365 Business Central // *Математичні дослідження здобувачів вищої освіти і молодих учених як підґрунтя технічного та економічного відновлення України* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. Харків : ХНАДУ, 2024. С. 179–183.

78. Гриб'юк О. О., Легкий С. В. Розроблення програмної системи «Порівняльний аналіз мобільних процесорів» із використанням технологій об'єктно орієнтованого програмування // *Математичні дослідження здобувачів вищої освіти і молодих учених як підґрунтя технічного та економічного відновлення України* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених. Харків: ХНАДУ, 2024. С. 183–190.

79. Гриб'юк О. О., Омельченко А. С. Технології розроблення комп'ютерних ігор як засобу навчання і тестування із використанням імерсивних технологій // *Математичні дослідження здобувачів вищої освіти і молодих учених як підґрунтя технічного та економічного відновлення України* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених. Харків : ХНАДУ, 2024. С. 194–198.

80. Гриб'юк О. О., Петрик В. М. Розроблення архітектури програмної системи комплексного аналізу даних із використанням технологій Big Data // *Математичні дослідження здобувачів вищої освіти і молодих учених як підґрунтя технічного та*

економічного відновлення України: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених. Харків : ХНАДУ, 2024. С. 198–202.

81. Гриб'юк О. О., Попович А. С. Технології проектування комп'ютерних ігор із використанням геймдизайн орієнтованих підходів // *Математичні дослідження здобувачів вищої освіти і молодих учених як підґрунтя технічного та економічного відновлення України* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених. Харків : ХНАДУ, 2024. С. 203–206.

82. Гриб'юк О. О., Прилуцький М. І. Розроблення інформаційної системи для моніторингу повітряних тривог із використанням вільнопоширюваного програмного забезпечення // *Математичні дослідження здобувачів вищої освіти і молодих учених як підґрунтя технічного та економічного відновлення України*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. Харків : ХНАДУ, 2024. С. 206–213.

83. Гриб'юк О. О., Ткач Ю. О. Розроблення клієнт-серверної системи діагностування пацієнтів стоматологічної клініки з використанням технологій об'єктно орієнтованого програмування // *Математичні дослідження здобувачів вищої освіти і молодих учених як підґрунтя технічного та економічного відновлення України* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених. Харків : ХНАДУ, 2024. С. 218–220.

84. Гриб'юк О. О., Яцун В. В. Розроблення програмної системи «Електромобіль» із використанням технологій штучного інтелекту // *Математичні дослідження здобувачів вищої освіти і молодих учених як підґрунтя технічного та економічного відновлення України* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених. Харків : ХНАДУ, 2024. С. 220–223.

85. Гром М. О. Застосування штучного інтелекту під час написання наукових робіт // *Всеукр. кр. ст. Академічна доброчесність : правові проблеми*, Одеса, 2023. С. 37–41. URL: <http://dspace.onua.edu.ua/handle/11300/25950> (дата звернення: 13.01.2024).

86. Дубняк М. В. Проблеми використання ChatGPT у науковій діяльності : роль етичних і правових норм // *VI Всеукр. наук.-практ. конф. Створення, охорона, захист і комерціалізація об'єктів права інтелектуальної власності*, Київ, 2023. С. 64–68. URL: <http://cpdcipr.kpi.ua/article/view/278520> (дата звернення: 14.01.2024).

87. Карчевський М. В., Штанько В. А. ChatGPT. “Правове регулювання штучного інтелекту : ризикорієнтований підхід у європейській дискусії” // *Актуальні питання права та соціально-економічних відносин: зб. ст.*, Кропивницький, 2023. С. 20–29. URL: <http://dspace.wunu.edu.ua/handle/316497/48146> (дата звернення: 13.01.2024).

88. Коваленко В. В., Мар'єнко М. В. Сервіси штучного інтелекту як складники комп'ютерно орієнтованого середовища. *Інноваційна педагогіка*, 2024. Випуск 68. Том 1. С. 254259. DOI : 10.32782/2663-6085/2024/68.1.50.

89. Колесніков А. П., Карапетян О. М. Штучний інтелект : переваги та загрози використання. *Ефективна економіка*. 2023. № 8. DOI : <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2023.8.9>.

90. Коновальчук Н. О. Проблеми академічної доброчесності в умовах розвитку технологій штучного інтелекту // *X Міжн. наук.-практ. конф. Progressive research in the modern world*, Бостон, 2023. С. 234–241. URL: <https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2023/06/PROGRESSIVERESEARHCIN-THE-MODERN-WORLD-22-24.06.2023.pdf> (дата звернення: 14.01.2024).
91. Леонтєва І. ChatGPT в освітньому процесі вищої школи : заборонити не можна використовувати / *Освіта та педагогічна наука*. 2023. № 1 (182). С. 13-23. DOI: [https://doi.org/10.12958/2227-2747-2023-1\(182\)-13-23](https://doi.org/10.12958/2227-2747-2023-1(182)-13-23).
92. Ляшенко Р. О., Семеріков С. О. Бібліометричний аналіз навчання чат-ботів // *Conference proceedings of the VII International Scientific-Practical Conference "Information Technology for Education, Science and Technics" (ITEST-2024)*, (Cherkasy, May 23–24, 2024). Cherkasy : ChSTU, 2024. С. 314–316.
93. Мар'єнко М. В., Коваленко В. В. Штучний інтелект та відкрита наука в освіті // *Фізико-математична освіта*. 2023. Т. 38, № 1. С. 48–53. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-1-007.
94. 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
95. Матвеева К. В. Використання інструментів штучного інтелекту у написанні наукових досліджень : етичний аспект // *XIII Міжн. наук.-тех. конф. студ., аспір. та мол. вч. «Наукова весна 2023»*, Дніпро, 2023. С. 246–248. URL: https://rmv.nmu.org.ua/ua/arkhiv-zbirokkonferentsiy/naukova-vesna-2023/Scientific_Spring_2023.pdf (дата звернення: 14.01.2024).
96. Осадчий В. В. Сучасні тенденції цифровізації управлінських процесів у вищій освіті: аналітика даних, хмарні технології, штучний інтелект. *Освітологічний дискурс*. 1, 44. 2024. С. 8-27. DOI: <https://doi.org/10.28925/2312-5829.2024.11>.
97. Освітньо-наукова програма підготовки докторів філософії «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті» зі спеціальності «011 Освітні, педагогічні науки», спеціалізації «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті». 2023. URL: <https://drive.google.com/file/d/15Tw7KIM8W8ILHpkJWmB2WybTvPwU5L8z/view>.
98. Панухник О. Штучний інтелект в освітньому процесі та наукових дослідженнях здобувачів вищої освіти: відповідальні межі вмісту ШІ. *Галицький економічний вісник*. 2023. Том 84. № 4. С. 202-211. DOI : https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2023.04.202.
99. Про освіту : Закон України № 2145-VIII від 05.09.2017. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/2145-19#n613> (дата звернення: 13.01.2024).
100. Про схвалення Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні : Розпорядження КМУ від 02 грудня 2020 р. № 1556-р. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalennya-konceptsiyi-rozvitku-shtuchnogo-intelektu-v-ukrayini-s21220> (дата звернення: 24.01.2024).

101. Рекомендації щодо застосування критерії оцінювання якості освітньої програми / Затверджено Національним агентством із забезпечення якості вищої освіти 17 листопада 2020 року / ТОВ «Український освітянський видавничий центр «Оріон»». Київ, 2020. 66 с.

102. Робоча програма навчальної дисципліни «Інформаційно-комунікаційні технології навчання, управління та підтримки науково-освітніх досліджень» для здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії спеціальності «011 Освітні, педагогічні науки», спеціалізації «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті». 2022. 16 с. URL: <https://drive.google.com/file/d/1RaVuiBhqvsecatM2I6yoJ5V-mx9u8po72/view>.

103. Терепиший С. Медіаграмотність в епоху штучного інтелекту : інтеграція інструментів і методів штучного інтелекту в сучасні педагогічні підходи / *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2023. Вип. 60. Том 4. С. 195-202. URL: <https://doi.org/10.24919/2308-4863/60-4-31>.

104. Толочко С. В., Годунова А. В. Теоретико-методичний аналіз закордонних практик використання штучного інтелекту в освіті й науці. *Вісник науки та освіти*. 2023. № 7 (13). С. 832-848. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6165-2023-7\(13\)-832-848](https://doi.org/10.52058/2786-6165-2023-7(13)-832-848).

105. Фадєєва Л. О., Семеріков С. О. Використання Moodle для персоналізованого навчання: дослідження взаємозв'язків між структурою курсу та навчальними результатами студентів // *Conference proceedings of the VII International Scientific-Practical Conference "Information Technology for Education, Science and Technics" (ITEST-2024)*, (Cherkasy, May 23–24, 2024). Cherkasy : ChSTU, 2024. С. 328–329.

106. Шишкіна М. П. Перспективи проектування хмароорієнтованого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту // *Artificial Intelligence in Science and Education (AISE 2024)* : зб. матеріалів міжнар. наук. конф. (Київ, 1–2 березня 2024 р.). Київ : УкрІНТЕІ, 2024. С. 78–80.

107. 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>.

108. Штучний інтелект в освіті – відкриті перспективи, складні проблеми та шляхи їх вирішення. URL: <https://mediacom.com.ua/shtuchnij-intelekt-v-osviti-perspektivi-ta-problemi/> (дата звернення: 20.01.2024).

109. Яцишин А. В. Використання штучного інтелекту у підготовці аспірантів та роботі з молодими вченими. // *Artificial Intelligence in Science and Education (AISE 2024)* : зб. матеріалів міжнар. наук. конф. (Київ, 1–2 березня 2024 р.). Київ : УкрІНТЕІ, 2024. С. 323-325.

Наукове видання

Використання засобів і сервісів штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів

препринт (аналітичні матеріали)

Матеріали надруковані в авторській редакції. За достовірність фактів, посилань, стилістичне та орфографічне оформлення відповідальність несуть автори публікацій.

Загальна редакція: Шишкіна М.П.
Комп'ютерна верстка: Коваленко В.В.

Авторський колектив: Барладим В.М. (розділ 2), Бруяка А.В. (розділи: 8, 11, 12),
Бугаєнко М.А. (розділ 8), Гриб'юк О.О. (розділи: 1, 4),
Коваленко В.В. (розділи: 8, 10, 11), Мар'єнко М.В. (розділи: 10, 11),
Осадчий В.В. (розділи: 5, 7), Семеріков С.О. (6), Тукало С.М. (розділ 2),
Шишкіна М.П. (вступ; розділи: 3, 10; висновки), Яцишин А.В. (розділ 9)

Інститут цифровізації освіти
Національної академії педагогічних наук України
м. Київ, вул. Максима Берлінського, 9
Електронна пошта (E-mail): iitlt@iitlt.gov.ua

