

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

Хіміко-біологічний факультет
Кафедра ботаніки та зоології

Кваліфікаційна робота
на тему:
ВИКОРИСТАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В
ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ БІОЛОГІЇ І ЕКОЛОГІЇ (10 КЛАС)

Спеціальність: 014 Середня освіта
Предметна спеціальність: 014.05. Середня освіта (Біологія та здоров'я
людини)

Здобувач другого (магістерського рівня)
вищої освіти, ОПШ «Середня освіта
Біологія та здоров'я людини, хімія»
Федус Уляни Віталіївни

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:
кандидат педагогічних наук, доцент
Москалюк Наталія Володимирівна

РЕЦЕНЗЕНТ:
кандидат педагогічних наук, доцент
Винничук Олег Теофілович
Тернопільський національний
педагогічний університет
імені В. Гнатюка

Робота захищена з оцінкою:
Національна шкала _____
Кількість балів: ___ Оцінка: ECTS ___

АНОТАЦІЯ

Федус У.В. Використання інструментів штучного інтелекту в процесі вивчення біології і екології (10 клас) / Федус Уляна Віталіївна; ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, хіміко-біологічний факультет, кафедра ботаніки та зоології; наук. керівник Москалюк Н.В. – Тернопіль, 2025. 92 с.

Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню використання інструментів штучного інтелекту в процесі вивчення біології та екології учнями 10 класу. У роботі обґрунтовано доцільність упровадження інструментів штучного інтелекту з метою підвищення ефективності формування біологічних і екологічних понять, розвитку пізнавальної активності та екологічної свідомості учнів.

Проаналізовано можливості застосування цифрових інструментів штучного інтелекту в освітньому процесі та визначено їх дидактичний потенціал у навчанні біології й екології. Розроблено методика використання інструментів штучного інтелекту на уроках біології та екології в 10 класі. Визначено педагогічні умови ефективного використання інструментів штучного інтелекту в освітньому процесі. Окреслено перспективи їх упровадження в практику закладів загальної середньої освіти.

Ключові слова: штучний інтелект, біологія, екологія, цифрові інструменти, методика.

ABSTRACT

Fedus U.V. The Use of Artificial Intelligence Tools in the Study of Biology and Ecology (10th Grade) / Fedus Uliana Vitaliivna; Ternopil V. Hnatiuk National Pedagogical University, Faculty of Chemistry and Biology, Department of Botany and Zoology; supervisor of scientific work: N.V. Moskalyuk, – Ternopil, 2025. – 92 p.

The master's thesis examines the use of artificial intelligence tools in teaching biology and ecology to Grade 10 students. The study substantiates the relevance of integrating AI tools to improve the formation of biological and ecological concepts, enhance students' cognitive activity, and foster environmental awareness.

The possibilities of applying artificial intelligence-based digital tools in the educational process are analyzed, and their didactic potential in biology and ecology education is determined. A methodology for using AI tools in biology and ecology lessons in Grade 10 is developed. The pedagogical conditions for effective use of artificial intelligence tools in education are identified. Prospects for their implementation in general secondary education institutions are outlined.

Key words: artificial intelligence, biology, ecology, digital tools, methodology.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ІНТЕГРАЦІЇ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС	8
1.1. Аналіз наукової літератури з теми дослідження	8
1.2. Сутність і можливості штучного інтелекту в освітньому середовищі ..	18
1.3. Принципи та підходи до інтеграції ШІ в шкільний курс.....	26
РОЗДІЛ 2. ПРАКТИКА ВПРОВАДЖЕННЯ ІНСТРУМЕНТІВ ШІ В ОСВІТУ	42
2.1. Огляд інструментів і платформ, що базуються на штучному інтелекті (ШІ)	42
2.2. Умови ефективного використання ШІ в навчальному процесі	46
2.3. Методичні прийоми використання ШІ-інструментів для візуалізації складних біологічних процесів та екологічних систем	49
2.4. Розробка завдань та інтерактивних вправ з використанням ШІ для формування практичних навичок	55
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ШІ У ВИКЛАДАННІ БІОЛОГІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ	58
3.1. Організація та етапи педагогічного експерименту	58
3.2. Аналіз результатів та педагогічні висновки	62
3.3. Пропозиції щодо підготовки вчителя до роботи з інструментами ШІ .	67
ВИСНОВКИ	72
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	74
ДОДАТКИ

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасний розвиток освіти визначається інтенсивними процесами цифрової трансформації, що охоплюють усі рівні та форми навчання. Одним із ключових напрямів цих змін є впровадження технологій штучного інтелекту, які поступово стають інструментами підвищення ефективності навчального процесу. Біологія та екологія, як науки, що активно розвиваються та містять значний обсяг інформації, потребують сучасних дидактичних рішень, здатних забезпечити гнучкість, індивідуалізацію та високу якість засвоєння знань. Використання інструментів ШІ створює можливості для модернізації традиційних підходів до викладання, зокрема шляхом адаптації навчального матеріалу до рівня підготовки учнів, організації персоналізованого супроводу, візуалізації складних біологічних процесів і підтримки дослідницької діяльності школярів.

У контексті реалізації концепції Нової української школи, що орієнтується на компетентнісний підхід, формування цифрової грамотності та інтеграцію сучасних технологій у навчальне середовище, питання застосування ШІ у викладанні природничих дисциплін набуває особливої актуальності. Незважаючи на зростання інтересу до цифрових інструментів у педагогічній практиці, в Україні все ще бракує систематизованих методичних рекомендацій і практичних розробок щодо ефективного використання ШІ саме в навчанні біології та екології учнів 10 класу. Це зумовлює потребу в комплексному дослідженні можливостей та умов інтеграції ШІ в освітній процес, а також в оцінюванні його впливу на якість навчальних результатів.

Упродовж останніх років проблема впровадження ШІ в освіту активно досліджується вітчизняними й зарубіжними науковцями. Зростає кількість публікацій, присвячених характеристиці інтелектуальних систем, їхньому функціональному потенціалу та педагогічним умовам застосування. Українські вчені (О. Панухник, Н. Морзе, Д. Соменко, О. Кармаза та ін.) акцентують увагу на можливостях ШІ у персоналізації навчання, автоматизації оцінювання, побудові індивідуальних освітніх траєкторій та формуванні цифрової компетентності.

Науковці наголошують на ролі інтелектуальних платформ у підвищенні мотивації учнів і розвитку їхніх пізнавальних здібностей.

У педагогічній та методичній літературі висвітлюються як загальні теоретичні основи впровадження ШІ (С. Петько, І. Воротникова, О. Спірін), так і прикладні аспекти його застосування у викладанні природничих дисциплін, зокрема біології (В. Коваленко, О. Гриб'юк, С. Скрипник). Зарубіжні дослідження (Li N., Akhtar N., Mercan G., Huang Y.) доповнюють наукову базу аналізом сучасних інтелектуальних рішень у біологічній освіті, включаючи симуляційні моделі, віртуальні лабораторії, чат-боти та системи прогнозування навчальних результатів. Водночас огляд джерел засвідчує, що проблема інтеграції ШІ у навчання біології та екології старшої школи в українському освітньому просторі залишається недостатньо дослідженою, що робить тему даної роботи актуальною та науково значущою.

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

Предмет дослідження – педагогічні умови та особливості використання інструментів штучного інтелекту в навчанні біології та екології учнів 10 класу.

Мета роботи – теоретично обґрунтувати й експериментально перевірити ефективність використання інструментів штучного інтелекту в освітньому процесі з біології та екології у 10 класі, визначивши їхній вплив на якість навчання та формування цифрової компетентності учнів.

Для досягнення мети поставлено такі **завдання**:

- проаналізувати наукову літературу з проблеми впровадження штучного інтелекту в освіту та визначити його потенціал у природничих дисциплінах;
- обґрунтувати теоретичні засади інтеграції інструментів ШІ у навчання біології та екології в старшій школі;
- дослідити український і зарубіжний досвід використання ШІ в середній освіті та визначити можливості його адаптації до навчального процесу 10 класу;
- розробити, впровадити та оцінити ефективність методичних рішень із використанням інструментів ШІ на уроках біології та екології.

Для досягнення поставленої мети та розв'язання завдань нами було використано такі **методи дослідження**:

- теоретичні: аналіз державних документів про освіту, програм підготовки фахівців з біології в системі вищої школи, філософської, психолого-педагогічної, методичної літератури; узагальнення та систематизація теоретичних положень у педагогіці з метою з'ясування стану та розроблення досліджуваної проблеми; прогнозування й систематизація процесу навчання школярів;
- емпіричні: узагальнення педагогічного досвіду, спостереження; бесіди, анкетування для з'ясування стану реалізації проблеми у практиці роботи школи; педагогічний експеримент (констатувальний, формувальний, контрольний), що забезпечив перевірку ефективності розробленої методики;
- статистичні: методи математичної обробки для кількісного та якісного аналізу і встановлення достовірності результатів дослідження.

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробленні теоретично обґрунтованих та методично вивірених підходів до інтеграції інструментів штучного інтелекту в навчання біології та екології у 10 класі. Результати роботи можуть бути використані для підвищення ефективності освітнього процесу шляхом активізації пізнавальної діяльності учнів, формування в них умінь працювати з сучасними цифровими технологіями та вдосконалення практичної складової навчання. Запропоновані методичні рекомендації сприятимуть оновленню змісту навчання, удосконаленню дидактичних практик і підвищенню професійної компетентності педагогів в умовах цифрової трансформації освіти.

Апробація результатів та публікації. Наукове дослідження було опубліковане у двох публікаціях:

1. Федус В., Москалюк Н. Вплив штучного інтелекту на розвиток професійних компетентностей майбутніх учителів біології *Шлях в науку: перші кроки* : матер. III всеукр. конф. (Тернопіль, 9 квіт. 2025 р.). Тернопіль : ФОП Осадца Ю. В., 2025. С. 208–210.

2. Мостецька О., Федус У., Москалюк Н. Віртуальна лабораторія Biodigital Human як засіб підвищення ефективності вивчення матеріалу у шкільному курсі з біології. *Litteris et Artibus: Нові горизонти* : матер. всеукр. наук.-практ. конф. / за заг. ред. О. В. Тригуби. Кременець : ВЦ КОГПА ім. Тараса Шевченка, 2025. С. 163 – 166.

Структура роботи: робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел (60) з них 24 іноземною мовою та додатків. Загальний обсяг роботи – 92 сторінок, з них основного тексту – 71 сторінок. Робота містить 12 рисунків і 3 таблиці.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ІНТЕГРАЦІЇ ІІІ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС

1.1. Аналіз наукової літератури з теми дослідження

Сучасна освіта перебуває на етапі масштабної цифрової трансформації, що передбачає не лише інтеграцію інформаційно-комунікаційних технологій, а й активне впровадження інструментів штучного інтелекту. Дослідження останніх років відображають зростання уваги до інтеграції ІІІ в освітню практику, що обумовлено прагненням підвищити ефективність навчального процесу, створити умови для індивідуалізованого підходу, забезпечити адаптивність змісту навчання та формування цифрової компетентності здобувачів освіти [26; 30; 13; 27].

У педагогічній літературі відсутнє уніфіковане визначення поняття «штучний інтелект», однак здебільшого його розглядають як систему алгоритмів, здатну імітувати когнітивні функції людини. О. Панухник трактує ІІІ в освіті як інструмент аналізу даних, прогнозування результатів, автоматизації оцінювання та персоналізації навчання [26]. За О. Кармазою, ІІІ у загальній середній освіті також формує «штучно-інтелектуальну грамотність» – розуміння принципів роботи інтелектуальних систем і критичне ставлення до них [14]. Д. Соменко, О. Трифонова та М. Садовий виокремлюють переваги ІІІ: адаптивне навчання, підвищення мотивації та поліпшення дидактичного супроводу завдяки аналітичним інструментам [30]. Подібну думку висловлюють і С.Петько, підкреслюючи, що інтелектуальні платформи змінюють не лише структуру уроку, а й саму парадигму педагогічної взаємодії [27].

У міжнародних дослідженнях штучний інтелект дедалі частіше розглядають як компонент «розумної освіти» (smart education), що охоплює аналітику даних, чат-боти, рекомендаційні системи та імєрсивні технології [37; 35; 52]. Ще у 2004 році J. Amorim, A. Mendes і M. Moore відзначали потенціал ІІІ у розширенні пізнавальної активності та моделюванні складних біологічних процесів [31]. Водночас підкреслюється подвійна природа ІІІ: він може як підвищувати якість освіти, так і створювати етичні, соціальні та правові ризики [31; 34; 56].

Сучасні підходи до інтеграції ІІІ у шкільну освіту зосереджуються на чотирьох ключових напрямках. Перший – автоматизація оцінювання: Г. Денес аналізує британські системи прогнозування результатів екзаменів на основі машинного навчання, які підвищують об'єктивність оцінювання [41]. Другий – адаптивне персоналізоване навчання: у Кореї такі платформи використовуються для диференціації завдань у курсах технологічної освіти [54], аналогічні рішення впроваджуються в ЄС у межах програм з формування ІІІ-грамотності [39].

Третій напрям – застосування інтелектуальних симуляцій для розвитку прикладних компетентностей. Y. Huang, L. Ling і Y. Liu показали ефективність класифікації грибів у курсі біології за допомогою алгоритмів розпізнавання зображень [45]; N. Li та колеги досліджували ChatGPT як засіб формування критичного мислення в екологічній освіті [48]. Четвертий – створення імерсивних середовищ на базі ІІІ для моделювання екологічних систем: S.P. Huang описує інтерактивні платформи, що сприяють розвитку екологічної обізнаності через адаптивні сценарії навчання [44].

У вітчизняному науковому дискурсі дослідження ІІІ здебільшого зосереджуються на його впровадженні в загальну середню освіту України. Н. Волянюк та О. Бараніченко відзначають низький рівень системної інтеграції ІІІ, що зумовлено браком методичної бази, недостатнім фінансуванням і фаховою підготовки педагогів [5]. Особливу увагу приділяють інтеграції ІІІ у навчання природничих дисциплін. І.П. Воротникова стверджує, що інтелектуальні платформи в підготовці вчителів біології розвивають цифрову компетентність і нове педагогічне мислення [6]. Подібні висновки робить і О. Гриб'юк, яка обґрунтовує проєктування комп'ютерно орієнтованих моделей дослідницького навчання [11].

Сучасні дослідження зосереджують увагу на перевагах і ризиках використання штучного інтелекту в загальній середній освіті. Переваги переважно пов'язані з індивідуалізацією навчання. Зокрема, Д. Соменко, О. Трифонова та М. Садовий відзначають можливість створення персоналізованих освітніх траєкторій, автоматизацію рутинних завдань, моніторинг прогресу та

формування аналітичних звітів [30]. До переваг належать також точне оцінювання і зворотний зв'язок. G. Denes доводить, що прогнозування результатів з використанням машинного навчання підвищує об'єктивність оцінювання [41]. S. Huang показує, що застосування ІІІ сприяє екологічній свідомості та компетентності учнів [44]. Втім, література окреслює і ризики. Зокрема, автоматизовані рекомендації можуть спростити зміст і знизити рівень критичного мислення [27; 31]. І. Гайдамака звертає увагу на етичні ризики: проблеми конфіденційності, інформаційної маніпуляції та залежності від алгоритмів [7].

За результатами дослідження М. Isidori, Н. Muccini та С. Evangelista, більшість педагогів у країнах ЄС не відчують себе готовими до роботи з генеративними ІІІ-технологіями, що гальмує їх ефективне впровадження [46]. До технічних та організаційних ризиків належать: слабка інфраструктура, дефіцит фінансування, труднощі інтеграції ІІІ у навчальні плани, відсутність методичних матеріалів і ризик цифрової нерівності [32; 49; 50].

Міжнародний досвід свідчить про широку варіативність підходів до впровадження ІІІ в освіту. У країнах-лідерах цифровізації (США, Велика Британія, Канада, Китай, Південна Корея, ЄС) діють національні стратегії інтеграції ІІІ, що поєднують розвиток цифрової грамотності та інституційну підтримку. Зокрема, F. Bellas та ін. описують модель курсу «AI Curriculum» у ЄС, який охоплює функціонування ІІІ-систем, етичні аспекти та практичне застосування [39].

У Південній Кореї, за даними W. Park і Н. Kwon, реалізуються обов'язкові ІІІ-курси в межах шкільної технологічної освіти, що охоплюють машинне навчання, нейронні мережі й моделювання інтелектуальних агентів [54]. У Німеччині створено AIEDN – навчального асистента, який автоматизує завдання, діагностику знань і надає індивідуальні рекомендації. Результати експерименту підтвердили підвищення успішності учнів, однак виявили потребу в етичному регулюванні [47].

У Китаї пріоритет надано адаптивним платформам для шкільної освіти за принципом «навчання без меж», хоча проблеми нерівного доступу та кадрового

забезпечення залишаються актуальними [50]. Окремі дослідження – як-от робота N.S.M. Al-Muqbil – висвітлюють використання ШІ у викладанні біології, де впровадження ШІ-технологій сприяє розвитку сталого мислення та підвищенню педагогічних і екологічних компетентностей [35].

Ефективна інтеграція штучного інтелекту в освіту залежить від якісної підготовки педагогічних кадрів, що включає не лише технічні навички, а й розуміння етичних, психолого-педагогічних та правових аспектів. Н. Морзе, М. Бойко, О. Струтинська та Є. Смирнова-Трибульська вважають, що підготовка вчителів має ґрунтуватися на розвитку цифрових компетентностей, включаючи здатність оцінювати ризики і переваги ШІ, інтегрувати його в навчальні програми та покращувати якість освіти [24].

У міжнародному контексті підготовка педагогів визнана пріоритетом. У країнах ЄС впроваджено обов'язкові курси цифрової й ШІ-грамотності для вчителів [46]. Проте, як зазначають М. Isidori, Н. Muccini та С. Evangelista, педагоги часто мають обмежене розуміння логіки роботи ШІ, що ускладнює інтеграцію таких інструментів у навчання [46]. Одним із ключових напрямів є створення післядипломних програм. А. Androshchuk і О. Maluga описують досвід українських університетів щодо розробки курсів підвищення кваліфікації з використання інтелектуальних платформ та адаптивного навчання [37].

Аналіз літератури свідчить про наявність широкого спектра інструментів на базі штучного інтелекту, придатних для використання у шкільній освіті. Їх класифікують за функціональним призначенням, рівнем автоматизації, сферою застосування та особливостями інтеграції. Першу групу становлять адаптивні платформи, що автоматично коригують зміст і складність завдань відповідно до рівня знань учня. J. Cooke та ін. підкреслюють їхню ефективність у персоналізованому викладанні біології й екології через динамічний підбір прикладів і візуалізацій [40]. У Китаї та США ці системи вже інтегровані з електронними щоденниками [50].

Друга група – інтелектуальні навчальні асистенти. Наприклад, система AIEDN, описана V. Kretzschmar та колегами, автоматизує оцінювання та надає

рекомендації учням [47]. В Україні поширені хмарні сервіси для автоматичного створення завдань і тестів на основі аналітики результатів [26; 27].

До третьої групи належать симуляційні платформи й цифрові тренажери, які моделюють біологічні та екологічні процеси. Y. Huang та ін. описують платформу з класифікації грибів, яка використовує алгоритми комп'ютерного зору та машинного навчання для розвитку практичних компетентностей [45].

Четверту групу становлять чат-боти та системи природномовної взаємодії. За даними K. Skor і M. Frania, учні активно використовують ChatGPT для пояснень і прикладів у біології, хоча автори застерігають щодо потенційної залежності від автоматизованих відповідей [55].

У дослідженнях біологічної освіти, зокрема в роботах G. Mercan і P.S.Z.V. Selçuk, розглядаються комплексні платформи, які поєднують імерсивне навчання, симуляції, візуалізації та моніторинг успішності, формуючи індивідуалізоване освітнє середовище [52]. В Україні, як зазначає О. Гриб'юк, впроваджуються моделі комп'ютерно орієнтованих методичних систем із використанням ШІ, особливо в природничо-математичній галузі [11], що сприяє розвитку дослідницьких компетентностей і міжпредметних зв'язків [17; 43].

Впровадження ШІ у навчання біології та екології відкриває можливості для нових методичних підходів, зокрема інтеграції проєктних, дослідницьких і особистісно орієнтованих технологій. Н. Баюрко підкреслює ефективність інтелектуальних карт у розвитку критичного мислення й систематизації знань у старшій школі [4].

Симуляційні платформи з інтеграцією ШІ також довели свою ефективність. N.S.M. Al-Muqbil виявив позитивний вплив ШІ-програм на екологічну обізнаність і критичне мислення вчителів біології [35]. Подібно, Y. Huang, L. Ling і Y. Liu продемонстрували успішність навчального проєкту з класифікації грибів за допомогою машинного навчання [45].

Отже, аналіз наукової літератури засвідчив, що інтеграція інструментів штучного інтелекту в освітній процес є комплексним багатовимірним явищем, що поєднує технологічні, педагогічні, етичні та організаційні аспекти. Проведене

систематичне вивчення джерел дозволяє констатувати наявність чітко виражених тенденцій у сучасному дискурсі: по-перше, зростаючу увагу дослідників до питань персоналізованого навчання та адаптивних платформ; по-друге, посилення інтересу до імерсивних технологій і симуляцій для формування дослідницьких компетентностей учнів; по-третє, розширення практик аналітики даних та прогнозування результатів навчання. У сукупності результати літературного аналізу свідчать про необхідність подальших досліджень у напрямках розробки методичних моделей використання ШІ в навчанні біології та екології, створення систем професійної підготовки педагогів, а також формування нормативного і етичного підґрунтя впровадження інноваційних технологій у середню освіту.

Інтеграція технологій штучного інтелекту (ШІ) у загальну середню освіту є глобальною тенденцією, яка визначає вектор розвитку сучасних педагогічних систем. За останнє десятиліття країни з високим рівнем цифрової трансформації освіти активно впроваджують ШІ у шкільну практику, що зумовлено потребою персоналізації навчання, оптимізації оцінювання та підвищення ефективності управлінських процесів у закладах освіти [53; 54; 39]. При цьому ШІ розглядається не лише як інструмент автоматизації рутинних завдань, а й як потужний засіб розвитку критичного мислення, креативності та дослідницьких навичок учнів.

У зарубіжних країнах, зокрема в Південній Кореї, Німеччині, Великій Британії та Китаї, інтеграція ШІ здійснюється на основі національних стратегій цифровізації освіти, які передбачають створення адаптивних освітніх платформ, використання інтелектуальних репетиторів та чат-ботів, а також залучення генеративних моделей до навчання STEM-дисциплін [54; 47; 50].

В Україні, попри об'єктивні виклики, пов'язані з обмеженим фінансуванням та наслідками війни, відбувається поступове впровадження ШІ у середню школу, зокрема через використання інтерактивних симуляцій, автоматизованих тестових систем та інструментів для створення навчального контенту [5; 33; 15]. Водночас наявний досвід свідчить про потребу у розробленні комплексної державної

стратегії впровадження ШІ в освіту, яка б враховувала як зарубіжні напрацювання, так і специфіку українського контексту [26; 31].

Інтеграція технологій штучного інтелекту (ШІ) у загальну середню освіту в зарубіжних країнах відбувається на основі цілісних державних стратегій, спрямованих на цифрову трансформацію навчального процесу, розвиток нових форм і методів навчання, а також підвищення рівня цифрової компетентності вчителів і учнів [53].

Важливим прикладом є Південна Корея, де реалізується національна програма «AI Education Roadmap», спрямована на інтеграцію елементів машинного навчання, обробки природної мови та робототехніки у навчальні плани середньої школи. Особлива увага приділяється підготовці вчителів через спеціальні тренінги та курси підвищення кваліфікації, що дозволяє забезпечити належний рівень педагогічної підтримки в умовах цифрової трансформації [54].

У Німеччині проєкт «AI@School» поєднує створення адаптивних освітніх платформ із практичним навчанням, що відбувається у співпраці з університетами та науково-дослідними установами. Такі платформи підлаштовують зміст навчання до рівня та потреб конкретного учня, що підвищує індивідуалізацію освітнього процесу [47].

Великобританія та США впроваджують ШІ на основі національних стандартів AI literacy, які охоплюють знання про алгоритми, етику використання ШІ та навички критичного аналізу цифрового контенту [53; 39]. У цих країнах широко використовуються інтелектуальні навчальні системи, чат-боти для підтримки учнів, а також адаптивні тести, які автоматично оцінюють прогрес і надають рекомендації для подальшого навчання.

Китайська модель впровадження ШІ у шкільну освіту характеризується масштабністю та інфраструктурною підтримкою, особливо у віддалених регіонах із низьким рівнем доступу до якісної освіти. Тут ШІ застосовується для створення віртуальних лабораторій, імітаційних моделей та автоматичного аналізу великих освітніх даних, що дозволяє зменшити освітню нерівність [50].

Щодо педагогічних моделей використання ШІ, у зарубіжній практиці виділяються три провідні напрями. По-перше, це персоналізоване навчання на базі адаптивних платформ, які, використовуючи алгоритми машинного навчання, коригують темп, складність та форму подання матеріалу під конкретного учня [35; 38]. По-друге, інтелектуальні репетитори та чат-боти, які можуть здійснювати як автоматизоване пояснення нового матеріалу, так і підтримку учня у виконанні завдань у режимі реального часу [28; 39]. По-третє, впровадження генеративного ШІ для організації проєктної та дослідницької діяльності, зокрема у створенні навчальних кейсів, симуляцій та креативних завдань [34; 56].

Окремий сегмент міжнародного досвіду стосується предметного навчання, де ШІ виступає потужним інструментом вивчення природничих дисциплін. У сфері біології та екології він застосовується для автоматичного аналізу зображень мікроскопічних об'єктів, моделювання екологічних процесів і проведення віртуальних лабораторних експериментів [48; 52; 44]. Разом із тим, зарубіжна практика впровадження ШІ у школах стикається з низкою викликів. Серед них – етичні аспекти (захист персональних даних, уникнення алгоритмічної упередженості), нерівний доступ до технологій (особливо у малорозвинених регіонах), а також потреба у системній підготовці вчителів до роботи з інтелектуальними системами [7; 46]. Важливим є і психологічний чинник – готовність педагогів і учнів приймати нові технології та адаптуватися до зміни ролі вчителя у навчальному процесі [55].

В Україні інтеграція технологій штучного інтелекту у загальну середню освіту перебуває на етапі поступового формування нормативної та методичної бази, що поєднує елементи міжнародного досвіду та специфічні потреби національної системи освіти. На державному рівні окремі аспекти впровадження ШІ враховані у рамках цифрової стратегії розвитку освіти, що передбачає підтримку інноваційних методів навчання та створення електронних ресурсів для вчителів. Дослідники підкреслюють, що ефективне впровадження технологій можливе лише за умови підвищення цифрової компетентності вчителів, що охоплює як технічні, так і методичні навички [24; 15; 6].

В українських школах ШІ використовується переважно у двох форматах: як допоміжний інструмент для створення навчальних матеріалів та як основа для адаптивних освітніх платформ. Наприклад, досвід впровадження інтерактивних симуляцій та інтелектуальних тренажерів у вивченні природничих дисциплін демонструє потенціал підвищення зацікавленості учнів та розвитку їхніх дослідницьких навичок [17; 11].

Особливої уваги заслуговують проекти, спрямовані на застосування ШІ в умовах дистанційного та змішаного навчання, коли вчителі використовують генеративні системи для створення візуалізацій, тестових завдань, інтерактивних вправ та аналізу успішності учнів [27; 37]. Попри позитивні тенденції, українська практика стикається з низкою обмежень: недостатньою технічною осначеністю багатьох шкіл, нерівномірністю підготовки педагогів, відсутністю комплексної нормативної бази, що регламентує використання ШІ в освіті, та недостатнім рівнем цифрової грамотності учнів [7]. Крім того, етичні аспекти – зокрема, захист персональних даних та уникнення упередженості алгоритмів – потребують окремого врегулювання [46].

Порівняння зарубіжного та українського досвіду впровадження штучного інтелекту в загальній середній освіті дозволяє виокремити низку спільних тенденцій. По-перше, у всіх розглянутих країнах – як високорозвинених, так і тих, що перебувають на етапі становлення цифрової інфраструктури, – акцент робиться на персоналізації навчання та створенні адаптивних освітніх платформ [53; 54; 39]. По-друге, інтеграція ШІ супроводжується підвищенням цифрової компетентності педагогів, розвитком навичок роботи з інтелектуальними системами та впровадженням міждисциплінарних підходів у навчанні [24; 15; 6].

Водночас існують суттєві відмінності у темпах та масштабах впровадження. Розвинені країни (США, Великобританія, Німеччина, Південна Корея, Китай) впроваджують ШІ в освіту в межах довгострокових національних стратегій, що передбачають значні інвестиції, централізовану координацію та масштабні пілотні проекти [54; 47; 50]. Україна ж діє переважно на рівні окремих ініціатив і локальних проектів, що зумовлено обмеженими ресурсами, наслідками воєнного

стану та відсутністю цілісної державної програми. Це впливає як на швидкість інтеграції технологій, так і на їхню доступність для різних регіонів [5; 32; 31].

Потенційні напрями розвитку для України передбачають розроблення комплексної національної стратегії впровадження ШІ у шкільну освіту з урахуванням найкращих світових практик, модернізацію цифрової інфраструктури, створення навчальних програм з AI literacy для учнів та педагогів, а також розширення співпраці з міжнародними освітніми організаціями. Важливим завданням є адаптація успішних моделей зарубіжних країн до українських умов з акцентом на інклюзивність, відкритість та безпечне використання ШІ.

Отже, аналіз зарубіжного та вітчизняного досвіду впровадження штучного інтелекту в загальній середній освіті дозволяє виокремити як сильні, так і слабкі сторони кожної моделі. Серед переваг зарубіжних підходів – системність і масштабність впровадження, наявність національних стратегій, чітке фінансування та координація з боку держави. Такі моделі забезпечують швидку інтеграцію інновацій у шкільну практику, високий рівень підготовки педагогів та доступність технологій для більшості учнів. Вітчизняна модель, попри обмежені ресурси, демонструє гнучкість та здатність до адаптації в умовах кризових ситуацій, зокрема під час воєнного стану. Локальні ініціативи, орієнтовані на конкретні потреби шкіл та учнів, дозволяють впроваджувати інноваційні рішення навіть за відсутності централізованої програми.

Перспективи розвитку ШІ в українській шкільній освіті пов'язані з поєднанням найкращих світових практик із національними реаліями: розробленням довгострокової стратегії, підвищенням цифрової компетентності вчителів, модернізацією інфраструктури та впровадженням інклюзивних технологічних рішень, що забезпечать доступність і безпечність використання ШІ для всіх учасників освітнього процесу.

1.2. Сутність і можливості штучного інтелекту в освітньому середовищі

Останнє десятиліття ознаменоване стрімким зростанням можливостей інтелектуальних технологій в освіті, що зумовлює потребу в глибокому вивченні їхньої природи, функцій та методологічних основ впровадження. О. Панухник визначає штучний інтелект як сукупність алгоритмічних рішень, здатних імітувати когнітивні функції, навчатися, прогнозувати та приймати рішення [26]. Д. Соменко, О. Трифонова і М. Садовий доповнюють цю позицію, вказуючи на здатність ШІ аналізувати великі дані, формувати індивідуальні траєкторії навчання та створювати адаптивні освітні середовища [30].

Актуальність вивчення ШІ пов'язана не лише з технічними можливостями, а й із трансформацією освітньої парадигми. За словами О. Кармази, впровадження ШІ змінює систему освіти в бік відкритої, гнучкої та персоналізованої моделі [14]. Водночас науковці застерігають, що ШІ не є універсальним вирішенням усіх педагогічних проблем, оскільки його застосування супроводжується етичними, правовими, соціальними та методичними викликами [27; 7].

У педагогіці ШІ трактують як програмно-апаратний комплекс, що виконує інтелектуальні функції – аналіз, розпізнавання закономірностей, навчання й прийняття рішень [26; 30; 14]. Панухник акцентує на автоматизації пізнавальної діяльності та можливості формування індивідуалізованих освітніх сценаріїв [26]. О. Кармаза розглядає ШІ як інноваційне освітнє середовище, що розвиває критичне мислення, цифрову грамотність і самостійність учнів [14].

У міжнародній літературі штучний інтелект в освіті тісно пов'язаний із концепцією «розумної освіти» (smart education). За D.T.K. Ng, J. Su, J.K.L. Leung та S.K.W. Chu, ШІ є основою гнучких, адаптивних, інтерактивних навчальних екосистем, які поєднують аналітику даних, віртуальних помічників та автоматизовані консультації [53].

У сучасній педагогічній літературі виділяють кілька груп ШІ-технологій, що змінюють освітній процес. Перша – адаптивні освітні системи на основі машинного навчання, які коригують зміст і складність матеріалу залежно від

прогресу учня. G. Denes засвідчує ефективність таких рішень у британських школах [38], а V. Kretzschmar та ін. описують персоналізацію навчання завдяки AIEDN у Німеччині [47].

Друга група – чат-боти та віртуальні помічники, що підтримують комунікацію та надають індивідуальні консультації. Вони є ключовими інструментами в умовах дистанційного навчання [53]. K. Skor і M. Frania зазначають, що GPT-чати можуть підвищити впевненість учнів, хоча існує ризик надмірної залежності [55].

Третя – системи автоматичного оцінювання й прогнозування результатів. I.P. Kos наголошує, що аналітика великих даних дозволяє виявляти навчальні прогалини та формувати адресні педагогічні рекомендації [17]. G. Denes підтверджує високу точність таких систем за належного налаштування моделей [41].

Четверта група – імерсивні середовища й симуляції з елементами доповненої реальності. G. Mercan і P.S.Z.V. Selçuk описують симуляції у викладанні біології, які моделюють складні екосистеми [52]. I. Kos підкреслює важливість візуалізації для розуміння абстрактних понять [17].

Штучний інтелект має значний потенціал трансформації освітнього середовища, зокрема через індивіалізацію навчання, підвищення якості знань і розвиток цифрової компетентності. Однією з основних переваг є персоналізація освітнього процесу. O. Кармаза відзначає, що адаптивні системи ШІ дозволяють підлаштовувати темп, рівень складності та типи завдань під потреби кожного учня [14]. Аналогічно, F. Bellas та ін. доводять ефективність персоналізованих інструментів у задоволенні індивідуальних пізнавальних потреб учнів [39].

Особливе значення ШІ має для інклюзивної освіти. За спостереженнями M. Isidori, H. Muccini та C. Evangelista, використання адаптивних помічників і чат-ботів знижує бар'єри сприйняття та забезпечує доступність контенту у різних форматах – текстовому, аудіо та візуальному [46]. Потужний мотиваційний потенціал ШІ демонструють імерсивні симуляції. G. Mercan і P.S.Z.V. Selçuk підкреслюють, що віртуальні навчальні середовища сприяють глибшому

зануренню в тему та підвищують інтерес до складних дисциплін [52]. Н. Морзе, М. Бойко, О. Струтинська й Є. Смирнова-Трибульська зазначають, що робота з інтелектуальними системами стимулює навички аналізу, оцінки достовірності інформації та обробки великих обсягів даних [24].

Сучасні інструменти штучного інтелекту використовуються не лише в організації навчання, а й в управлінні освітніми процесами – від класного рівня до масштабу закладу освіти. Однією з ключових функцій ШІ є аналітика даних, яка дає змогу обробляти великі обсяги інформації про успішність, відвідуваність і темпи засвоєння матеріалу. О. Спірін і М. Шишкіна підкреслюють, що автоматизовані аналітичні системи на основі ШІ забезпечують прийняття педагогічних і управлінських рішень на основі об'єктивних даних [31].

За Н. Морзе та ін., автоматизовані системи аналітики істотно підвищують якість управління освітніми програмами, особливо в умовах масового дистанційного навчання [24; 53]. Інструменти управлінської аналітики в закордонних практиках часто інтегруються у комплексні цифрові платформи – електронні журнали, системи розподілу ресурсів, комунікаційні модулі та механізми оцінювання [46].

Інтеграція штучного інтелекту в навчання біології та екології є одним із пріоритетних напрямів сучасної природничої освіти. ШІ у цій галузі розглядають як засіб моделювання природних процесів, розвитку дослідницьких навичок і формування критичного мислення. N.S.M. Al-Muqbil підтверджує, що ШІ сприяє розвитку сталого мислення й екологічної свідомості у вчителів і учнів [35].

G. Mercan та P.S.Z.V. Selçuk описують комплексні платформи, які поєднують симуляції, адаптивне навчання та автоматизоване оцінювання, створюючи середовище для формування дослідницьких компетентностей [52]. У контексті екології N. Li та співавтори демонструють можливості використання ChatGPT для побудови навчальних сценаріїв із застосуванням прогностичних моделей [48]. N. Akhtar, R. Matloob і R. Nawaz відзначають ефективність інтелектуальних тренажерів у засвоєнні складного біологічного матеріалу через багаторазове моделювання [34].

Згідно з оглядом I. Aripin та ін., ключові напрями застосування ШІ в природничій освіті включають: автоматизовану класифікацію об'єктів, моделювання екосистем, адаптивне навчання й віртуальні лабораторії [38].

Аналіз сучасної наукової літератури підтверджує доцільність і перспективність впровадження штучного інтелекту в навчальний процес та систему управління освітою. Серед ключових переваг – можливість персоналізації та гнучкості навчання. О. Кармаза зазначає, що інтелектуальні системи автоматично адаптують складність, темп і формат подання матеріалу відповідно до індивідуальних потреб учнів [14]. Перевагою є підвищення оперативності та масштабованості навчального процесу. За G. Mercan і P.S.Z.V. Selçuk, автоматизовані системи дозволяють контролювати знання у великих групах з мінімальними витратами часу й ресурсів [52].

ШІ-технології також підтримують інклюзивність. M.V. Isidori, H. Muccini і C. Evangelista підкреслюють, що адаптивні платформи й чат-боти дають змогу враховувати потреби учнів з особливими освітніми потребами, забезпечуючи доступність контенту [46]. F. Bellas із колегами додають, що комплексні платформи з ШІ підтримують безперервне навчання, поєднуючи формальні й неформальні освітні практики, а також розвиток soft skills – комунікації, співпраці й саморегуляції [39].

Одним із найбільш дискусійних аспектів інтеграції штучного інтелекту в освіту є етичні ризики. І. Гайдамака підкреслює, що автоматизовані системи оцінювання і рекомендацій можуть втручатися у приватність здобувачів освіти та спричиняти алгоритмічні упередження [7]. M. Isidori, H. Muccini та C. Evangelista звертають увагу на ризики дезінформації, що зростають із поширенням генеративних ШІ-технологій у школах [46].

Ще одним викликом є стандартизація контенту. За О. Спіріним і М. Шишкіною, уніфіковані сценарії в автоматизованих платформах можуть обмежити педагогічну креативність і знизити різноманітність завдань [31].

Серйозною проблемою є нерівність доступу до технологій. W. Lv, C. Yang і W. Zhang вказують на брак інфраструктури у школах віддалених регіонів Китаю

[50], а Н. Воляннюк відзначає подібні проблеми в Україні [5]. Також існують технічні обмеження: І. Кос звертає увагу на залежність ефективності ІІІ від якості даних [17], а D.T.K. Ng та співавтори наголошують на потребі технічного супроводу при впровадженні інструментів [53].

Ефективне впровадження ІІІ потребує чітких методологічних підходів. Один із них – принцип адаптивності. F. Bellas та ін. вважають, що платформи мають забезпечувати гнучке налаштування контенту, темпу та форми взаємодії відповідно до індивідуальних особливостей учнів [39]. Іншим принципом є дослідницько-орієнтоване навчання. О. Гриб'юк наголошує, що поєднання ІІІ з комп'ютерно орієнтованими методичними системами сприяє формуванню аналітичного мислення й навичок роботи з інформацією [11].

Міжнародна практика включає розробку стандартів АІ-грамотності. D.T.K. Ng та співавтори пропонують курси, що охоплюють основи алгоритмів, машинного навчання та етичні питання [53]. О. Кармаза наголошує на поступовості впровадження: від локальних пілотних рішень до комплексних платформ [14]. M.V. Isidori з колегами вказують, що важливою умовою довіри до ІІІ є прозорість алгоритмів і пояснюваність рішень [46].

Отже, результати теоретичного аналізу свідчать, що штучний інтелект у сучасному освітньому середовищі виступає багатофункціональним інструментом, що трансформує всі рівні організації навчального процесу та системи управління освітою. У педагогічному дискурсі ІІІ розглядається як сукупність технологічних рішень, здатних до самонавчання, адаптації, аналітики великих даних і підтримки прийняття освітніх рішень. Аналіз наукових джерел підтвердив, що впровадження інструментів ІІІ має ґрунтуватися на чітких методологічних засадах, зокрема принципах адаптивності, конструктивізму, поступовості інтеграції, прозорості алгоритмів та розвитку цифрової компетентності. Успішність цього процесу безпосередньо залежить від рівня технічної інфраструктури, етичного супроводу, нормативного регулювання та якості підготовки педагогічних кадрів.

Сучасний етап розвитку педагогіки позначений активним пошуком ефективних моделей інтеграції штучного інтелекту в навчання природничих

дисциплін. G. Mercan і P.S.Z.V. Selçuk зазначають, що впровадження ІІІ у біологію та екологію змінює традиційні підходи до подачі знань, сприяючи створенню цифрових освітніх конструкцій, де учні стають активними учасниками – моделюють процеси, формують контент і критично аналізують результати [52].

Ключовими теоретичними засадами є концепції персоналізації та адаптивності. О. Кармаза підкреслює, що алгоритми машинного навчання дозволяють будувати індивідуалізовані траєкторії засвоєння матеріалу, орієнтовані на інтереси й темп розвитку кожного учня [14].

Теоретичні моделі інтеграції ІІІ базуються на переосмисленні ролей учителя і учня, методів засвоєння знань і принципів побудови навчального середовища. Поширеним є конструктивістський підхід, згідно з яким здобувач освіти виступає суб'єктом, який самостійно вибудовує власну освітню траєкторію. У контексті змішаного навчання, як зазначає О. Кармаза, інтелектуальні платформи поєднують очні заняття, самостійну роботу, онлайн-комунікацію та імерсивні симуляції, формуючи гнучке освітнє середовище з високим рівнем персоналізації [14].

Важливою складовою сучасних теоретичних підходів є концепція імерсивних освітніх середовищ, що поєднують можливості віртуальної й доповненої реальності з інструментами штучного інтелекту. Такі середовища дозволяють візуалізувати процеси, моделювати сценарії та прогнозувати наслідки людської діяльності, що робить навчання практико-орієнтованим.

N.S.M. Al-Muqbil розглядає концепцію стійкого мислення як поєднання екологічної свідомості та здатності застосовувати ІІІ для вирішення завдань сталого розвитку [35]. О. Гриб'юк наголошує, що інтеграція ІІІ у дослідницько-орієнтовані методичні системи створює середовище, де учні самостійно формують гіпотези, обирають інструменти, аналізують експерименти та роблять висновки – що є особливо важливим для міждисциплінарних і емпіричних дисциплін, як-от біологія й екологія [11].

Прикладом інтеграції ІІІ в практичне дослідження є проєкт Y. Huang, L. Ling і Y. Liu, в якому алгоритми машинного навчання використовуються для

класифікації грибів, що дозволяє учням працювати з реальними біологічними даними й розвивати експериментальні навички [45]. N. Akhtar, R. Matloob і R. Nawaz додають, що інтелектуальні тренажери дозволяють багаторазово повторювати експерименти у віртуальному середовищі, сприяючи глибшому засвоєнню та впевненості учнів у власних навичках [34].

Одним із ключових напрямів використання штучного інтелекту в навчанні біології та екології є розвиток адаптивних і персоналізованих стратегій навчання. О. Кармаза зазначає, що інтелектуальні системи мають здатність динамічно підлаштовувати зміст, темп і форму взаємодії під рівень підготовки, інтереси та мотивацію учня [14].

Практичні реалізації цих підходів в українській освіті включають автоматизовану підтримку навчання, інтелектуальні модулі оцінювання, рекомендаційні системи та тренажери. Дослідження N.S.M. Al-Muqbil демонструє ефективність адаптивних платформ у підготовці вчителів біології, які оцінюють сформованість екологічного мислення та пропонують індивідуальні траєкторії професійного зростання – рішення, які можуть бути адаптовані й до старшої школи [35].

Інтелектуальні тренажери, як зазначають N. Akhtar, R. Matloob і R. Nawaz, дають учням змогу працювати у власному темпі, самостійно опрацьовувати теми та отримувати миттєвий зворотний зв'язок [34]. Доповнюють персоналізацію чат-боти та віртуальні помічники: згідно з M.V. Isidori та співавторами, вони знижують стрес і підтримують високий рівень залученості, виконуючи роль посередників між учнем і навчальним середовищем [46]. Окремий елемент персоналізації — інтелектуальні карти знань. Н. Баюрко зазначає, що їх застосування у старшій школі дозволяє структурувати великий обсяг інформації, розвивати логічне мислення й полегшувати виконання проєктних завдань [4]. Загалом, поєднання дослідницького підходу з адаптивними цифровими інструментами, як показують J. Cooke та ін., є важливим чинником формування екологічної грамотності й відповідального ставлення до довкілля [40].

Розвивальне навчання в сучасній педагогіці трактується як система, орієнтована на розвиток інтелектуальних і особистісних якостей учнів, зокрема самостійного мислення, рефлексії та здатності застосовувати знання в нових ситуаціях. Інтеграція штучного інтелекту в цей процес відкриває нові можливості для поєднання цифрових технологій із розвитком критичного мислення й дослідницької активності. G. Mercan і P.S.Z.V. Selçuk зазначають, що впровадження інтелектуальних платформ у курси біології сприяє розвитку вмій аналізувати інформацію, перевіряти джерела та зіставляти дані з різних систем [52].

У межах розвивального навчання все більшу роль відіграють імерсивні технології, що поєднують віртуальну реальність із аналітичними можливостями ШІ. За спостереженнями І.Р. Коса, такі симуляції дозволяють учням працювати у віртуальних лабораторіях, моделювати клітинні процеси, екосистеми та динаміку популяцій, переходячи від репродуктивного засвоєння до активного пізнання [17]. Інтеграція симуляцій у викладання біології та екології дає змогу в реальному часі спостерігати за змінами в біологічних системах, моделювати біохімічні реакції й прогнозувати екологічні сценарії [17; 52]. Наприклад, N. Li та співавтори описують використання ChatGPT для генерації завдань із ландшафтної екології, що розвиває критичне мислення та адаптивність [48].

Інтеграція штучного інтелекту в оцінювання навчальних досягнень у біології та екології спрямована на забезпечення об'єктивності, індивідуалізації та оперативного зворотного зв'язку. G. Denes зазначає, що використання алгоритмів машинного навчання дозволяє прогнозувати результати на основі історичних даних, активності й темпів засвоєння матеріалу [41]. Інтелектуальна платформа AIEDN, описана V. Kretzschmar та ін., надає вчителям змогу в реальному часі фіксувати прогрес учнів, ідентифікувати складні теми та формувати індивідуальні рекомендації [47]. Це особливо ефективно в контексті біології та екології, де важливо своєчасно коригувати розуміння складних процесів.

Згідно з О. Кармазою, поєднання автоматизованих систем і експертного судження вчителя дозволяє підтримувати баланс між технічною об'єктивністю й

педагогічною доцільністю [14]. S.P. Huang вказує, що ШІ дозволяє фіксувати дії учня, вибір параметрів і інтерпретацію результатів, що забезпечує комплексну діагностику [44]. I. Aripin та колеги підкреслюють, що такі системи не лише контролюють знання, а й сприяють розвитку рефлексії та аналітичного мислення [38].

Отже, аналіз теоретичних підходів до використання штучного інтелекту в навчанні біології та екології засвідчує, що ця сфера характеризується високим рівнем міждисциплінарності та значним потенціалом інноваційного розвитку. Сучасні моделі інтеграції ШІ ґрунтуються на конструктивістських засадах, що передбачають активну роль здобувача освіти у створенні знань, а також поєднують дослідницько-орієнтовані й розвивальні стратегії навчання. Теоретичні моделі оцінювання результатів навчання, засновані на алгоритмах штучного інтелекту, дозволяють переходити від репродуктивних форм контролю до систем формувального оцінювання, що сприяє саморефлексії та підвищенню мотивації здобувачів освіти.

1.3. Принципи та підходи до інтеграції ШІ в шкільний курс

Інтеграція штучного інтелекту в освітнє середовище загальної середньої школи є не лише технологічною інновацією, а й складним педагогічним феноменом, що потребує системного теоретичного підґрунтя. Як зазначає О. Кармаза, застосування інтелектуальних технологій має здійснюватися на основі чітко визначених методологічних засад, які регламентують роль цифрових інструментів у досягненні освітніх результатів і формуванні ключових компетентностей [14]. Серед провідних принципів інтеграції ШІ в освіту вирізняється конструктивістська орієнтація. Згідно з позицією Н. Морзе та співавторів, навчальний процес має спиратися на визнання активної ролі здобувача освіти, що вимагає адаптивності, персоналізації та гнучкої організації освітнього середовища [24]. Водночас важливо враховувати етичні ризики

автоматизації педагогічних рішень і потребу в розвитку цифрової компетентності всіх учасників навчального процесу.

Ключовим методологічним орієнтиром є принцип науковості. Це означає, що впровадження ІІІ повинно базуватися на сучасних емпіричних даних, доказовості ефективності інструментів і наявності валідації їхнього впливу. Як наголошує О. Кармаза, кожен цифровий інструмент має проходити наукову апробацію, супроводжуватися розробкою педагогічних методик оцінювання та критичним аналізом впливу на когнітивний і соціально-емоційний розвиток учнів [14].

Наукова валідність включає також відповідність цілей використання ІІІ завданням конкретних освітніх програм. Як доводять G. Mercan і P.S.Z.V. Selçuk, впровадження інтелектуальних технологій має бути змістово обґрунтованим і спрямованим на підсилення, а не підміну навчального контенту [52]. Оцінка впливу ІІІ на формування ключових компетентностей також вимагає наукового підходу.

Принцип педагогічної доцільності та дидактичної цінності передбачає впровадження інструментів ІІІ лише у випадках, коли їх використання обґрунтоване змістом навчання, навчальними цілями та очікуваними результатами. Як зазначають Д. Соменко, О. Трифонова і М. Садовий, формальне або безсистемне застосування ІІІ може знижувати дидактичну ефективність занять, створюючи лише ілюзію засвоєння матеріалу [30].

Додатковим критерієм доцільності є відповідність віковим і психолого-педагогічним особливостям учнів. За спостереженнями Н. Волянчук, здатність учнів до абстрактного мислення, самоорганізації та критичної оцінки інформації є ключовими факторами ефективності використання ІІІ [5]. Надмірне використання цифрових ресурсів, за Н. Морзе та колегами, може призводити до перевантаження та зниження пізнавального інтересу [24].

Принцип адаптивності та персоналізації базується на можливості ІІІ динамічно підлаштовувати освітнє середовище до рівня підготовленості, темпу й стилю навчання учня. В. Коваленко зазначає, що такі системи дозволяють

автоматично добирати завдання, прогнозувати прогалини у знаннях і будувати індивідуальні програми розвитку [15]. R. Matloob і співавтори підкреслюють, що персоналізація сприяє розвитку автономії, відповідальності й внутрішньої мотивації [34]. Водночас, як застерігають M.V. Isidori, H. Muccini та C. Evangelista, надмірне індивідуалізоване навчання без соціального компонента може знижувати комунікативні навички [46].

Принцип поетапності та системності вимагає поступового впровадження ІІІ з урахуванням готовності педагогів і учнів, ресурсного забезпечення та наявності нормативної бази. А. Androshchuk підкреслює необхідність підготовки кадрів, апробації інструментів, супроводу й моніторингу впровадження [37]. І. Воротникова виокремлює три етапи: інформаційно-просвітницький, навчально-експериментальний і системно-інституційний [6]. В. Коваленко вказує на потребу методичного, технологічного й організаційного супроводу [15], а Т. Лукіна – на важливість ресурсного планування та оновлення технічної бази [22].

Принцип етичності й безпеки передбачає захист персональних даних, прозорість алгоритмів і запобігання дискримінації. І. Гайдамака наголошує на необхідності відкритості й добровільності обробки інформації [7]. За О. Спіріним і М. Шишкіною, учасники мають чітко розуміти функціонал систем [31]. M. Isidori та ін. акцентують на важливості психологічної безпеки [46], а D.T.K. Ng із колегами – на мінімізації збору даних і їх шифруванні [53].

Принцип інтегративності полягає в поєднанні ІІІ з традиційними та цифровими засобами навчання. І. Кос зазначає ефективність ІІІ у комбінації з експериментально-дослідницькими методами [17], а О. Топузов і С. Алексєєва – у реалізації міжпредметних зв'язків [32].

Принцип розвитку цифрової компетентності визначає необхідність формування у здобувачів освіти й педагогів здатності ефективно й відповідально користуватися цифровими інструментами. Н. Морзе з колегами вказують на потребу критичного аналізу результатів роботи ІІІ [24], а В. Коваленко – на важливість готовності до адаптації в цифровому середовищі [15].

Принцип гнучкості й варіативності передбачає можливість адаптації інструментів ШІ до змісту предметів, рівня підготовки учнів і технічних можливостей школи. Н. Лубкович і Ю. Дудун наголошують, що варіативність забезпечує відповідність педагогічного інструментарію конкретним цілям [21], а О. Панухник вказує на ефективність як модульних, так і комплексних рішень [26].

Відповідно до окреслених у попередніх підрозділах теоретичних принципів інтеграції штучного інтелекту у шкільну освіту (див. п. 1.3), подальше дослідження було спрямовано на емпіричну перевірку їхньої практичної реалізації у професійній діяльності педагогів. З цією метою проведено педагогічний експеримент, орієнтований на виявлення рівня обізнаності вчителів із технологіями штучного інтелекту, частоти та способів їх використання у викладанні біології та екології, а також визначення труднощів і потреб у методичній підтримці.

Такий підхід дав змогу оцінити не лише потенціал ШІ з позиції педагогічної теорії, а й реальний стан його впровадження в освітню практику.

Окремим етапом дослідження став аналіз підручників із біології для 10 класу. Проведення такого аналізу було необхідним для того, щоб визначити, наскільки сучасні навчальні матеріали відповідають потребам цифрової трансформації освіти, чи інтегрують вони елементи штучного інтелекту або хоча б створюють передумови для формування цифрової та інформаційної компетентностей учнів. Аналіз підручників дозволив оцінити, чи має вчитель достатній інструментарій для впровадження ШІ у навчальний процес, чи ж йому доводиться компенсувати відсутність відповідних методичних матеріалів власними розробками.

Зокремо, було встановлено (табл. 1.1):

- Остапченко Л.І., Балан П.Г., Компанець Т.А., Рушковський С.Р. [61] – підручник має класичну структуру, містить традиційні завдання, але не передбачає інтеграції цифрових технологій чи інструментів ШІ;

- Задорожний К.М. [62] – містить окремі запитання дослідницького характеру, однак також не пропонує жодних завдань, пов'язаних із сучасними цифровими інструментами чи алгоритмами ШІ.

Таблиця 1.1

Аналіз підручників на виявлення завдань дослідницького характеру

№	Запитання для аналізу	Остапченко Л.І., Балан П.Г., Компанець Т.А.	Задорожний К.М.
1.	«Чи містить інтеграцію з онлайн-платформами?»	Ні	Ні
2.	«Чи є QR-коди для додаткових ресурсів?»	Ні	Ні
3.	«Чи є інтерактивні вправи у підручнику?»	Ні	Ні
4.	«Чи є інтеграція з віртуальними лабораторіями?»	Ні	Ні
5.	«Чи є поради щодо використання ШІ для аналізу матеріалу?»	Ні	Ні
6.	«Чи є можливість автоматичної перевірки завдань?»	Ні	Ні
7.	«Чи є завдання для колективної роботи	Ні	Ні

Отже, чинні навчальні посібники не формують цифрової компетентності учнів і не забезпечують можливостей для застосування технологій штучного інтелекту в навчанні, що й зумовило потребу у створенні авторської методики.

З огляду на виявлені недоліки навчально-методичного забезпечення наступним етапом дослідження стало проведення анкетування педагогів, спрямованого на з'ясування того, як учителі нині сприймають і використовують інструменти штучного інтелекту у своїй професійній діяльності. Опитування, реалізоване у форматі онлайн-анкетування «Майбутнє освіти: Як ШІ змінює наше життя і роботу?» (Додаток А), мало на меті дослідити рівень обізнаності вчителів із сучасними цифровими технологіями, частоту й способи їх застосування у викладанні біології та екології, а також виявити основні труднощі та запити щодо методичної підтримки. Отримані відповіді дали змогу оцінити, наскільки реальна

педагогічна практика узгоджується з теоретичними засадами інтеграції ІІІ та які бар'єри перешкоджають активнішому використанню таких технологій.

Усього в опитуванні взяли участь 19 педагогів із різних типів закладів освіти – ліцеїв, гімназій, коледжів та приватних шкіл. Серед респондентів були представники: Збараського ліцею, Стриївського ліцею Збараської міської ради, Киданецької гімназії, ЗОШ І–ІІІ ступенів села Постолівка, Тернопільського навчально-виховного комплексу «Школа-ліцей №6 імені Н. Яремчука», Галицького фахового коледжу імені В'ячеслава Чорновола, Хустської спеціалізованої школи №1 імені А. Волошина, Тернопільського національного педагогічного університету імені В. Гнатюка, а також кількох приватних і державних освітніх установ.

Переважну частину вибірки становили молоді вчителі віком від 20 до 25 років (57,9%), які мають до 5 років педагогічного стажу (68,4%). Також у дослідженні брали участь педагоги з досвідом понад 20 років (15,8%) і середнім стажем від 11 до 20 років (10,5%). Така вибірка дозволила порівняти ставлення до інновацій різних поколінь педагогів – від молодих фахівців до досвідчених учителів, які вже мають сформовану педагогічну систему. Більшість опитаних (понад 70%) працюють у закладах загальної середньої освіти І–ІІІ ступенів, інші – у фахових коледжах або університетах, що забезпечує репрезентативність даних для різних рівнів освітньої системи. Опитування проводилося у жовтні 2024 року в дистанційному форматі за допомогою онлайн-анкети, створеної у Google Forms під назвою «*Майбутнє освіти: як ІІІ змінює наше життя і роботу?*». Анкета містила 13 запитань – як закритого, так і відкритого типу – та охоплювала такі аспекти.

Для об'єктивного аналізу результатів педагогічного експерименту важливо було визначити соціально-професійний портрет учасників опитування, оскільки саме їхній вік, досвід та предметна спеціалізація впливають на сприйняття й готовність до впровадження інноваційних технологій у навчальний процес. У дослідженні взяли участь 19 педагогів, які представляють різні типи освітніх закладів – ліцеї, гімназії, коледжі, університети та приватні школи. Географія

учасників охоплює кілька областей України, зокрема Тернопільську, Закарпатську, Хмельницьку, що забезпечує різномірний і репрезентативний характер вибірки.

Віковий склад педагогів демонструє домінування молодих спеціалістів: більшість опитаних – у віковій категорії 20–25 років (57,9%), що свідчить про активну залученість молодого покоління вчителів до процесів цифровізації освіти. Представники групи 41–50 років становлять 21,1%, а 31–40 років – 10,5%, що підтверджує наявність різновікових респондентів із різним педагогічним досвідом. Жоден із учасників не належить до категорії «понад 50 років», що зумовлює переважання гнучких, технологічно орієнтованих педагогів, готових до інновацій (рис. 1.1.).

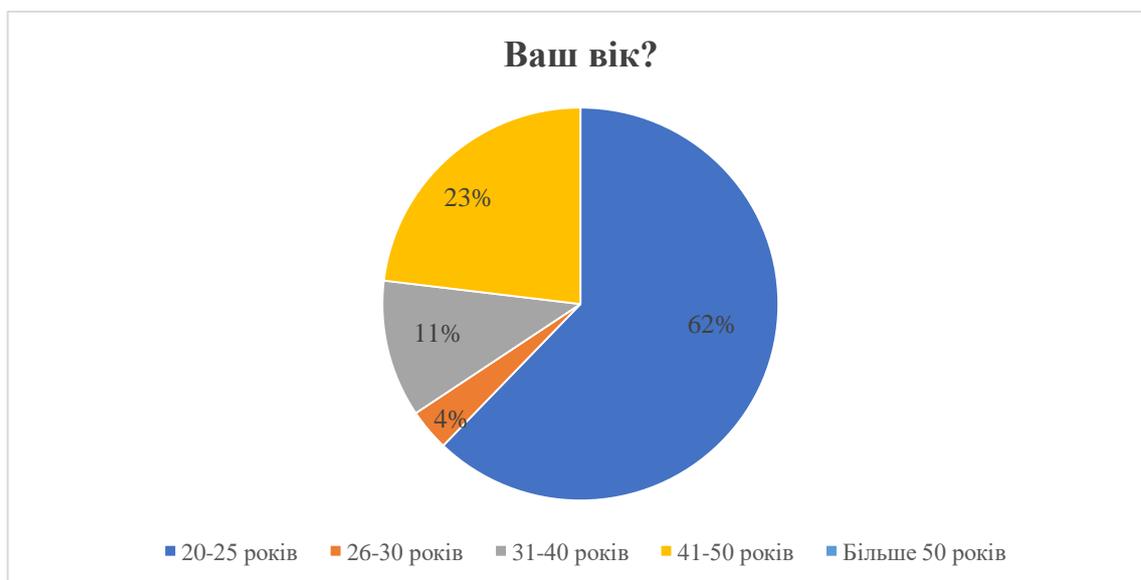


Рис. 1.1. Розподіл респондентів за віком.

Педагогічний стаж респондентів також свідчить про перевагу молодих кадрів: 68,4% педагогів мають стаж до 5 років, 15,8% – понад 20 років, а 10,5% – від 11 до 20 років (рис. 1.2). Така структура дозволяє простежити тенденцію: молоді фахівці, які тільки розпочинають педагогічну діяльність, демонструють більшу відкритість до впровадження штучного інтелекту, тоді як досвідчені педагоги – більшу обережність, але також зацікавленість у можливостях, які надають інноваційні технології.

У контексті типу навчальних закладів, респонденти працюють переважно у закладах загальної середньої освіти (понад 70%), решта – у коледжах і закладах вищої освіти. Такий розподіл дозволяє узагальнити висновки для системи шкільної освіти, не обмежуючись лише одним рівнем педагогічної практики.



Рис. 1.2. Розподіл респондентів за педагогічним стажем.

Щодо профільного напрямку викладання, більшість опитаних педагогів представляють природничі дисципліни – біологію, екологію, хімію, географію, інформатику, що повністю узгоджується з тематикою дослідження. Також у вибірці присутні викладачі англійської мови, української мови та літератури, що засвідчує міждисциплінарний інтерес до використання технологій штучного інтелекту. У контексті типу навчальних закладів, респонденти працюють переважно у закладах загальної середньої освіти (понад 70%), решта – у коледжах і закладах вищої освіти. Такий розподіл дозволяє узагальнити висновки для системи шкільної освіти, не обмежуючись лише одним рівнем педагогічної практики.

Соціально-професійний портрет учасників експерименту свідчить про переважання молодих, прогресивно орієнтованих педагогів, які активно цікавляться цифровими інноваціями. Репрезентативність вибірки за віком і досвідом дозволяє вважати отримані результати достовірними. Така структура респондентів створює підґрунтя для подальшого аналізу їхнього рівня

обізнаності, практики використання та ставлення до впровадження технологій штучного інтелекту у навчальний процес.

Аналіз результатів питання 5 анкети – «*Наскільки Ви знайомі з технологіями штучного інтелекту (ШІ)?*» – дав змогу визначити реальний рівень поінформованості педагогів про сучасні інструменти штучного інтелекту та ступінь їх готовності до використання цих технологій у професійній діяльності.



Рис. 1.3. Рівень володіння знаннями про технології штучного інтелекту.

За результатами опитування, майже половина респондентів – 47,4% – зазначили, що дуже добре знайомі з технологіями ШІ, ще 31,6% мають добрий рівень знань, а 21,1% вказали, що мають загальне уявлення про дані технології (рис. 1.3). Водночас жоден учасник не обрав варіант «зовсім не знайомий», що свідчить про відсутність цифрової ізоляції серед опитаних педагогів та підтверджує факт поширеності технологій ШІ у професійній спільноті.

Отримані результати демонструють високий рівень базової інформованості педагогів щодо функціональних можливостей інтелектуальних технологій. Це може бути зумовлено доступністю інструментів на основі ШІ (зокрема ChatGPT, Canva, Grammarly тощо), а також активним інформаційним полем, яке стимулює педагогів до ознайомлення з інноваціями. Частина педагогів володіє лише загальними уявленнями про принципи роботи таких систем, що створює

передумови для подальшої потреби у методичній підготовці. Таким чином, можна зробити висновок, що переважна більшість педагогів уже інтегровані у цифровий простір і розуміють значення ШІ, однак потребують систематизованих знань і практичних рекомендацій щодо ефективного його використання у навчальному процесі.

Питання 6 анкети – «Чи використовуєте Ви ШІ у своїй повсякденній роботі?» – дало змогу визначити, наскільки активно педагоги інтегрують інтелектуальні технології у щоденну роботу. Отримані результати показали, що регулярно використовують ШІ у своїй діяльності 21,1% респондентів, епізодично (іноді) – 68,4%, тоді як лише 5,3% зазначили, що поки не застосовують ці інструменти у своїй педагогічній практиці (рис. 1.4.).

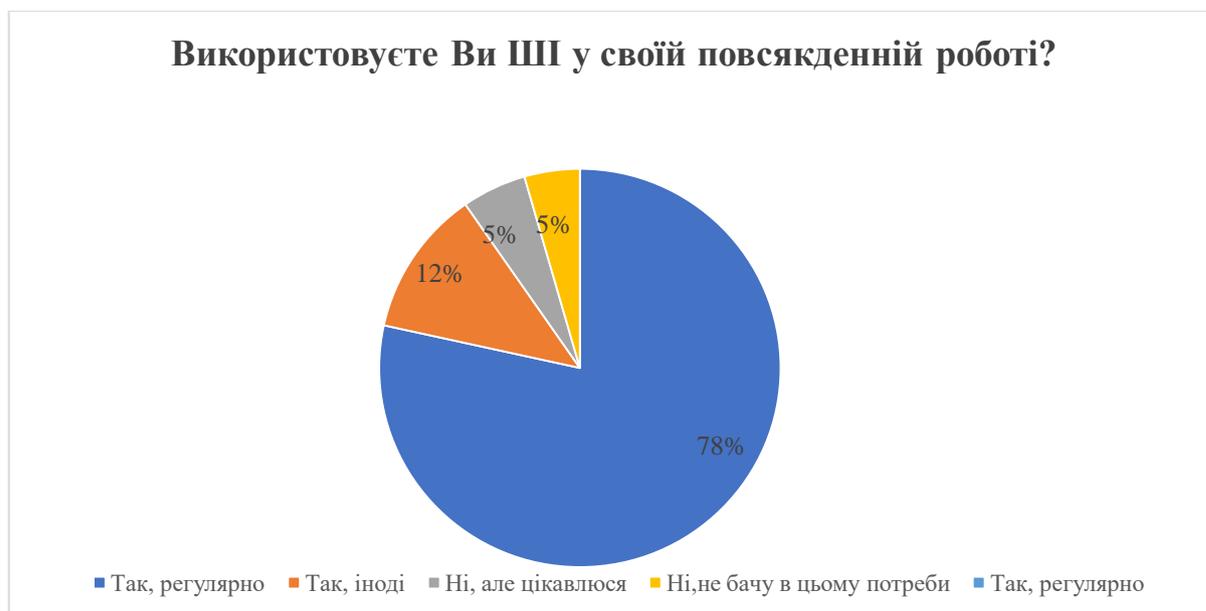


Рис. 1.4. Інтенсивність використання педагогами інструментів штучного інтелекту у професійній практиці.

Таким чином, переважна більшість педагогів уже мають досвід застосування ШІ, хоча переважно на початковому або експериментальному рівні. Це вказує на позитивну динаміку цифрової адаптації, але водночас підтверджує, що використання ШІ ще не стало системним елементом освітнього процесу. Аналіз відкритих коментарів свідчить, що більшість учителів звертаються до ШІ під час підготовки до уроків, створення тестових завдань або навчальних презентацій, а не під час безпосередньої взаємодії з учнями. Такі дані

засвідчують, що технології штучного інтелекту на нинішньому етапі сприймаються як допоміжний інструмент професійної діяльності, а не як інтегрований елемент освітньої методики.

Аналіз результатів питання анкети «Які з цих інструментів ШІ Ви знаєте або використовували у роботі?» дозволив визначити, які саме програми й сервіси є найпоширенішими серед сучасних педагогів, а також простежити тенденції у виборі цифрових ресурсів для освітніх цілей. За даними опитування, найчастіше вчителі використовують ChatGPT – цей інструмент обрали 94,7% респондентів, що свідчить про його популярність для виконання педагогічних завдань. Друге місце посідає Canva з функціями ШІ – 57,9%, що пояснюється її зручністю у створенні візуальних навчальних матеріалів. Менш поширеними, але все ж помітними є інтелектуальні генератори тестів (36,8%) та Grammarly / Quillbot (26,3%) – ці сервіси використовуються переважно для перевірки мовлення та текстового редагування. Лише 21,1% респондентів згадали Google Bard (тепер Gemini), а 5,3% зазначили, що взагалі не користуються жодними інструментами ШІ (рис. 1.5).

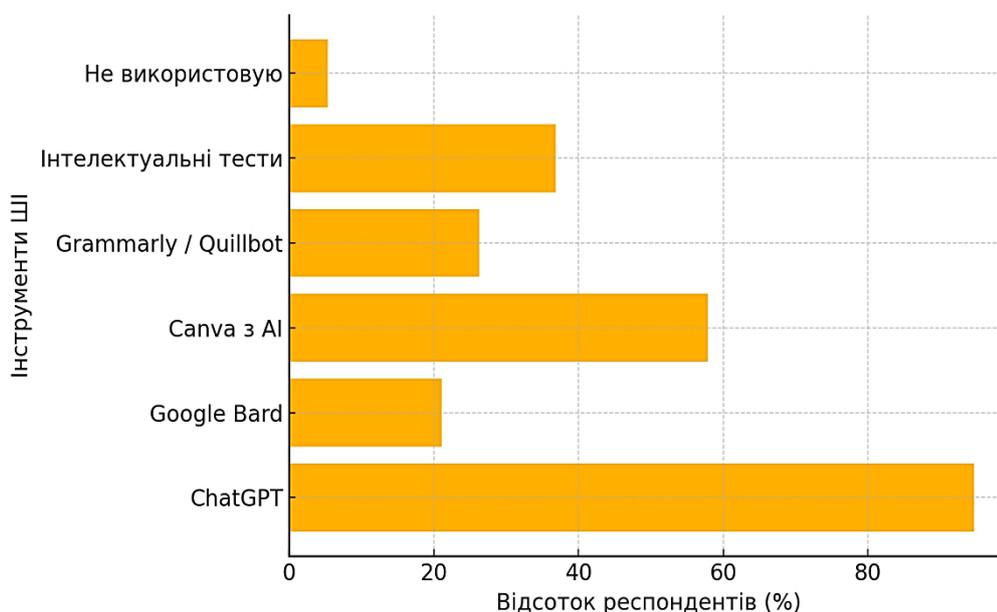


Рис. 1.5. Інструменти штучного інтелекту, залучені в освітньо-професійну діяльність педагогів.

Розподіл відповідей свідчить, що переважна більшість педагогів віддає перевагу універсальним, інтуїтивно зрозумілим інструментам, які не потребують

спеціальної технічної підготовки. Важливо підкреслити, що серед педагогів спостерігається висока зацікавленість у різних типах інтелектуальних програм, навіть попри обмежений досвід роботи з ними. Така картина вказує на зростання цифрової готовності освітян та поступовий перехід від ознайомлення з технологіями – до практичного їх використання у навчанні біології, екології та інших дисциплін.

Питання анкети *«Для яких цілей Ви використовуєте або хотіли б використовувати ІІІ?»* – дозволило визначити основні напрями використання технологій ІІІ у професійній діяльності педагогів та з'ясувати, які аспекти освітнього процесу вони підтримують за допомогою інтелектуальних інструментів. Результати опитування показали, що найбільш поширеною метою використання ІІІ є візуалізація навчального матеріалу (68,4%). Це свідчить про орієнтацію педагогів на підвищення наочності й доступності навчальної інформації, а також про використання ІІІ як інструмента для створення інтерактивних ілюстрацій, інфографік та презентацій (рис. 1.6).

На другому місці за частотністю стоїть генерація завдань і тестів (63,2%), що демонструє прагнення педагогів автоматизувати рутинні процеси підготовки навчальних матеріалів. Понад половина респондентів (52,6%) застосовують ІІІ для підготовки до уроків, що включає створення планів занять, підбір матеріалів і формулювання запитань. Менш поширеним, але важливим напрямом використання є індивідуалізація навчання (42,1%), що свідчить про поступове усвідомлення педагогами потенціалу ІІІ у створенні персоналізованих освітніх траєкторій. Водночас аналіз результатів навчання використовує лише 15,8% опитаних, що може бути зумовлено браком відповідних інструментів або недостатнім рівнем підготовки вчителів до роботи з аналітичними системами.

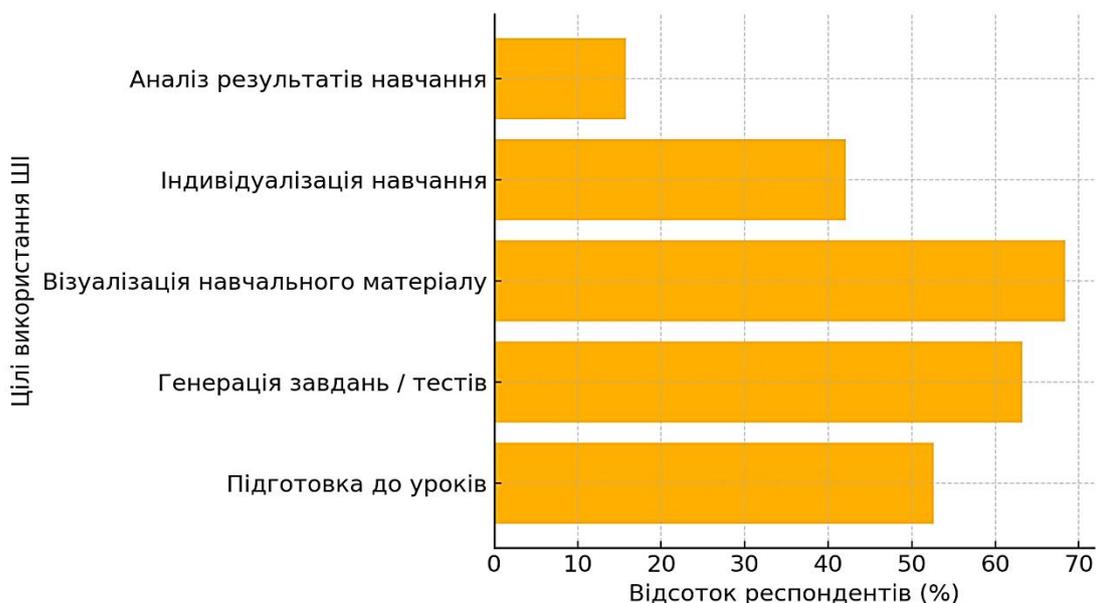


Рис. 1.6. Цілі використання ШІ у професійній діяльності педагогів.

Питання анкети «Як Ви оцінюєте потенційні переваги використання ШІ у викладанні?» – дало змогу визначити, які аспекти застосування ШІ педагоги вважають найбільш корисними та ефективними (рис. 1.7).

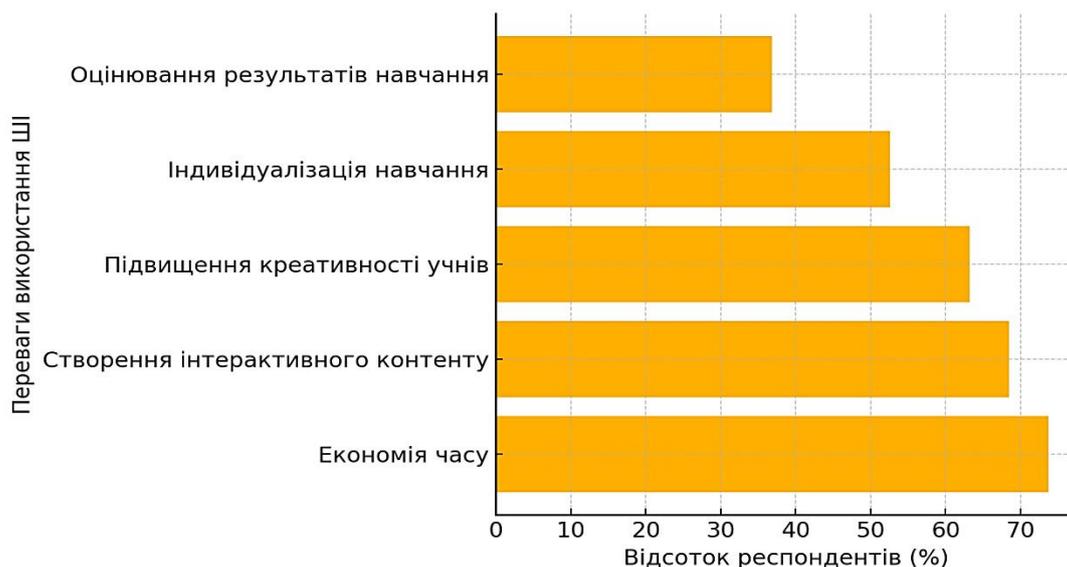


Рис. 1.7. Оцінка педагогами переваг використання ШІ.

За результатами опитування, найвагомішими перевагами респонденти назвали:

- економію часу під час підготовки навчальних матеріалів (73,7%);
- створення якісного інтерактивного контенту (68,4%);
- підвищення креативності та залученості учнів (63,2%);
- можливість індивідуалізації навчання (52,6%);

- допомогу в оцінюванні результатів навчання (36,8%).

Отримані результати свідчать, що педагоги сприймають ШІ переважно як інструмент оптимізації професійної діяльності, який допомагає зменшити рутинне навантаження та урізноманітнити освітній процес.

Питання анкети «З якими труднощами Ви стикаєтеся (або очікуєте стикнутися) при використанні ШІ в навчальному процесі? (можливий вибір кількох варіантів)?» – дало змогу визначити основні бар'єри, що заважають педагогам ефективно впроваджувати ШІ у професійну діяльність. Отримані результати показали, що найбільш поширеною проблемою є нестача методичних рекомендацій – на це вказали 63,2% респондентів. Це свідчить про брак практичних орієнтирів і навчальних матеріалів, які допомогли б педагогам грамотно інтегрувати інструменти ШІ в освітній процес (рис. 1.8).

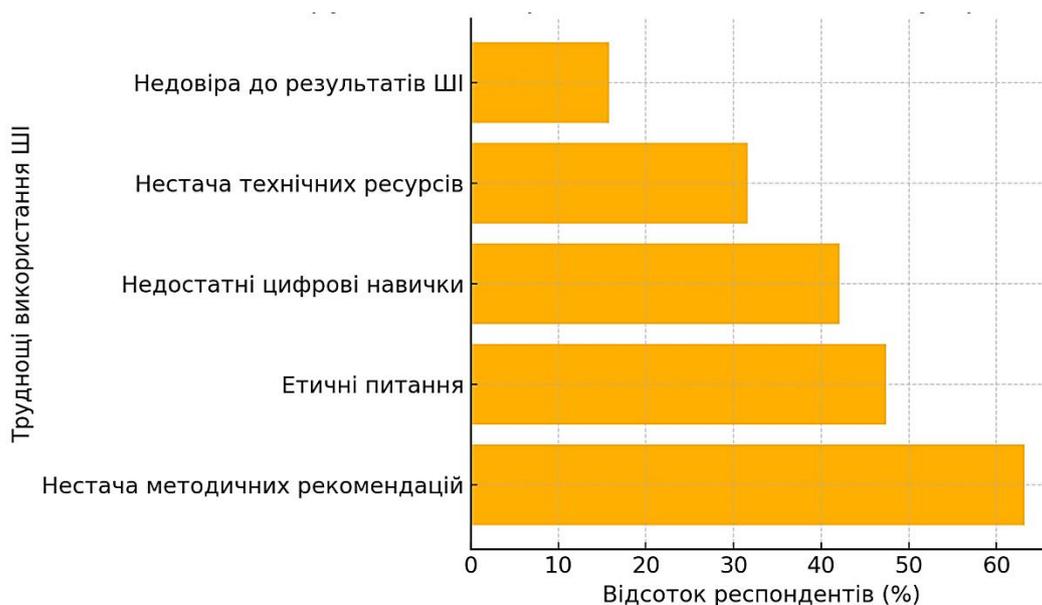


Рис. 1.8. Труднощі використання ШІ в освітньому процесі.

На другому місці – етичні питання використання ШІ (47,4%), серед яких педагоги зазначають ризики неправомірного використання контенту, питання авторського права та доброчесності учнів під час виконання завдань за допомогою ШІ. Дещо менше, але все ще значущими є труднощі, пов'язані з недостатнім рівнем володіння цифровими навичками (42,1%), а також нестачею технічного забезпечення або доступу до сучасних пристроїв (31,6%). Окремі респонденти відзначили недовіру до результатів, створених штучним інтелектом

(15,8%), вважаючи, що ці матеріали потребують додаткової перевірки та адаптації під навчальні потреби.

Питання анкети *«Які знання або навички Вам були б корисні для роботи з ІІІ?»* – дало можливість визначити основні освітні запити педагогів. Більшість респондентів зазначили потребу у практичному навчанні – зокрема, у тренінгах, курсах і майстер-класах, що дають змогу набутти прикладних навичок роботи з інструментами ІІІ. Частина педагогів підкреслила важливість отримання методичних рекомендацій щодо застосування штучного інтелекту на уроках біології, екології та інших предметів.

Питання 12 анкети – *«Як, на Вашу думку, ІІІ змінить роль вчителя в найближчі 5 років?»* дало можливість з'ясувати погляди педагогів на трансформацію професійної ролі в умовах цифровізації освіти. Аналіз відповідей показав, що переважна більшість педагогів переконані: штучний інтелект не замінить учителя, але змінить характер його діяльності. Вчитель, на думку респондентів, поступово переходить від ролі джерела знань до ролі наставника, фасилітатора, модератора освітнього процесу. Деякі педагоги зазначили, що в умовах активного розвитку ІІІ вчитель має стати провідником між технологіями та учнями, навчати критично мислити, перевіряти достовірність інформації, формувати етичне ставлення до використання інтелектуальних систем. Такі відповіді демонструють усвідомлену й адаптивну позицію педагогів, які сприймають технологічні зміни не як загрозу, а як можливість оновлення власної професійної ролі. Це підтверджує готовність учителів до професійної еволюції в напрямі співпраці з технологіями, а не конкуренції з ними.

Питання 13 анкети – *«Чи хотіли б Ви отримати методичні рекомендації щодо впровадження ІІІ в освітній процес?»* – було відкритим і передбачало розгорнуті відповіді. Аналіз отриманих результатів свідчить, що усі респонденти в тій чи іншій формі висловили підтримку ідеї створення методичних рекомендацій. Більшість педагогів відповіли коротко – «Так», «Так, звісно», «Так, було б досить актуально», що підтверджує їхню зацікавленість у впорядкованих методичних матеріалах. Декілька учасників залишили деталізовані відповіді, у

яких зазначали, що такі рекомендації допоможуть краще зрозуміти освітні потреби, структурувати роботу з інструментами ШІ та адаптувати технології до конкретних навчальних завдань.

Отже, аналіз теоретичних засад і результатів педагогічного експерименту підтвердив, що ефективне впровадження технологій штучного інтелекту в освіту можливе лише за наявності науково обґрунтованої методології та підготовленого педагогічного середовища. Практичне дослідження, проведене серед учителів, засвідчило високий рівень інтересу педагогів до використання інтелектуальних інструментів і достатню базову обізнаність щодо їх можливостей. Водночас обмеженим залишається використання ШІ для аналітики та оцінювання, що зумовлено браком методичних рекомендацій і цифрових навичок. Отримані результати підтверджують необхідність системної підготовки педагогів і розроблення методичних матеріалів, спрямованих на формування культури безпечного, етичного та ефективного використання інструментів ШІ в навчальному процесі.

РОЗДІЛ 2. ПРАКТИКА ВПРОВАДЖЕННЯ ІНСТРУМЕНТІВ ШІ В ОСВІТУ

2.1. Огляд інструментів і платформ, що базуються на штучному інтелекті

Штучний інтелект у сучасній освіті виступає ключовим інструментом цифрової трансформації, забезпечуючи можливості для персоналізації навчального процесу, підвищення ефективності викладання та створення інклюзивного освітнього середовища. Інструменти та платформи на базі ШІ охоплюють широкий спектр рішень – від адаптивних освітніх систем і інтелектуальних тьюторів до генеративних сервісів і віртуальних лабораторій. Їхнє впровадження змінює підходи до взаємодії між учнем і вчителем, акцентуючи увагу на індивідуальних освітніх траєкторіях, інтерактивності та автоматизованій підтримці навчання [26; 21; 14; 24; 31; 56].

Класифікація таких інструментів здійснюється за функціональним призначенням: платформи адаптивного навчання, інтелектуальні репетитори та чат-боти, генеративні моделі для створення навчальних матеріалів, спеціалізовані STEM-інструменти та системи аналітики результатів. Кожна з цих категорій має власні методичні особливості, технічні вимоги та педагогічний потенціал. Світовий досвід свідчить, що найефективніше такі рішення працюють у поєднанні з методично підготовленими педагогами та у рамках цілісних стратегій цифрової освіти [53; 54; 39]. Український контекст поки що характеризується фрагментарним використанням ШІ-інструментів, однак поєднання локальних ініціатив із адаптацією перевірених міжнародних платформ може стати основою для створення конкурентоспроможної моделі цифрової школи.

Адаптивні освітні платформи, що базуються на технологіях штучного інтелекту, забезпечують індивідуалізований підбір навчального матеріалу відповідно до рівня знань, темпу засвоєння та освітніх потреб учня. Такі системи, як Knewton (<https://surl.li/cfzsmw>), CenturyTech (<https://www.century.tech/>), та Squirrel AI (<https://squirrelai.com/>), аналізують дані про навчальну активність користувача й автоматично формують персональні траєкторії навчання,

оптимізуючи послідовність завдань і складність матеріалу [53; 47; 39; 50]. Їх ефективність підтверджується у практиці шкіл, де впровадження адаптивного навчання призводить до підвищення результативності та залученості учнів.

Інтелектуальні тьютори та чат-боти виконують функцію цифрових помічників, які можуть надавати пояснення, перевіряти завдання, генерувати додаткові приклади та моделювати діалогове навчання. Платформи на кшталт Querium (<https://www.querium.com/>) та Carnegie Learning (<https://www.carnegielearning.com/>) інтегрують алгоритми обробки природної мови, що дозволяє створювати взаємодію, максимально наближену до роботи з живим наставником. Зокрема, використання ChatGPT (<https://chatgpt.com/>) у навчальному процесі відкриває можливості для швидкої генерації відповідей на запитання, формування тестів та симуляції дискусій [35; 34; 43].

Генеративні інструменти, такі як Canva AI (<https://www.canva.com/education>), DALL·E (<https://www.dall-e-free.com/>), Google Bard (<https://gemini.google.com/app?hl=uk>) і MidJourney (https://www.midjourney.com/explore?tab=video_top), забезпечують створення текстових, візуальних та мультимедійних матеріалів у короткий термін. Їх використання у навчанні дозволяє вчителям швидко готувати презентації, ілюстрації, інфографіку чи адаптовані тексти для різних груп учнів [38; 56; 47].

Платформи для STEM-освіти, серед яких Labster (<https://www.labster.com/>), PhET (<https://phet.colorado.edu/uk/>) та BiologySim (<https://www.biologysimulations.com/>), пропонують віртуальні лабораторії, моделювання та симуляції, що імітують експериментальні умови без потреби у фізичному обладнанні. Вони активно застосовуються у навчанні біології, екології та природничих дисциплін, надаючи учням можливість проводити досліди у безпечному й інтерактивному середовищі [48; 52; 44; 45; 33].

Інструменти аналітики та оцінювання, як-от Gradescope (<https://www.gradescope.com/>) і DreamBox Analytics (<https://www.dreambox.com/math/skills/statistics>), використовують алгоритми ШІ для прогнозування результатів навчання, виявлення прогалин у знаннях та

оптимізації навчальних планів. Вони дозволяють автоматизувати процес оцінювання, зменшити навантаження на вчителя та підвищити об'єктивність результатів [41; 42].

Функціональні можливості інструментів та платформ, що базуються на штучному інтелекті, охоплюють широкий спектр педагогічних і технічних завдань, спрямованих на підвищення ефективності освітнього процесу. Однією з ключових переваг є забезпечення персоналізованого навчання: алгоритми адаптивних систем у режимі реального часу аналізують прогрес учня та коригують подачу матеріалу відповідно до його поточних знань і стилю засвоєння [53; 47; 39]. Це сприяє індивідуалізації освітнього середовища, що є особливо важливим у класах із різнорівневими групами.

Важливою функцією є автоматизація рутинних завдань, зокрема перевірки робіт, формування тестів та надання миттєвого зворотного зв'язку. Інтелектуальні тьютори та чат-боти здатні оперативно реагувати на запити учнів, забезпечуючи безперервну підтримку навіть за відсутності вчителя [35; 34; 43]. Це значно підвищує доступність навчання та стимулює самостійну роботу. Генеративні сервіси відкривають можливості для створення оригінальних навчальних ресурсів, що відповідають конкретним освітнім завданням. Вони дозволяють готувати дидактичні матеріали з урахуванням візуальних і текстових уподобань учнів, підтримують розвиток креативності та мультимодального мислення [38; 56; 57]. Платформи для STEM-дисциплін надають можливість відтворювати складні наукові експерименти у віртуальному середовищі, що мінімізує витрати на обладнання та підвищує безпеку [48; 52; 45]. Одночасно інструменти аналітики навчальних результатів допомагають виявляти закономірності успішності, прогнозувати ризики відставання та приймати обґрунтовані педагогічні рішення [41; 41].

Проблеми та виклики використання інструментів і платформ, що базуються на штучному інтелекті, у загальній середній освіті охоплюють низку аспектів, серед яких особливе місце займають етичні питання та захист персональних даних. Використання алгоритмів ШІ передбачає обробку великого обсягу

інформації про учнів, включно з результатами навчання, поведінковими моделями та навіть біометричними показниками. Це зумовлює необхідність дотримання високих стандартів конфіденційності та прозорості у роботі з даними, а також впровадження політик, що унеможливають зловживання [7; 46]. Суттєвим викликом є потреба у високому рівні цифрової грамотності педагогів. Ефективне використання адаптивних платформ, інтелектуальних тьюторів, генеративних інструментів та аналітичних сервісів вимагає від вчителів не лише базових навичок роботи з ІКТ, а й розуміння алгоритмічних принципів функціонування ШІ та методичних підходів до їх інтеграції у навчальний процес [24; 15; 6]. Не менш важливими є технічні та фінансові бар'єри. Впровадження сучасних систем потребує стабільного інтернет-з'єднання, достатньої обчислювальної потужності та інвестицій у програмне забезпечення, що особливо проблематично для шкіл у регіонах із недостатнім фінансуванням [50].

Перспективи розвитку інструментів і платформ пов'язані з інтеграцією технологій доповненої та віртуальної реальності, що дозволить створювати імерсивні навчальні середовища з високим рівнем залучення учнів [32; 51]. Очікується активніше використання хмарних сервісів і мобільних додатків, які забезпечать доступ до ресурсів ШІ у будь-який час і з будь-якого пристрою. Важливим напрямом є адаптація світових рішень до українського контексту, з урахуванням особливостей освітніх програм, мовного середовища та технічних можливостей шкіл [5; 31].

Отже, аналіз інструментів і платформ, що базуються на штучному інтелекті, свідчить про їх значний потенціал у трансформації загальної середньої освіти. Адаптивні системи, інтелектуальні тьютори, генеративні сервіси, STEM-платформи та аналітичні інструменти забезпечують нові можливості для персоналізації навчання, підвищення ефективності освітнього процесу та підтримки креативності учнів. Їх застосування дозволяє не лише оптимізувати педагогічну взаємодію, а й розширити доступ до якісних ресурсів, у тому числі для віддалених або малокомплектних шкіл. Водночас упровадження цих технологій супроводжується низкою викликів: від етичних питань і захисту даних

до потреби у цифровій грамотності педагогів та подолання технічних і фінансових обмежень. Подальший розвиток інструментів ШІ в освіті передбачає посилення інтеграції з технологіями доповненої та віртуальної реальності, розширення використання хмарних сервісів і мобільних застосунків, а також адаптацію міжнародних рішень до специфіки українського освітнього середовища.

Таким чином, ефективна інтеграція ШІ потребує комплексного підходу, що поєднує технологічні інновації з педагогічними стратегіями, підготовкою вчителів і забезпеченням рівного доступу до сучасних освітніх інструментів для всіх учасників навчального процесу.

2.2. Умови ефективного використання ШІ в навчальному процесі

Сучасний етап розвитку освіти характеризується активним упровадженням технологій штучного інтелекту (ШІ), які дедалі більше впливають на організацію та зміст навчального процесу. У світовій практиці підтверджено, що ефективність використання ШІ безпосередньо залежить не лише від технічних можливостей інструментів, а й від створення цілісної системи організаційно-методичних, технічних, психолого-педагогічних і соціально-економічних умов [26; 14; 31]. При цьому відсутність належного підґрунтя для впровадження інновацій знижує їх потенційний вплив, обмежує масштаби використання та може призвести до поглиблення нерівності у доступі до якісної освіти.

Розвиток інтелектуальних технологій у школах вимагає стратегічного підходу, який охоплює одночасне вирішення кількох взаємопов'язаних завдань: підготовки педагогів, оновлення навчальних програм, забезпечення технічної інфраструктури, захисту персональних даних та впровадження етичних стандартів. Крім того, дослідження вказують, що найбільш стійкі результати досягаються у випадках, коли цифрові інновації інтегруються у вже існуючі освітні моделі, а не впроваджуються як ізольовані ініціативи [24; 15].

Організаційно-методичні умови впровадження штучного інтелекту в навчальний процес передбачають передусім наявність чітко визначеної стратегії

цифрової трансформації освіти, яка має охоплювати цілі, етапи та інструменти реалізації інноваційних рішень. Ефективна стратегія дає змогу узгодити дії на державному, регіональному та шкільному рівнях, забезпечити сталість ініціатив і системний характер змін [27; 5; 31]. Важливо, щоб ця стратегія не обмежувалася декларативними положеннями, а передбачала конкретні кроки щодо технічного забезпечення, кадрової підготовки та адаптації навчального змісту до умов цифрової епохи.

Інтеграція ІІІ у навчальні програми та методики викладання є ключовим напрямом організаційної роботи. Йдеться не лише про додавання окремих тем, присвячених ІІІ, а про трансформацію змісту предметів, використання інтелектуальних інструментів для аналізу даних, візуалізації процесів, автоматизації рутинних завдань [24; 15; 6; 11]. При цьому успіх значною мірою залежить від адаптації матеріалів до вікових та когнітивних особливостей учнів. Перспективним є також упровадження змішаного та адаптивного навчання, коли цифрові ресурси, зокрема ті, що працюють на основі алгоритмів ІІІ, поєднуються з традиційними методами викладання [21; 32]. Така модель забезпечує індивідуалізацію темпу та змісту навчання, що особливо важливо для різнорівневих класів.

Водночас ключовим чинником ефективного впровадження ІІІ є професійна підготовка та розвиток педагогів. Формування цифрової компетентності вчителів – від базового володіння цифровими інструментами до впевненого застосування алгоритмів ІІІ у навчанні – є обов'язковою умовою успіху [24; 15; 6]. Паралельно необхідне системне навчання роботи з конкретними інструментами ІІІ, включно з генеративними технологіями, які відкривають нові можливості для створення навчальних матеріалів та організації зворотного зв'язку [30; 46]. Не менш важливим є забезпечення мотиваційних факторів і формування педагогічної готовності до змін. Дослідження показують, що навіть високий рівень технічної підготовки не гарантує успіху, якщо вчитель не бачить цінності технологій для власної практики або відчуває брак підтримки з боку адміністрації [16; 37; 56].

Мотивація зростає за умови наявності чітких методичних рекомендацій, позитивного досвіду колег та відчутних результатів у підвищенні якості навчання.

Технічні умови ефективного використання штучного інтелекту в освітньому процесі ґрунтуються на забезпеченні закладів загальної середньої освіти сучасним обладнанням та стабільним високошвидкісним інтернет-з'єднанням, що є передумовою безперебійної роботи інтелектуальних систем та платформ [32; 50]. Не менш важливим є впровадження хмарних технологій та інтегрованих освітніх платформ, які дають змогу зберігати, обробляти та аналізувати великі масиви навчальних даних, забезпечуючи доступ до ресурсів з будь-якого пристрою та місця [31; 57]. Поряд із цим особливої уваги потребує питання інформаційної безпеки та захисту персональних даних учнів і педагогів, оскільки використання ШІ пов'язане з обробкою конфіденційної інформації, що вимагає дотримання етичних та правових норм [7; 46].

Психолого-педагогічні умови передбачають адаптацію алгоритмів ШІ до індивідуальних особливостей учнів, включаючи їхні навчальні стилі, рівень підготовки та інтереси [35; 52; 34]. Це дозволяє підвищити мотивацію та результативність навчання, створюючи умови для особистісно орієнтованого підходу. Важливою складовою є підтримка інклюзивного навчання, коли інтелектуальні інструменти забезпечують доступність освітніх ресурсів для учнів з особливими потребами, зокрема через використання адаптивних інтерфейсів, голосових асистентів та мультимедійних матеріалів [32; 42]. При цьому етичні аспекти взаємодії з алгоритмами ШІ мають залишатися пріоритетними, щоб уникнути упередженості, дискримінації чи маніпуляцій у процесі навчання [7; 46].

Соціально-економічні умови охоплюють фінансування інноваційних проєктів, спрямованих на інтеграцію ШІ в освітнє середовище, що є можливим завдяки як державним програмам, так і участі міжнародних грантових ініціатив [5; 50]. Ефективність упровадження значно зростає за умов державної та міжнародної підтримки, зокрема через обмін досвідом, доступ до світових освітніх практик і технологій [53; 54; 39]. Важливу роль у цьому процесі відіграє

партнерство з технологічними компаніями, яке забезпечує доступ до новітніх рішень, експертної допомоги та навчальних ресурсів, сприяючи прискоренню цифрової трансформації освіти [42; 57].

Отже, ефективне впровадження штучного інтелекту в навчальний процес загальної середньої освіти можливе лише за умови комплексного поєднання організаційно-методичних, технічних, кадрових, психолого-педагогічних та соціально-економічних факторів. Організаційна складова передбачає наявність чіткої стратегії цифрової трансформації освіти, інтеграцію інструментів ШІ у навчальні програми та активне використання змішаних і адаптивних моделей навчання. Технічне забезпечення, включно з сучасним обладнанням, стабільним інтернет-з'єднанням, хмарними сервісами та надійними системами захисту даних, є базою для безперебійної роботи інтелектуальних платформ.

Ключову роль відіграє професійна підготовка педагогів, яка охоплює розвиток цифрової компетентності, навчання роботі з інструментами ШІ та формування педагогічної готовності до впровадження інноваційних технологій. Психолого-педагогічні умови визначають потребу в індивідуалізації навчання, підтримці інклюзивності та дотриманні етичних принципів взаємодії з алгоритмами. Соціально-економічний аспект полягає у стабільному фінансуванні, державній і міжнародній підтримці та партнерстві з технологічними компаніями. Взаємозалежність усіх цих складових формує системне підґрунтя для сталого та результативного використання ШІ у школі, забезпечуючи не лише підвищення якості освіти, а й адаптацію освітнього процесу до викликів цифрової епохи.

2.3. Методичні прийоми використання ШІ-інструментів для візуалізації складних біологічних процесів та екологічних систем

Використання штучного інтелекту (ШІ) у викладанні біології є одним із ключових напрямів цифрової трансформації сучасної освіти. Біологія як наука про живі системи характеризується складністю об'єктів дослідження, багаторівневістю структур і процесів, а також необхідністю оперування великими

обсягами даних. У цьому контексті інструменти ШІ відкривають нові можливості для підвищення ефективності навчання, розширення пізнавальної активності учнів і формування дослідницьких компетентностей [28; 9; 19].

Поширення цифрових технологій у шкільній біологічній освіті зумовлює необхідність модернізації методичних прийомів, що передбачає поєднання традиційних дидактичних підходів із сучасними інноваційними рішеннями [1; 9]. Зокрема, інтеграція ШІ у навчальний процес дозволяє візуалізувати складні біологічні структури, автоматизувати процеси оцінювання, проводити віртуальні експерименти та створювати адаптивні освітні траєкторії для кожного учня [23; 19]. Актуальність дослідження методичних прийомів використання ШІ на уроках біології зумовлена як світовими тенденціями розвитку STEM-освіти, так і потребою адаптації навчального процесу до викликів цифрової епохи. Особливої уваги потребує розробка науково обґрунтованих методичних систем, які забезпечуватимуть оптимальне поєднання інноваційних технологій, педагогічної доцільності та етичної відповідальності [2; 20].

Загальні методичні засади впровадження штучного інтелекту (ШІ) у навчання біології базуються на принципах інтеграції інноваційних цифрових рішень у вже існуючі педагогічні системи, що дозволяє поєднувати наукову обґрунтованість із технологічною ефективністю [2; 19]. Сучасні методичні системи викладання біології дедалі частіше будуються за моделлю, де ШІ виступає не додатковим, а ключовим інструментом організації навчального процесу.

Перехід від традиційних до цифрових підходів у викладанні біології супроводжується трансформацією ролі вчителя – від основного джерела знань до фасилітатора, що спрямовує навчальний процес та допомагає учням працювати з цифровими інструментами [1; 9]. Це відкриває можливості для більшої інтерактивності уроків, інтеграції мультимедійних ресурсів і підвищення рівня мотивації учнів. Використання ШІ як інструменту формування дослідницьких компетентностей передбачає застосування алгоритмів для моделювання біологічних процесів, аналізу експериментальних даних та побудови гіпотез [10;

23]. Завдяки цьому учні можуть проводити віртуальні експерименти, аналізувати біологічні явища у реальному часі та розвивати навички наукового дослідження.

Особливої ваги набуває застосування ШІ для візуалізації та моделювання складних біологічних процесів. Віртуальні лабораторії та симуляції дозволяють вивчати клітинні та молекулярні механізми без необхідності використання дорогого лабораторного обладнання, що робить навчання більш доступним [28; 19]. Генеративні технології, зокрема системи візуалізації, здатні створювати тривимірні моделі біологічних структур, що сприяє кращому розумінню їх будови та функцій [3; 23].

Формування предметних компетентностей у процесі вивчення біології за допомогою інструментів штучного інтелекту передбачає цілеспрямоване використання алгоритмів і цифрових платформ для розвитку глибинних знань і практичних навичок. Зокрема, у вивченні генетики ШІ сприяє формуванню в учнів здатності оперувати складними поняттями, проводити аналіз генетичних даних, будувати родовідні схеми, моделювати процеси спадковості та мутацій [12; 19]. Одним із важливих аспектів є автоматизація перевірки та оцінювання знань, коли системи ШІ можуть здійснювати тестування, аналіз відповідей і навіть надавати зворотний зв'язок з рекомендаціями для подальшого навчання [10; 23].

Дослідницькі та проєктні методи з використанням ШІ відкривають нові перспективи для формування в учнів навичок наукового мислення. Проєктне навчання з інтеграцією алгоритмів аналізу біологічних даних дозволяє школярам виконувати дослідження, що моделюють реальні наукові експерименти [10; 19]. Використання генеративних мовних моделей, таких як ChatGPT, допомагає учням у підготовці дослідницьких робіт, пошуку та систематизації інформації, формуванні гіпотез і створенні структурованих наукових текстів [19; 23]. Міжпредметна інтеграція біології з інформатикою та математикою, що реалізується за допомогою цифрових інструментів, дає змогу учням не лише глибше розуміти біологічні явища, але й опанувати методи математичного моделювання та програмування [28; 9].

Ефективність використання методичних прийомів із залученням ШІ значною мірою залежить від педагогічних умов. Передусім це рівень цифрової компетентності вчителя біології, який має володіти як технічними навичками роботи з програмними інструментами, так і методиками їх інтеграції в навчальний процес [2; 10]. Використання змішаного навчання, що поєднує онлайн- і офлайн-компоненти, та індивідуалізація навчання забезпечують гнучкість і доступність освітнього середовища [19; 20].

У процесі викладання біології у 10 класі ми використовували інструменти штучного інтелекту для підвищення пізнавальної активності учнів, розвитку критичного мислення, навичок дослідження, аналізу та рефлексії. Методика базується на комбінуванні традиційного навчання з цифровими інструментами: ChatGPT, Bing AI, Canva AI, TeachMate та іншими доступними асистентами.

Умови впровадження ШІ:

1. Використання смартфонів або ноутбуків учнів для швидких запитів.
2. Доступний Wi-Fi у класі.
3. Наперед підготовлені QR-коди з інструкціями для роботи із ШІ.
4. Безпечні платформи, що не вимагають створення акаунтів дітям.

Педагогічні умови:

1. Попередня інструкція щодо відповідального користування ШІ.
2. Пояснення, що ШІ може помилятися: обов'язкова перевірка фактів.
3. Адаптація завдань до рівня класу.
4. Використання ШІ як інструмента, а не джерела оцінок.

Психолого-педагогічні умови:

1. Підтримка співпраці в групах.
2. Створення атмосфери експериментування.
3. Формування критичного ставлення до інформації.

Упровадження штучного інтелекту в навчання біології в 10 класі здійснювалося з метою зробити його органічною частиною освітнього процесу. Основним завданням було забезпечити, щоб цифрові інструменти не існували окремо від уроку, а інтегрувалися в кожен його етап. Методика ґрунтувалася на

принципах доступності та розвитку цифрової грамотності. Поступово їм демонстрували можливості основних платформ – ChatGPT, Perplexity, Canva, Miro – для створення схем, аналізу інформації та візуалізації біологічних процесів. На цьому етапі учні вчилися формулювати запити, розрізняти точні та надто загальні формулювання, а також прогнозувати, у яких випадках ШІ може помилятися.



Рис. 2.1. Модель впровадження інструментів штучного інтелекту.

Подальша робота будувалася на принципі поступового ускладнення. Спочатку завдання були простими: учні просили ІІІ надати визначення, скласти короткий опис явища, навести приклади видів чи біологічних процесів. Згодом з'явилися складніші завдання, які вимагали не просто отримання відповіді, а її перевірки, порівняння з підручником, виявлення неточностей або суперечностей. Учні переходили до творчих і дослідницьких форматів роботи: моделювали генетичні ситуації, пояснювали перебіг біологічних процесів, створювали ментальні карти, інфографіки та інтерактивні схеми. Такий підхід дозволив учням поступово перейти від ролі користувача до ролі дослідника.

Ключовим елементом методики був розвиток критичного мислення. Учні постійно наголошували, що штучний інтелект не є абсолютним джерелом істини, а лише інструментом, здатним пропонувати як коректні, так і помилкові відповіді. Учні навчилися виявляти поверховість відповідей, нестачу точності, змішування термінів. Таким чином формувалася здатність ставити запитання та мислити самостійно, а не копіювати запропоноване рішення. Методика ґрунтувалася також на принципі інтеграції різних видів діяльності. Штучний інтелект став інструментом, що поєднував дослідницьку, аналітичну, творчу та рефлексивну роботу учнів. Працюючи над складними темами, учні могли спочатку отримати від ІІІ схему або модель процесу, потім проаналізувати її, сформулювати власні висновки, а завершити створенням інфографіки чи короткого пояснення.

Таким чином завдання перетворювалися на комплексну діяльність, де ІІІ допомагав лише на етапі генерування ідей, але не замінював учнівське мислення. На практичних заняттях ІІІ використовувався для створення схем, таблиць чи моделей. Домашні завдання також ставали гнучкішими: учні могли застосовувати ІІІ для пошуку ідей, проте зобов'язані були самостійно редагувати та вдосконалювати отриманий матеріал. Таким чином, методика не зводилася до набору окремих вправ, а створювала навчальне середовище, де штучний інтелект виступав партнером у засвоєнні знань. Завдання розроблялися так, щоб ІІІ виконував лише початковий, чернетковий етап, тоді як основна робота – перевірка, аналіз, уточнення, інтерпретація та оформлення – залишалася за

учнями. Це дозволило зберегти самостійність мислення та водночас розвинути її через активну взаємодію з цифровими інструментами.

Отже, застосування штучного інтелекту в методичних прийомах викладання біології значно розширює дидактичні можливості, підвищує ефективність навчального процесу та сприяє формуванню ключових предметних і дослідницьких компетентностей. Використання віртуальних лабораторій, адаптивних платформ, систем автоматизованого оцінювання та генеративних технологій дозволяє не лише поглиблювати знання, а й розвивати критичне мислення, уміння аналізувати дані та працювати з цифровими інструментами. Водночас залишаються виклики – потреба у високому рівні цифрової компетентності педагогів, належне технічне забезпечення, а також питання етики й академічної доброчесності. Існують ризики технологічної залежності, зниження ролі живої педагогічної взаємодії та недостатньої підготовленості учнів до критичного сприйняття роботи алгоритмів.

Перспективи розвитку полягають у поєднанні інструментів ШІ з технологіями доповненої та віртуальної реальності, розширенні застосування хмарних сервісів і створенні українських адаптивних платформ, що відповідають національним освітнім стандартам та мовним особливостям. Для ефективної адаптації таких технологій необхідна комплексна підтримка держави, розробка методичних рекомендацій та партнерство з технологічними компаніями. Це дозволить максимально реалізувати потенціал ШІ у викладанні біології, забезпечивши його відповідність сучасним освітнім викликам і потребам учнів.

2.4. Розробка завдань та інтерактивних вправ з використанням ШІ для формування практичних навичок

Метою створення завдань із використанням ШІ є формування в учнів пізнавальної, дослідницької, комунікативної та цифрової компетентностей, розвиток умінь застосовувати сучасні технології для вирішення навчальних і практичних завдань. У процесі роботи над такими завданнями школярі вчаться

працювати з інформаційними ресурсами, аналізувати біологічні явища, формувати висновки на основі отриманих результатів, візуалізувати біологічні структури та процеси, а також презентувати результати власних досліджень.

Розроблені завдання охоплюють усі ключові теми шкільного курсу «Біологія та екологія» для 10 класу: від фундаментальних понять про живу природу до тем, що розкривають складні механізми обміну речовин, спадковості, розвитку організмів і взаємодії людини з природним середовищем. Кожне завдання створене за допомогою певного інструменту ШІ відповідно до змісту навчального матеріалу, дидактичних цілей та рівня підготовленості учнів. Такий підхід сприяє формуванню не лише предметних знань, а й практичних навичок аналізу, спостереження, моделювання біологічних процесів і розвитку критичного мислення.

Розробка навчальних завдань із використанням інструментів штучного інтелекту (ChatGPT, GROK, Bing Image Creator, Leonardo AI, Canva AI, Curipod, MagicSchool AI, Diffit, Perplexity, Gemini, SciSummary) базується на поєднанні дидактичних принципів біологічної освіти та сучасних технологічних можливостей цифрового середовища. Основою методики є компетентнісний підхід, який спрямований на формування в учнів не лише знань, а й умінь практичного застосування наукової інформації у реальних та змодельованих ситуаціях.

На уроці з теми «Міждисциплінарні зв'язки біології та екології» учні можуть за допомогою ChatGPT або Google Gemini скласти п'ять прикладів того, як зміни в екосистемах, наприклад забруднення повітря чи висихання водойм, впливають на клітинні процеси живих організмів. Для кожного прикладу вони додають коротке пояснення власними словами, що допомагає розвивати навички аналізу та логічного мислення.

Під час вивчення теми «Рівні організації біологічних систем та їхній взаємозв'язок» учні створюють в Canva AI інфографіку, яка наочно відображає послідовність рівнів від молекули до біосфери, додаючи по одному прикладу для кожного рівня. Потім вони користуються ChatGPT або Google Gemini для

пояснення, чому зміни на клітинному рівні можуть впливати на популяції та екосистеми, і формулюють власне пояснення у вигляді короткого есе з двох-трьох речень.

Працювати у Labster учням випала нагода з теми «Роль ферментів у забезпеченні процесів метаболізму клітини та цілісного організму», де вони виконували віртуальну лабораторну роботу з вивчення активності ферментів при різних рН. Віртуальна лабораторія дозволяла змінювати умови експерименту, а учні мали записати спостереження у вигляді короткого текстового звіту в Google Docs.

Під час вивчення будови та функції білків і нуклеїнових кислот учні працювали з платформою Molecular Flipbook, яка дає можливість переглядати покрокові анімації згортання білків. Учні обирали одну з моделей білків, переглядали процес формування третинної структури й створювали короткий відеокоментар у Loom, пояснюючи, як зміни в амінокислотній послідовності можуть вплинути на функцію білка.

Протягом практичної роботи з теми «Складання схем обміну вуглеводів, ліпідів та білків в організмі людини» учні працювали в MindMeister, де створювали тривимірні ментальні карти процесів метаболізму в організмі людини. Особливістю завдання було те, що учні мали не лише скласти схему, а й обрати з кількох запропонованих платформою комбінацій ключових термінів ті, які дійсно відповідають біохімічним етапам. Помилки вони виправляли самостійно, орієнтуючись на пояснення в підручнику.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ШІ У ВИКЛАДАННІ БІОЛОГІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ

3.1. Організація та етапи педагогічного експерименту

Метою педагогічного експерименту є перевірка ефективності використання інструментів штучного інтелекту у процесі викладання біології та екології в 10 класі закладу загальної середньої освіти. Експеримент спрямований на обґрунтування доцільності впровадження технологій штучного інтелекту в освітній процес, визначення їхнього впливу на рівень пізнавальної активності, навчальної мотивації та формування цифрової компетентності старшокласників.

Для досягнення поставленої мети було визначено такі завдання педагогічного експерименту:

1. З'ясувати рівень обізнаності учнів щодо штучного інтелекту та їхнє ставлення до використання цифрових технологій у навчанні біології.
2. Дослідити вплив застосування завдань із використанням ШІ на пізнавальну активність, інтерес до предмета та мотивацію учнів до навчання.
3. Розробити, упровадити й апробувати методику інтеграції інструментів ШІ у процес навчання біології, що включає різні форми роботи (інтерактивні завдання, навчальні проєкти, круглі столи, дискусії).
4. Проаналізувати результати педагогічного експерименту й оцінити рівень сформованості у здобувачів освіти цифрової та дослідницької компетентностей.

Педагогічний експеримент проводився на базі закладу загальної середньої освіти у 10-му класі, який навчався за програмою рівня стандарту з предмета «Біологія і екологія». У дослідженні взяли участь 19 учнів, що забезпечило репрезентативність вибірки для оцінювання динаміки змін у ставленні до використання технологій штучного інтелекту. Учні мали середній рівень навчальних досягнень, володіли базовими цифровими навичками, але, згідно з попереднім анкетуванням, не мали достатньої обізнаності про можливості ШІ у навчанні. Тип експерименту – формувальний, адже його метою було не лише виявлення початкового стану, а й цілеспрямоване впровадження методики

навчання біології з використанням штучного інтелекту та подальше оцінювання її ефективності.

Експериментальна робота охоплювала декілька етапів:

1. Констатувальний етап – визначення вихідного рівня обізнаності учнів, проведення анкетування, аналіз чинних підручників із біології для 10 класу.

2. Формувальний етап – реалізація авторської методики інтеграції інструментів ШІ у навчальний процес (виконання завдань, участь у проєктах, дискусіях і круглих столах).

3. Контрольний етап – повторне анкетування та аналіз змін у рівні компетентностей, порівняння результатів до та після впровадження методики.

Педагогічний експеримент складався з трьох основних етапів: констатувального, формувального та контрольного. Кожен із них мав свої завдання, методи дослідження та очікувані результати. Метою цього етапу було визначити вихідний рівень обізнаності учнів про штучний інтелект, з'ясувати їхнє ставлення до використання цифрових технологій у навчанні, а також проаналізувати, наскільки зміст чинних підручників із біології відповідає вимогам сучасної цифрової освіти.

Для цього було проведено анкетування 19 учнів 10 класу, результати якого показали, що більшість респондентів лише поверхово знайомі з поняттям «штучний інтелект», але виявляють високий рівень зацікавлення у його використанні на уроках біології. Більшість учнів висловили бажання спробувати інтерактивні завдання, віртуальні експерименти або проєкти, створені з використанням інструментів ШІ (наприклад, ChatGPT, Canva AI, Grok, Diffit).

На цьому етапі було впроваджено розроблену методику інтеграції інструментів ШІ у процес викладання біології та екології. Методика передбачала використання практичних завдань, навчальних проєктів і круглих столів, описаних у пункті 2.4 магістерської роботи.

Учням пропонувалися різні типи діяльності:

- індивідуальна робота (створення міні-презентацій, візуалізацій, тестів за допомогою ШІ);

- групові завдання (дискусії, порівняння результатів, створення спільних біологічних проєктів);

- круглий стіл за темою «Штучний інтелект і майбутнє науки про життя».

У межах цього етапу учні виконали низку інтегрованих завдань із п. 2.4, зокрема:

1. № 1 «Ознаки живого» – робота з ChatGPT і Canva AI (створення класифікаційної схеми).

2. № 4 «Від молекули до біосфери» – візуалізація рівнів організації живої природи за допомогою Grok.

3. № 9 «Ми – генетики!» – симуляція схрещувань і побудова таблиць Пеннета у MagicSchool AI.

4. № 11 «Розпізнай дефіцит» – кейс-завдання з визначенням нестачі вітамінів через Canva AI.

На заключному етапі експерименту було проведено повторне анкетування учнів з метою виявлення змін у рівні знань, інтересу та компетентностей після впровадження методики (Додаток В). Також було організовано рефлексивне обговорення результатів: учні поділилися своїм досвідом використання ШІ, визначили переваги (зручність, новизна, візуальність) та окреслили можливі ризики (неповна достовірність даних, необхідність перевірки джерел).

Організаційний етап педагогічного експерименту був спрямований на підготовку умов для подальшого впровадження авторської методики використання інструментів штучного інтелекту у викладанні біології та екології. Головною метою цього етапу було визначення вихідного рівня обізнаності учнів про штучний інтелект і з'ясування їхнього ставлення до його застосування у навчанні. Для цього було проведено анкетування 19 учнів 10 класу, яке мало на меті встановити, чи знайомі школярі з поняттям «штучний інтелект», чи мають досвід використання подібних інструментів (ChatGPT, Canva AI, Diffit тощо) та наскільки вони зацікавлені у виконанні завдань з використанням цифрових технологій. Окремі запитання анкети стосувалися навчальної мотивації, інтересу до природничих тем і ставлення до групових або проєктних форм роботи.

Опитування проводилося анонімно у письмовій формі на початку навчального семестру.

Констатувальний етап також передбачав аналіз навчально-методичних матеріалів з біології для 10 класу з метою виявлення можливостей їх використання у контексті цифровізації освіти. Аналіз підручників авторів Л.І. Остапченко та К.М. Задорожного [25; 13] показав, що вони не містять завдань, пов'язаних із застосуванням штучного інтелекту, і не сприяють формуванню цифрової компетентності учнів. Це обґрунтовує актуальність створення власної методики, спрямованої на поєднання традиційного навчання з інноваційними технологіями.

Розроблена методика впровадження штучного інтелекту у процес навчання біології передбачала цілеспрямоване використання цифрових інструментів для активізації пізнавальної діяльності учнів, розвитку їхньої дослідницької компетентності та формування навичок самостійної роботи з інформацією. Модель базувалася на поєднанні індивідуальних і групових навчальних завдань, навчальних міні-проектів та круглого столу як форми колективного обговорення результатів роботи. Основу методики становили принципи діяльнісного, компетентнісного, інтегративного та рефлексивного навчання.

У процесі експерименту було впроваджено низку завдань, розроблених у пункті 2.4 магістерської роботи. Зокрема, під час вивчення теми «Фундаментальні властивості живого» використовувалося завдання №1 «Ознаки живого», у ході якого учні за допомогою інструментів ChatGPT і Canva AI створювали класифікаційну схему ознак живих організмів, порівнюючи їх із неживими об'єктами. Така форма роботи сприяла кращому розумінню базових біологічних понять і формуванню вміння систематизувати інформацію.

Отже, на організаційному етапі педагогічного експерименту було створено умови для подальшої перевірки ефективності використання інструментів штучного інтелекту у процесі навчання біології та екології. Було визначено мету, завдання, етапи та зміст експерименту, підготовлено анкету для з'ясування вихідного рівня обізнаності учнів, проаналізовано навчально-методичні матеріали

з біології для 10 класу, що дало змогу встановити потребу у впровадженні інноваційних підходів. Розроблено модель інтеграції ШІ у навчальний процес, яка передбачає використання індивідуальних і групових завдань, навчальних проєктів та дискусійних форм роботи. Підібрані інструменти (ChatGPT, Canva AI, Grok, MagicSchool AI) забезпечують розвиток пізнавальної, дослідницької, цифрової й комунікативної компетентностей учнів. Отримані напрацювання створили теоретичне й методичне підґрунтя для проведення наступного, формувального етапу експерименту.

3.2. Аналіз результатів та педагогічні висновки

Для визначення вихідного рівня обізнаності учнів щодо штучного інтелекту, їхнього ставлення до його використання у навчанні та інтересу до вивчення біології було проведено анкетування серед 19 учнів 10 класу. Опитування містило 12 запитань (Додаток Б) і мало на меті встановити, наскільки школярі знайомі з поняттям «штучний інтелект», чи мають досвід роботи з цифровими інструментами та які форми навчальної діяльності вважають найефективнішими.

Таблиця 3.1

Результати анкетування учнів 10 класу (до експерименту)

№	Питання анкети	Найпоширеніші відповіді	%
1	«Чи чули ви про поняття «штучний інтелект (ШІ)»?»	Так Ні	63 % 37 %
2	Звідки дізналися про ШІ?»	Соцмережі, YouTube Від однокласників / друзів На уроках	68 % 21 % 11 %
3	«Рівень знань про ШІ»	Трохи знаю Лише чув(ла) Не знаю зовсім	42 % 47 % 11 %
4	«Використання інструментів ШІ (ChatGPT, Canva AI тощо)»	Іноді Ніколи	16 % 84 %
5	«Чи може ШІ допомогти у вивченні біології?»	Так Можливо	79 % 16 %

6	«Чи цікаво було б виконувати завдання з використанням ШІ?»	Так Частково	84 % 11 %
7	«Як часто дивитися науково-популярні фільми про природу?»	Іноді Часто Рідко	58 % 21 % 21 %
8	«Улюблені теми з біології чи екології»	Генетика, організм людини, екологія	–
9	«Ставлення до групової роботи»	Подобається працювати в команді Залежить від теми	68 % 26 %
10	«Чи хотіли б більше дізнатися про використання ШІ у житті та науці?»	Так	84 %
11	«Відкриті питання: «Небезпеки ШІ» та «Як покращити уроки біології за допомогою ШІ»	Учні зазначали: може замінити людину; важливо перевіряти інформацію; можна використовувати для візуалізацій і тестів	–

Результати показали, що переважна більшість учнів лише частково знайомі з поняттям «штучний інтелект». Тільки 16 % опитаних мали досвід використання інструментів ШІ, причому переважно для розваг або створення візуальних матеріалів. Водночас 79 % учнів вважають, що ШІ може бути корисним у навчанні біології.

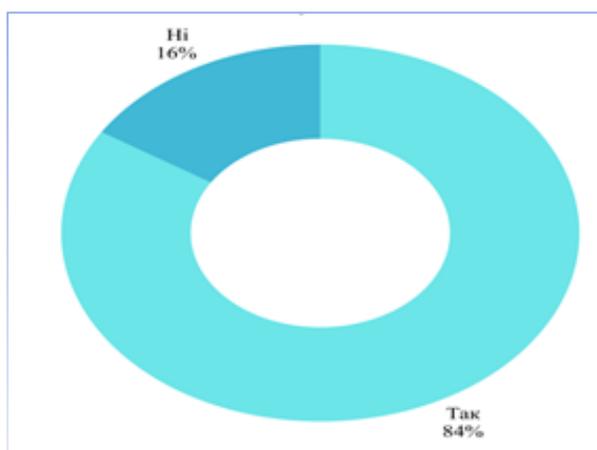


Рис. 3.1. Рівень сформованості готовності учнів до подальшого ознайомлення з технологіями штучного інтелекту (до експерименту).

Більшість учнів, а саме 84 %, виявили інтерес до подальшого вивчення використання штучного інтелекту у навчальному процесі (рис. 3.1). Це свідчить

про високу мотивацію і готовність сприймати сучасні технологічні інструменти як частину навчального процесу. Учні, ймовірно, бачать практичну користь ІІІ та хочуть зрозуміти, як ці технології можуть впливати на професії майбутнього. Водночас 16 % відповіли «ні», що може означати недостатнє розуміння теми або обережність щодо впливу ІІІ на життя. Цей результат підказує, що варто продовжувати інтеграцію ІІІ в навчання, але водночас слід надавати роз'яснення та підтримку тим, хто має сумніви чи недостатньо впевнений у своїх цифрових навичках.

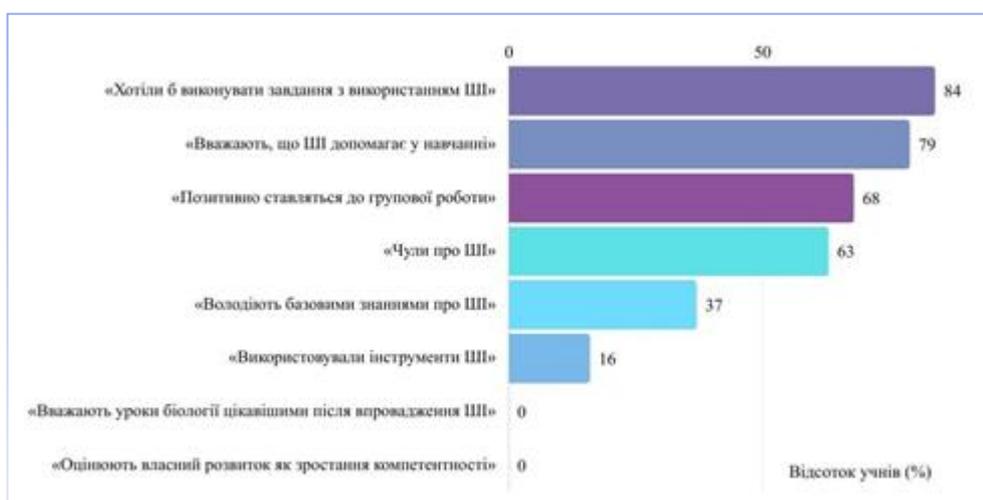


Рис. 3.2. Рівень знань та інтерес учнів до використання ІІІ у навчанні біології (до експерименту).

Отримані дані свідчать про високий рівень зацікавленості, але недостатній рівень поінформованості та практичних навичок у сфері цифрових технологій. Більшість респондентів позитивно ставляться до групових форм роботи, що створює сприятливі умови для впровадження проєктних і дискусійних методів у подальшому експерименті (рис. 3.2).

Таким чином, констатовано, що учні потребують спеціально організованої роботи для формування цифрової компетентності та усвідомленого використання інструментів штучного інтелекту у навчальній діяльності.

Формувальний етап педагогічного експерименту передбачав безпосереднє впровадження розробленої методики використання інструментів штучного інтелекту у процес навчання біології в 10 класі. Основна мета цього етапу полягала у перевірці ефективності застосування цифрових сервісів для активізації

пізнавальної діяльності учнів, підвищення їхньої навчальної мотивації та розвитку цифрових і дослідницьких компетентностей. Навчальна робота здійснювалася упродовж одного навчального семестру під час вивчення окремих тем курсу «Біологія і екологія». Зміст формувального етапу охоплював виконання серії завдань (Додаток Г), а також участь учнів у навчальних проєктах, дискусіях і круглому столі. Робота проводилася у змішаних формах: індивідуальній, парній та груповій, що дало змогу врахувати особливості кожного учня й розвинути навички співпраці.

У ході реалізації методики учні виконували низку навчально-дослідницьких завдань з використанням інструментів штучного інтелекту. Під час вивчення теми «Фундаментальні властивості живого» було використано завдання №1 «Ознаки живого», у межах якого школярі за допомогою ChatGPT та Canva AI створювали схеми класифікації живих організмів і порівнювали ознаки живого та неживого. Під час вивчення генетичних тем використовувалося завдання №9 «Ми – генетики!», що передбачало моделювання схрещувань за допомогою MagicSchool AI. Учні створювали таблиці Пеннета, аналізували фенотипові та генотипові співвідношення, формулювали висновки на основі отриманих результатів.

Завершальним елементом формувального етапу став круглий стіл «Штучний інтелект і біологія майбутнього», під час якого учні презентували результати виконаних завдань, ділилися власними висновками та обговорювали роль сучасних технологій у розвитку науки. Такі форми роботи сприяли розвитку критичного мислення, формуванню уміння аргументовано висловлювати власну думку та усвідомленню значення інновацій у навчальному процесі.

Реалізація авторської методики довела, що впровадження штучного інтелекту у навчання біології підвищує зацікавленість учнів предметом, активізує пізнавальну діяльність і сприяє формуванню дослідницької культури старшокласників. Поєднання цифрових інструментів із традиційними методами забезпечило практичну спрямованість навчання та розвиток ключових компетентностей, зокрема цифрової, пізнавальної, комунікативної та рефлексивної.

Таблиця 3.2

Порівняння результатів анкетування учнів 10 класу до та після експерименту

№	Показник	До експерименту (%)	Після експерименту (%)
1	«Чули про ШІ»	63 %	100 %
2	«Володіють базовими знаннями про ШІ»	37 %	84 %
3	«Використовували інструменти ШІ»	16 %	79 %
4	«Вважають, що ШІ допомагає у навчанні»	79 %	95 %
5	«Хотіли б виконувати завдання з використанням ШІ»	84 %	95 %
6	«Позитивно ставляться до групової роботи»	68 %	89 %
7	«Вважають уроки біології цікавішими після впровадження ШІ»	0 %	84 %
8	«Оцінюють власний розвиток як зростання компетентності»	0 %	79 %

Порівняльний аналіз результатів до та після експерименту засвідчив істотне підвищення рівня обізнаності, зацікавленості та практичних навичок учнів у використанні технологій штучного інтелекту. Якщо до початку дослідження лише 37 % учнів володіли базовими знаннями про ШІ, то після впровадження методики цей показник зріс до 84 %. Частка тих, хто реально використовував інструменти ШІ, збільшилася з 16 % до 79 %.

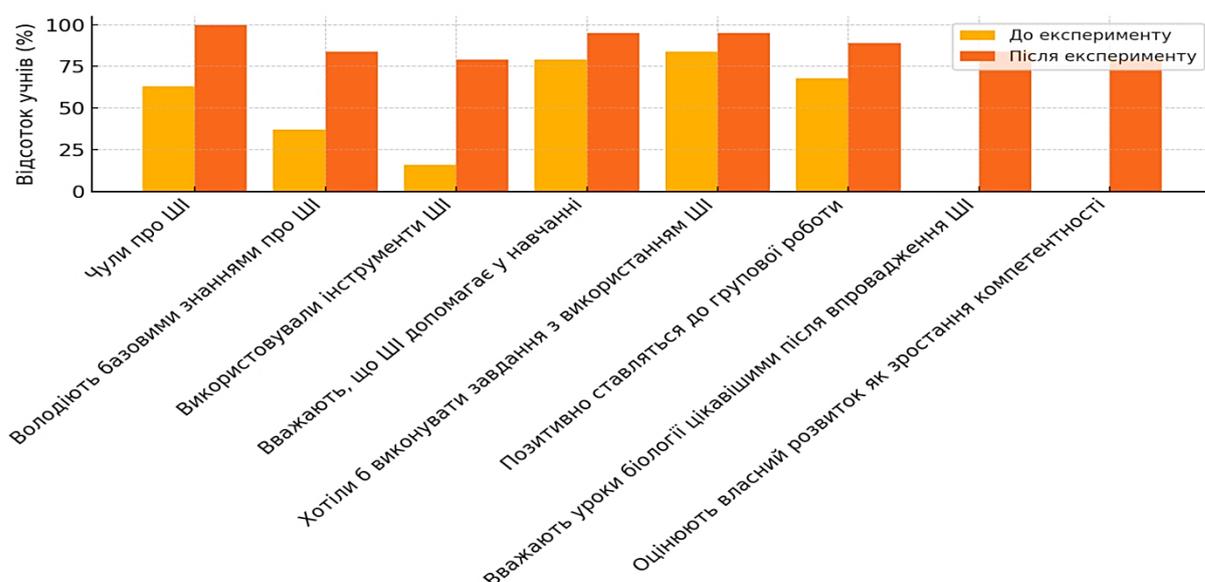


Рис. 3.3 Динаміка змін показників після впровадження методики використання ШІ у навчанні біології та екології.

Водночас 95% респондентів зазначили, що застосування ШІ сприяє кращому розумінню біологічних процесів, а 84 % учнів оцінили уроки біології як значно цікавіші та динамічніші. Позитивне ставлення до групової та проєктної роботи також зросло на 21 % (рис. 3.3).

Отримані результати педагогічного експерименту підтвердили ефективність упровадження інструментів штучного інтелекту у процес навчання біології. Порівняльний аналіз анкетування показав, що рівень обізнаності учнів про можливості ШІ, уміння його використовувати у навчальній діяльності та усвідомлення його значення суттєво зросли. Учні стали більш зацікавленими у навчальному матеріалі, активніше долучалися до виконання завдань, виявляли ініціативу в проєктній роботі. Зросла також частка школярів, які вважають уроки біології цікавими та сучасними завдяки використанню цифрових інструментів.

Отже, використання технологій штучного інтелекту в навчанні біології може розглядатися як ефективний засіб підвищення мотивації, активізації пізнавальної діяльності та формування в учнів уміння застосовувати інноваційні інструменти у процесі пізнання природи.

3.3. Пропозиції щодо підготовки вчителя до роботи з інструментами ШІ

У сучасних умовах цифрової трансформації освіти важливим завданням є формування готовності педагога до усвідомленого та ефективного використання інструментів штучного інтелекту у власній професійній діяльності. Учитель біології, який працює в оновленому освітньому середовищі, має не лише добре орієнтуватися в інноваційних технологіях, а й уміти інтегрувати їх у процес навчання, зберігаючи науковість, методичну доцільність і гуманістичну спрямованість уроку. Підготовка педагога до роботи з технологіями штучного інтелекту повинна мати чітко виражений практичний характер, ґрунтуватися на реальних потребах учителя та бути спрямованою на підвищення якості викладання біології й екології.

Одним із ключових напрямів такої підготовки є навчання педагогів використовувати інструменти штучного інтелекту для створення навчальних матеріалів, візуалізацій, тестів і аналітики результатів. Серед найбільш зручних і ефективних засобів у роботі вчителя біології виділяють ChatGPT, Canva AI, Gemini, MagicSchool AI, Testportal, Classtime, Quillbot і Grammarly. Знання функцій цих сервісів дає можливість учителю оптимізувати власну діяльність, підвищити мотивацію учнів і урізноманітнити навчальний процес. Використання таких ресурсів не лише полегшує підготовку до уроків, а й відкриває широкі можливості для творчої, дослідницької та проектної роботи.

Одним із найпрактичніших інструментів є ChatGPT, який учитель може використовувати як цифрового асистента під час планування навчальних занять. Він допомагає швидко сформулювати цілі уроку, створити тестові завдання різних рівнів складності, підібрати запитання для дискусій чи проблемних ситуацій, адаптувати тексти до рівня сприйняття учнів, а також згенерувати варіанти пояснень складних біологічних понять. Наприклад, при підготовці до теми «Молекулярна біологія» педагог може за допомогою ChatGPT створити серію тренувальних запитань і коротких пояснень для повторення. Важливою умовою є перевірка достовірності отриманої інформації, адже штучний інтелект може помилятися. Тому педагог виступає не споживачем готових відповідей, а модератором, який відбирає, аналізує і коригує матеріал відповідно до навчальної мети.

Іншим потужним інструментом є Canva AI, який допомагає вчителю створювати візуальні матеріали – інфографіку, схеми, плакати, а також цифрові стенди. Візуалізація навчального матеріалу є надзвичайно важливою у викладанні біології, адже значна частина тем передбачає роботу з графічними моделями, структурами клітин, екологічними ланцюгами чи еволюційними схемами. За допомогою Canva AI педагог може не лише розробляти власні дидактичні матеріали, а й залучати учнів до їхнього створення. Наприклад, у рамках теми «Будова клітини» учні можуть створити інтерактивну схему, де кожна частина клітини представлена з поясненням її функцій. Такий підхід підвищує мотивацію,

розвиває креативність і сприяє кращому запам'ятовуванню навчального матеріалу.

Інструмент Gemini (Google AI) є зручним для роботи в освітньому середовищі Google Workspace. Його можна використовувати для генерації навчальних текстів, завдань або описів лабораторних дослідів, створення запитань для круглих столів і дискусій. Наприклад, учитель може сформулювати запит «Підготуй короткий опис експерименту з теми “Дихання у рослин” для 10 класу» – і отримати готовий текст, який далі редагується відповідно до навчальних потреб. Gemini також дає змогу швидко перекладати матеріали іншими мовами, що особливо зручно під час роботи з науковими джерелами або підготовки міжпредметних завдань. Головне – залишати за педагогом функцію експерта, який аналізує, чи відповідає згенерований текст вимогам навчальної програми.

Значну увагу у підготовці педагога слід приділяти вмінню використовувати сервіси для автоматизації оцінювання. Testportal, Classtime і Google Forms допомагають створювати онлайн-тести, швидко збирати результати та аналізувати типові помилки. Це не лише полегшує перевірку знань, але й дає змогу здійснювати формувальне оцінювання – виявляти, які теми викликають труднощі, і своєчасно коригувати навчальний процес. Наприклад, після вивчення теми «Генетика людини» учитель може створити тест у Classtime, який учні проходять на смартфонах у реальному часі, а результати відразу відображаються на екрані. Це робить процес навчання інтерактивним і підвищує залученість учнів.

Не менш важливою складовою підготовки є навчання роботи з текстовими редакторами на базі ШІ – Quillbot і Grammarly. Ці сервіси допомагають учителю покращити структуру навчальних матеріалів, усунути мовні помилки, адаптувати тексти під певний рівень складності. Особливо це корисно під час розроблення методичних інструкцій або двомовних матеріалів, коли потрібно перекласти біологічні терміни англійською чи латинською мовою. Педагогу рекомендується використовувати такі інструменти як допоміжні, не замінюючи ними власне мислення та педагогічну творчість.

Окремим напрямом методичної підготовки має бути формування етичної культури використання штучного інтелекту. Учитель повинен знати принципи безпечної роботи з цифровими сервісами, зокрема – не передавати персональні дані учнів, позначати джерела, у яких використовувалися інструменти ШІ, і навчати школярів перевіряти достовірність отриманої інформації. Етична складова підготовки педагога має включати питання академічної доброчесності, уникнення плагіату, усвідомленого використання технологій і виховання критичного ставлення до цифрових продуктів.

Формування практичних навичок роботи з інструментами штучного інтелекту доцільно здійснювати через участь педагогів у тренінгах, вебінарах, воркшопах та мікрокурсах. Кожен із таких форматів має бути спрямований на виконання реальних завдань – створення навчального відео, інтерактивного тесту, інформаційного буклета чи сценарію уроку. Доцільно також розробити методичні чек-листи для педагогів – короткі покрокові інструкції, які допомагають планувати роботу з інструментами ШІ, підбирати відповідні запити й уникати типових помилок.

Результатом такої підготовки є вчитель, який володіє сучасними цифровими інструментами, уміє створювати якісний навчальний контент, організовувати інтерактивні форми навчання та забезпечувати зворотний зв'язок із учнями. Водночас педагог зберігає провідну роль у навчальному процесі, виступаючи наставником і консультантом, який спрямовує роботу учнів і навчає їх використовувати ШІ усвідомлено й відповідально. Вчитель, який володіє такими компетентностями, здатен перетворити урок біології на інтерактивний дослідницький простір, де штучний інтелект не замінює людину, а підсилює її можливості.

Таким чином, запропонована система підготовки вчителя до роботи з інструментами штучного інтелекту ґрунтується на практичному підході й орієнтована на потреби сучасного освітнього процесу. Вона передбачає поєднання цифрових технологій, педагогічної майстерності й етичної відповідальності. Інтеграція таких інструментів, як ChatGPT, Canva AI, Gemini, MagicSchool AI,

Testportal та інших у професійну діяльність педагога сприяє підвищенню якості освіти, розвитку креативності та критичного мислення як у вчителя, так і в учнів. Системна підготовка педагогів до використання ІІІ має стати складовою післядипломної освіти та важливим елементом формування компетентного, технологічно грамотного вчителя біології нового покоління.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розв'язано актуальне науково-методичне завдання щодо обґрунтування та експериментальної перевірки ефективності використання інструментів штучного інтелекту у процесі викладання біології та екології в 10 класі. Отримані результати дозволяють сформулювати такі висновки:

1. Аналіз наукової літератури та нормативно-правової бази засвідчив, що впровадження ШІ є невід'ємною частиною цифрової трансформації освіти. Встановлено, що штучний інтелект у навчанні біології виступає мультифункціональним засобом: він одночасно є інструментом персоналізації, віртуалізації експериментів та автоматизації оцінювання. Визначено, що дослідницька компетентність старшокласників у контексті цифровізації включає мотиваційний, когнітивний, операційно-діяльнісний та рефлексивний компоненти.

2. З'ясовано, що для реалізації освітніх завдань у 10 класі найбільш доцільним є використання адаптивних систем (CenturyTech), інтелектуальних тьюторів (ChatGPT, Gemini), генеративних сервісів (Canva AI, Leonardo) та віртуальних STEM-лабораторій (Labster, PhET). Визначено, що ці інструменти дозволяють візуалізувати складні фізіологічні процеси (метаболізм, фотосинтез, спадковість), які важко піддаються спостереженню в традиційних умовах шкільного кабінету.

3. Розроблено та апробовано авторську методику, що базується на діяльнісному підході. Вона включає систему завдань, де ШІ виконує роль «інтелектуального партнера»: від генерації гіпотез і створення класифікаційних схем до моделювання генетичних ситуацій та аналізу екологічних ризиків. Ключовим методичним принципом визначено верифікацію учнями згенерованого контенту, що запобігає некритичному копіюванню даних та стимулює розвиток аналітичного мислення.

4. Результати педагогічного експерименту (n=19) підтвердили гіпотезу дослідження. Контрольний етап показав суттєве зростання показників: рівень

практичного володіння інструментами III зріс із 16% до 79%, а рівень сформованості дослідницьких умінь (зокрема аналітичних та прогностичних) покращився на 138% у середньому по групі. Встановлено, що 84% учнів почали сприймати уроки біології як більш динамічні та сучасні, що свідчить про значне підвищення навчальної мотивації.

5. Обґрунтовано, що ефективне впровадження III вимагає від учителя біології трансформації професійних функцій: від транслятора знань до модератора цифрового середовища. Запропоновано систему підготовки вчителя, яка охоплює розвиток навичок «промпт-інжинірингу», уміння працювати з аналітичними сервісами оцінювання (Classtime, MagicSchool) та дотримання етичних стандартів і принципів академічної доброчесності.

6. Проведене дослідження не вичерпує всіх аспектів проблеми. Перспективними напрямками є вивчення можливостей поєднання III з технологіями доповненої (AR) та віртуальної (VR) реальності для створення іммерсивних моделей біосфери, а також розробка довгострокових методик адаптивного навчання біології на основі індивідуальних профілів учнів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Актуальні аспекти змісту біологічних дисциплін та інноваційні методики й технології їх навчання і викладання в закладах вищої освіти України / П. С. Ловаста та ін. Академічні візії. 2023. № 19. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.7781714> (дата звернення: 10.08.2025).
2. Алексеєва С., Дяченко-Богун М. Сучасні підходи до побудови методичної системи навчання біології. Естетика і етика педагогічної дії. 2023. № 27. С. 241–250. DOI: <https://doi.org/10.33989/2226-4051.2023.27.282154> (дата звернення: 10.08.2025).
3. Батура В. М. Застосування цифрових інструментів і прийомів візуалізації інформації під час вивчення біології. *Сучасний освітній простір – досвід, пошук, результат : матеріали I Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (Суми, 29 серпня 2023 р.)*. Суми : Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2023. С. 139–141. URL: https://sspu.edu.ua/images/2023/docs/nauka/konf/mat-li_konf2023_suchasniy_osvitniy_prostir_1_15bc9.pdf#page=139 (дата звернення: 10.08.2025).
4. Баярко Н. Використання інтелектуальних карт на уроках біології та екології у старшій школі. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training: Methodology, Theory, Experience, Problems*. 2020. Вип. 22. С. 24–31.
5. Волянчук Н. Ю., Бараніченко О. М. Особливості використання ІІІ в середній та вищій освіті в Україні. *Українське суспільство у перспективах розвитку: історичний, соціально-політичний, освітньо-педагогічний аспекти : матеріали*. 2025. С. 256.
6. Воротникова І. П. Професійний розвиток вчителів природничої та математичної галузей з використання штучного інтелекту. *Відкрите освітнє середовище сучасного університету*. 2023. № 15. С. 18–34.

7. Гайдамака І. Етичні аспекти використання штучного інтелекту в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти. *Проблеми освіти*. 2024. № 1. С. 100.
8. Генсерук Г., Бойко М., Мартинюк С. Цифрові інструменти комунікації в освітньому процесі закладу вищої освіти. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Педагогіка*. 2022. № 1. С. 31–39.
9. Гнатюк В. В., Аркушина Г. Ф., Скорик О. Д. Інноваційні методи викладання біології: від традиційних до цифрових підходів. *Академічні візії*. 2024. № 28. URL: <https://www.academy-vision.org/index.php/av/article/view/908> (дата звернення: 10.08.2025).
10. 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. № 4. С. 116–126.
11. 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.* 2024. С. 93–102.
12. Довгопола Л. І., Бірюк А. С. Формування генетичних понять у здобувачів освіти шляхом використання сучасних освітніх технологій. *Педагогічна інноватика: сучасність та перспективи*. 2024. № 4. С. 72–78.
13. Задорожний К. М. Біологія і екологія (рівень стандарту) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти. Харків : Вид-во «Ранок», 2018. 208 с.
14. Кармаза О. О. Штучний інтелект в освітньому процесі: перспективи, переваги і недоліки. *Академічна доброчесність, відкрита наука та штучний інтелект: як створити доброчесне освітнє середовище : збірник есе програми підвищення кваліфікації / упорядники: А. Артюхов, М. Віхляєв, Ю. Волк*. 18 вересня – 18 жовтня 2023 року. Львів – Торунь : Liha-Pres, 2023. С. 202-204.

15. Коваленко В. В. Рекомендації для вчителів щодо використання сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів. *Перспективи та інновації науки (Серія «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина»)*. 2024. № 12 (46). С. 369–382.
16. Коваленко В. В. Рекомендації для вчителів щодо використання сервісів штучного інтелекту у навчанні природничо-математичних предметів. *Перспективи та інновації науки (Серія «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина»)*. 2024. № 12 (46). С. 369–382.
17. Коваленко В. В., Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Самоосвіта та саморозвиток педагогічних працівників із застосуванням інструментів відкритої науки. *Освітній дискурс*. 2021. Т. 10, № 37. С. 28–38.
18. Кос І. Р. Штучний інтелект та інтерактивні симуляції як інноваційні засоби навчання на уроках фізики. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2024. № 215. С. 177–182.
19. Кришмарел В. Інтеграція в загальній середній освіті: сутнісні особливості, світові тенденції, українські перспективи. *Український педагогічний журнал*. 2021. № 1. С. 65–74.
20. Кубікова К. Використання штучного інтелекту в навчанні біології. *Молодь і ринок*. 2024. № 5 (225). С. 189–194.
21. Легостаєва Т., Христіан Ю., Чокал Н. Застосування інтерактивних методів навчання на уроках біології як засіб підвищення успішності учнів. *Витоки педагогічної майстерності*. 2023. № 32. С. 156–160.
22. Лубкович Н. З., Дудун Ю. Ю. Особливості використання технологій штучного інтелекту в освітньому процесі. *Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій»*. 2023. С. 344–345.
23. Лубкович Н. З., Дудун Ю. Ю. Особливості використання технологій штучного інтелекту в освітньому процесі. *Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій»*. 2023. С. 344–345.

24. Лукіна Т. Дистанційне навчання в загальній середній освіті в Україні: доступність та результативність в умовах пандемії. *Вісник післядипломної освіти. Серія: Соціальні та поведінкові науки. Серія: Управління та адміністрування*. 2021. № 16 (45). С. 224–252.

25. Міронець Л. П., Деканенко О. І., Дичко О. Використання сучасних інформаційних технологій у створенні цифрового освітнього контенту на уроках біології. URL: <https://repository.sspu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/a1f3c73c-8459-4cc9-80ed-69dcc7739cea/content> (дата звернення: 10.08.2025).

26. Морзе Н. В., Бойко М. А., Струтинська О. В., Смирнова-Трибульська Є. М. Якою має бути цифрова компетентність вчителів у галузі використання штучного інтелекту? *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. 2024. № 16. С. 76–91.

27. Остапченко Л. І. Біологія і екологія (рівень стандарту) : підруч. для 10-го кл. закл. заг. серед. освіти / Л. І. Остапченко, П. Г. Балан, Т. А. Компанець, С. Р. Рушковський. Київ : Генеза, 2019. 192 с.

28. Панухник О. В. Штучний інтелект в освітньому процесі та наукових дослідженнях здобувачів вищої освіти: відповідальні межі вмісту ШІ. *Галицький економічний вісник*. 2023. Т. 83, № 4. С. 202–211.

29. Панухник О. В. Штучний інтелект в освітньому процесі та наукових дослідженнях здобувачів вищої освіти: відповідальні межі вмісту ШІ. *Галицький економічний вісник*. 2023. Т. 83, № 4. С. 202–211.

30. Петько С. М. Особливості використання технологій ШІ в освітньому процесі. Імперативи економічного зростання в контексті реалізації Глобальних цілей сталого розвитку. Київський національний університет технологій та дизайну. 2024. URL: <https://ir.kneu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/9943429a-e5da-4b3d-b933-d48a88b60f08/content> (дата звернення: 10.07.2025).

31. Скрипник С. Особливості використання цифрових технологій у вивченні біологічних дисциплін (загальна біологія, цитологія, генетика, біологія індивідуального розвитку). *Психолого-педагогічні проблеми сучасної школи*. 2025. № 1 (13). С. 76–85.

32. Скрипник С. Особливості застосування інтерактивних технологій для реалізації особистісно-орієнтованого навчання на уроках біології і екології в 10 класі. *Психолого-педагогічні проблеми сучасної школи*. 2024. № 1 (11). С. 128–140.
33. Соменко Д. В., Трифонова О. М., Садовий М. І. Штучний інтелект та нейромережі в освітньому процесі: переваги та недоліки. *Актуальні проблеми та перспективи технологічної і професійної освіти*. 2023. С. 20–21.
34. Спирін О. М., Шишкіна М. П. Штучний інтелект в освіті й освітніх дослідженнях: виклики, ризики та перспективи інтеграції. URL: <http://eprints.zu.edu.ua/43560/1/1.pdf> (дата звернення: 10.07.2025).
35. Топузов О. М., Алексеєва С. В. Штучний інтелект та імерсивні технології в освітніх практиках: компенсація освітніх втрат у загальній середній освіті під час війни в Україні. *Освіта для цифрової трансформації суспільства*. 2024. № 1. С. 249–259.
36. Adelana O. P., Ayanwale M. A., Sanusi I. T. Exploring pre-service biology teachers' intention to teach genetics using an AI intelligent tutoring-based system. *Cogent Education*. 2024. Vol. 11, No. 1. 2310976.
37. Akhtar N., Matloob R., Nawaz R. Exploring The Impact of Artificial Intelligence in Teaching of Biology at Secondary Level. *International Research Journal of Management and Social Sciences*. 2024. Vol. 5, No. 3. P. 427–440.
38. Al-Muqbil N. S. M. The Impact of an Artificial Intelligence Application-Based Training Program on Developing Sustainable Thinking among High School Biology Teachers. *Educational Sciences: Theory & Practice*. 2024. Vol. 24, No. 1.
39. Amorim J., Mendes A., Moore M. Physics and biology teaching: an introduction to artificial intelligence in high school. *World Congress on Engineering and Technology Education*. 2004. P. 14–17.
40. Androshchuk A., Maluga O. Використання штучного інтелекту у вищій освіті: стан і тенденції. *International Science Journal of Education & Linguistics*. 2024. Vol. 24, No. 3. P. 27–35.

41. Aripin I., Gaffar A. A., Jabar M. B. A., Yulianti D. Artificial intelligence in biology and learning biology: A literature review. *Jurnal Mangifera Edu.* 2024. Vol. 8, No. 2. P. 41–48.
42. Bellas F., Guerreiro-Santalla S., Naya M., Duro R. J. AI curriculum for European high schools: An embedded intelligence approach. *International Journal of Artificial Intelligence in Education.* 2023. Vol. 33, No. 2. P. 399–426.
43. Cooke J., Araya Y., Bacon K. L., Bagniewska J. M., Batty L. C., Bishop T. R., ... Lewis Z. Teaching and learning in ecology: A horizon scan of emerging challenges and solutions. *Oikos.* 2021. Vol. 130, No. 1. P. 15–28.
44. Denes G. A case study of using AI for General Certificate of Secondary Education (GCSE) grade prediction in a selective independent school in England. *Computers and Education: Artificial Intelligence.* 2023. Vol. 4. 100129.
45. Duraes D., Bezerra R., Novais P. AI-Driven Educational Transformation in Secondary Schools: Leveraging Data Insights for Inclusive Learning Environments. *2024 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON).* IEEE, 2024. P. 1–9.
46. Hsu T. C., Abelson H., Van Brummelen J. The effects on secondary school students of applying experiential learning to the conversational AI learning curriculum. *International Review of Research in Open and Distributed Learning.* 2022. Vol. 23, No. 1. P. 82–103.
47. Huang S. P. Effects of using artificial intelligence teaching system for environmental education on environmental knowledge and attitude. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education.* 2018. Vol. 14, No. 7. P. 3277–3284.
48. Huang Y., Ling L., Liu Y. Integrating AI into Biology Education: Classifying Edible and Poisonous Mushrooms Using Machine Learning. *2024 5th International Conference on Computer Engineering and Intelligent Control (ICCEIC).* IEEE, 2024. P. 346–352.
49. Isidori M. V., Muccini H., Evangelista C. Teachers and the Challenges of Generative Artificial Intelligence (AI): A Survey in Primary and Secondary Schools. *Italian journal of special education for inclusion.* 2024. Vol. 12, No. 1. P. 197–202.

50. Kretzschmar V., Wertenaue M., Sailer A., Seitz J. The future of education: a quantitative experiment to explore the potential of an ai-based learning assistant (aiedn) within grammar and secondary schools in Germany. *ICERI2023 Proceedings. IATED*, 2023. P. 8670–8678.
51. Li N., Chen Q., Liu M., Zhou X., Huang Y. Research on the Application of ChatGPT Technology in Landscape Ecology Teaching. *Open Journal of Social Sciences*. 2025. Vol. 13, No. 4. P. 486–497.
52. Liu J., Ma J., Li S. Research on school-based AI curriculum design and practice for cultivating computational thinking in high school students. *Education and Information Technologies*. 2024. P. 1–45.
53. Lv W., Yang C., Zhang W. Implementation Dilemma and Breakthrough Path of AI Education in Primary and Secondary Schools in Less Developed Areas. *2023 5th International Conference on Computer Science and Technologies in Education (CSTE). IEEE*, 2023. P. 248–255.
54. Matkovič M. The use of artificial intelligence, virtual and augmented reality in teaching geography in secondary school. *Natural Science Education*. 2024. Vol. 21, No. 1. P. 42–48.
55. Mercan G., Selçuk P. S. Z. V. Revolutionizing Biology Education Through Artificial Intelligence: Pedagogical Strategies, Innovations, and Ethical Frameworks. *Studies on Social and Education Sciences*. 2024. P.112.
56. Ng D. T. K., Su J., Leung J. K. L., Chu S. K. W. Artificial intelligence (AI) literacy education in secondary schools: a review. *Interactive Learning Environments*. 2024. Vol. 32, No. 10. P. 6204–6224.
57. Park W., Kwon H. Implementing artificial intelligence education for middle school technology education in Republic of Korea. *International journal of technology and design education*. 2024. Vol. 34, No. 1. P. 109–135.
58. Skop K., Frania M. AI for Everyone? Disposition Towards the Use of GPT Chat Among Secondary School Adolescents. *The New Educational Review*. 2024. Vol. 77. P. 22–34.

59. Stanković N., Stankovic I., Marković G., Blagojević M. The Role of AI Tools in Education: Opportunities and Challenges. *10th International Scientific Conference Technics, Informatics and Education-TIE 2024. Faculty of Technical Sciences Čačak, University of Kragujevac, 2024. P. 383-390.*

60. Syahrizal S., Yasmi F., Mary T. AI-enhanced teaching materials for education: A shift towards digitalization. *International Journal of Religion. 2024. Vol. 5, No. 1. P. 203–217.*

ДОДАТКИ**Додаток А****Анкета для вчителів****«Майбутнє освіти: Як ШІ змінює наше життя і роботу?»**

Вітаємо! Шановні вчителі! Запрошуємо вас взяти участь в опитуванні, мета якого – дослідити рівень обізнаності та практики використання інструментів штучного інтелекту.

Будь ласка, знайдіть кілька хвилин, щоб поділитися своїми думками або пропозиціями щодо інтеграції ШІ в освіту, відповівши на запитання нижче. Ми прагнемо зрозуміти, як новітні технології, зокрема штучний інтелект, можуть допомогти вам у роботі та покращити навчання учнів. Отримані результати будуть використані виключно в науково-дослідницьких цілях.

Ваша думка та досвід є для нас безцінними.

1. Вкажіть Ваш вік.

- ✓ 20 - 25 років
- ✓ 26 - 30 років
- ✓ 31 - 40 років
- ✓ 41 - 50 років
- ✓ Більше 50 років

2. Стаж педагогічної діяльності:

- ✓ До 5 років
- ✓ 6–10 років
- ✓ 11–20 років
- ✓ понад 20 років

3. Які предмети Ви викладаєте?

(відкрите запитання)

4. В якому заклад освіти працюєте?

(відкрите запитання або поле «не вказувати» на вибір)

5. Наскільки ви знайомі з технологіями штучного інтелекту (ШІ)?

- ✓ Дуже добре знайомий(-а)
- ✓ Маю загальне уявлення
- ✓ Слабко знайомий(-а)
- ✓ Зовсім не знайомий(-а)

6. Чи використовуєте ви ШІ у своїй повсякденній роботі?

- ✓ Так, регулярно.
- ✓ Так, іноді.
- ✓ Ні, але цікавлюся.
- ✓ Ні, не бачу в цьому потреби.

7. Які з цих інструментів ШІ ви знаєте або використовували у роботі?
(можна вибрати кілька варіантів)

- ✓ ChatGPT
- ✓ Google Bard
- ✓ Canva з AI
- ✓ Grammarly / Quillbot
- ✓ Інтелектуальні тести або генератори завдань
- ✓ Не використовую
- ✓ Інше: ____

8. Для яких цілей ви використовуєте або хотіли б використовувати ШІ? (можна вибрати кілька)

- ✓ Підготовка до уроків
- ✓ Генерація завдань / тестів
- ✓ Візуалізація навчального матеріалу
- ✓ Індивідуалізація навчання
- ✓ Аналіз результатів навчання
- ✓ Інше: ____

9. Як ви оцінюєте потенційні переваги використання ШІ у викладанні? (шкала від 1 до 5)

- Економія часу на рутинних завданнях
- Індивідуалізація навчання для учнів
- Створення інтерактивного та цікавого контенту
- Оцінювання та аналіз успішності учнів
- Пошук інформації та аналіз даних
- Створення презентацій, зображень, відео

10. З якими труднощами ви стикаєтеся (або очікуєте стикнутися) при використанні ШІ в навчальному процесі? (можливий вибір кількох варіантів) (можна вибрати кілька)

- ✓ Недостатня компетентність / відсутність навичок
- ✓ Етичні питання (авторство, академічна доброчесність)
- ✓ Відсутність технічної підтримки
- ✓ Нестача часу
- ✓ Недовіра до ШІ
- ✓ Відсутність чітких методичних рекомендацій
- ✓ Страх, що ШІ замінить вчителя
- ✓ Інше: ____

11. Які знання або навички вам були б корисні для роботи з ШІ?
(відкрите запитання)

12. Як, на вашу думку, ІІІ змінить роль вчителя в найближчі 5 років?

13. Чи хотіли б ви отримати методичні рекомендації щодо впровадження ІІІ в освітній процес?

(відкрите запитання)

Дякуємо за участь в опитуванні!

Додаток Б
АНКЕТА «Штучний інтелект і моє навчання біології»
Анкета для учнів 10 класу

***Мета:** з'ясувати рівень обізнаності учнів про штучний інтелект, їхнє ставлення до його використання у навчанні, а також визначити інтерес до вивчення біології та екології.*

***Учасники:** 19 учнів 10 класу*

***Форма проведення:** письмова, анонімна*

1. Чи чули ви раніше про поняття «штучний інтелект (ШІ)»?
 - Так
 - Ні
2. Якщо так, то звідки ви дізналися про нього?
 - Соціальні мережі
 - Відео / YouTube
 - Від однокласників чи друзів
 - На уроках
 - Інше (вказіть) _____
3. Як ви оцінюєте свій рівень знань про ШІ?
 - Дуже добре розуміюся
 - Трохи знаю
 - Лише чув(ла) назву
 - Не знаю зовсім
4. Чи використовували ви коли-небудь інструменти, пов'язані зі штучним інтелектом (наприклад, ChatGPT, Canva AI, Copilot, Perplexity)?
 - Так, часто
 - Іноді
 - Ніколи
5. Як ви вважаєте, чи може ШІ допомогти у вивченні біології?
 - Так
 - Можливо
 - Ні (Поясніть, чому) _____
6. Чи цікаво вам було б виконувати навчальні завдання з використанням ШІ (наприклад, створювати інфографіку, тести, віртуальні досліди)?
 - Так
 - Частково
 - Ні
7. Як часто ви дивитесь науково-популярні фільми або відео про природу, біологію, екологію?
 - Часто
 - Іноді
 - Рідко
 - Ніколи
8. Які теми з біології чи екології вам найбільше подобаються?

9. Як ви ставитеся до групових форм роботи (проект, дискусія, круглий стіл)?

- Подобається працювати в команді
- Залежить від теми
- Віддаю перевагу індивідуальним завданням

10. Чи хотіли б ви більше дізнатися про використання ШІ у повсякденному житті та науці?

- Так
- Не знаю
- Ні

11. **(відкрите)** Що, на вашу думку, може бути небезпечним або неправильним у використанні штучного інтелекту?

12. **(відкрите)** Як, на вашу думку, можна використати ШІ для покращення уроків біології?

Додаток В Підсумкова анкета

«Штучний інтелект і моє навчання біології (після експерименту)»

Мета: з'ясувати, як змінилися знання, ставлення та досвід учнів після впровадження елементів штучного інтелекту у навчання біології.

Учасники: 19 учнів 10 класу.

Форма проведення: письмова, анонімна.

Основна частина анкети (питання збережено для порівняння):

1. Чи чули ви раніше про поняття «штучний інтелект (ШІ)»?
2. Звідки ви дізналися про нього?
3. Як ви оцінюєте свій рівень знань про ШІ?
4. Чи використовували ви коли-небудь інструменти, пов'язані зі штучним інтелектом (ChatGPT, Canva AI, Copilot, Perplexity тощо)?
5. Як ви вважаєте, чи може ШІ допомогти у вивченні біології?
6. Чи цікаво вам виконувати навчальні завдання з використанням ШІ?
7. Як часто ви дивитесь науково-популярні фільми або відео про природу, біологію, екологію?
8. Які теми з біології вам найбільше подобаються?
9. Як ви ставитесь до групових форм роботи (проект, дискусія, круглий стіл)?
10. Чи хотіли б ви більше дізнаватися про використання ШІ у повсякденному житті та науці?
11. Що, на вашу думку, може бути небезпечним або неправильним у використанні ШІ?
12. Як, на вашу думку, можна використати ШІ для покращення уроків біології?

Додаткові запитання для підсумкового анкетування (рефлексивні):

13. Що нового ви дізналися про штучний інтелект під час виконання завдань і проєктів? *(відкрите запитання)*
14. Які інструменти ШІ вам найбільше сподобалося використовувати (ChatGPT, Canva AI, Grok, MagicSchool AI тощо)? Чому? *(відкрите запитання)*
15. Як ви оцінюєте свій рівень умінь працювати з інструментами ШІ після експерименту?
 - Володію впевнено
 - Маю базові навички
 - Лише частково
 - Важко відповісти
16. Чи змінилося ваше ставлення до використання ШІ на уроках біології?
 - Так, ставлюся позитивніше
 - Залишилося без змін

- Ставлюся критичніше

17. Наскільки цікавішими стали для вас уроки біології завдяки використанню ІІІ?

- Значно цікавіші
- Трохи цікавіші
- Без змін
- Стало складніше

18. Що вам найбільше запам'яталося під час роботи з інструментами ІІІ?
(відкрите запитання)

19. Як ви оцінюєте власний розвиток після участі в експерименті?

- Стали більш компетентними
- З'явився інтерес до дослідницької роботи
- Відчули впевненість у роботі з новими технологіями

Додаток Г

Завдання з використанням інструментів ШІ**Завдання 1. Тема (з календарного плану): Вступ. Фундаментальні властивості живого**

Назва: Робочий аркуш і міні-проект «Ознаки живого та прикордонні випадки».

Створено за допомогою ШІ: текстові матеріали – ChatGPT; макет плаката «Ознаки живого» – Canva AI (інфографіка з 7 ознаками: клітинність, метаболізм, ріст і розвиток, самовідтворення, спадковість і мінливість, подразливість/саморегуляція, гомеостаз).

1) Мета й очікувані результати

- Сформувані вміння розпізнавати й аргументовано обґрунтовувати належність об'єкта до живого/неживого/«на межі».
- Розвинути навички класифікації, роботи з критеріями, логічного пояснення та наукової аргументації.
- Результати: учень (учениця) правильно застосовує мінімум 5 із 7 фундаментальних ознак живого; уміє інтерпретувати «прикордонні» приклади (вірус, насінина в спокої, кристали, вогонь, пріони, робот).

2) Організаційні параметри

- Форма: індивідуальна робота + коротка письмова мікрорефлексія.
- Час: 25–30 хв на аркуш + 10 хв на міні-проект (домашнє доопрацювання за бажанням).
- Матеріали: роздатковий аркуш (нижче), ручка/олівець; (опційно) друкований плакат Canva AI «Ознаки живого».

3) Роздатковий аркуш для учнів (повний текст).**А. Твердження «Правда / Неправда» (познач П/Н і коротко поясни)**

1. Кристали кухонної солі ростуть у перенасиченому розчині, отже вони належать до живого.
2. Метаболізм (обмін речовин і енергії) – універсальна ознака живих систем.
3. Віруси мають власний ферментативний обмін поза клітиною-хазяїном.
4. Насінина в стані спокою – живий об'єкт.
5. Будь-який об'єкт, що може рости, обов'язково є живим.
6. Гомеостаз – це підтримання відносної сталості внутрішнього середовища організму.

7. Наявність ДНК або РНК – достатня підстава для визнання об'єкта живим.
8. Лише клітинні форми мають спадковість і мінливість.
9. Вогонь «живиться», «росте» і «поширюється», тому це форма життя.
10. Подразливість і саморегуляція – характерні риси живого.

Для кожного твердження: П/Н і **1–2 речення пояснення**, спираючись на ознаки живого.

Формат відповіді (приклад запису): «3) Вірус грипу – на межі: (1) має генетичний матеріал (РНК) і здатний до реплікації лише в клітині; (2) немає власного метаболізму; (3) немає клітинної будови.»

В. Короткі відкриті запитання (наукове пояснення, 2–4 речення)

1. Чому насінина у стані спокою вважається живою, попри припинення активного метаболізму?
2. У чому принципова різниця між «ростом» кристалів і ростом живої клітини?
3. Поясніть, чому наявність ДНК/РНК не є самодостатнім критерієм «живого». Наведіть приклад.
4. Чому вогонь, попри «живлення» паливом і поширення, не відносять до живого?
5. У чому полягає «пограничність» вірусів відносно класифікації «живе/неживе»?
6. Поясніть, чому пріони спричиняють хвороби, хоч не мають нуклеїнових кислот.

Д. Мікрорефлексія (1–2 речення). Що виявилось найскладнішим у застосуванні ознак живого? Яку ознаку вважаєш **вирішальною** для розмежування «живого» і «неживого» у прикордонних випадках?

4) Еталон відповідей і критерії оцінювання

Еталон до розділу А (П/Н із поясненнями):

7. Неправда. Ріст кристалів – фізико-хімічний процес наростання ґратки, без клітинності й метаболізму.
8. Правда. Метаболізм – універсальна ознака живого (обмін речовин/енергії).
9. Неправда. Поза клітиною вірус не має власного метаболізму, реплікується лише в хазяїні.
10. Правда. Насінина зберігає життєздатність і потенціал метаболізму/поділу при набуванняванні.
11. Неправда. Ріст не є достатньою ознакою (приклад – кристали, вогонь).

12. Правда. Гомеостаз – підтримання стабільних параметрів внутрішнього середовища.

13. Неправда. Одна лише наявність нуклеїнових кислот не гарантує повного набору ознак живого (приклад – віруси).

14. Неправда. Спадковість і мінливість можливі і в неклітинних агентах (віруси), але це не дорівнює повноті ознак живого.

15. Неправда. Вогонь – явище окиснення, без клітин, без самовідтворення за біологічними механізмами.

16. Правда. Подразливість/саморегуляція – риси живого.

17. Неправда. Реакція робота – програмований алгоритм, немає метаболізму/клітинності.

18. Правда. Лишайники – живі симбіотичні організми (фотоавтотроф + гриб), утворюють стабільну біологічну систему.

Еталон до розділу Б (короткі відповіді):

1. Насінина – жива, бо зберігає метаболічний потенціал і генетичну програму; процеси мінімальні, але при зволоженні й умовах активуються.

2. Ріст кристалів – накладання молекул на ґратку; ріст клітини – біосинтез, поділ, регуляція геномом.

3. ДНК/РНК без клітинності/метаболізму – недостатньо (приклад – віруси мають геном, але не мають власного метаболізму).

4. Вогонь – швидке окиснення, без гомеостазу, спадковості та клітин, отже не живе.

5. Віруси «на межі»: геном і спадковість є, але немає власного метаболізму/клітинності; залежать від клітини-хазяїна.

6. Пріони – білки неправильної конформації, передають «інформацію» через структурну шаблонність, не мають геному.

Оцінювання (макс. 30 балів):

- Розділ А (12 тверджень): 12 балів (1 бал за правильну позначку + 0,5 за коректне пояснення; округлення до цілого).

- Розділ Б (12 об'єктів): 12 балів (0,5 за правильну категорію + 0,5–1 за 2–3 коректні аргументи).

- Розділ В (6 питань): 6 балів (по 1 балу за наукову, стислу відповідь).

- Шкала: 27–30 – високий; 22–26 – достатній; 17–21 – середній; ≤16 – початковий.

5) Диференціація та академічна доброчесність

- Підтримка: для учнів, яким складно, дозволяється користуватись плакатом Canva AI «Ознаки живого» (підказка, але не готова відповідь).

- Поглиблення: у міні-проєкті (розділ Г) учні можуть навести літературне посилання (науково-популярне джерело, підручник) на підтвердження власного висновку.

- Добросесність: відповіді мають бути власними формулюваннями; дослівне копіювання сторонніх джерел не зараховується.

б) Методичні примітки для вчителя

- Навчальний акцент – відтворення → застосування → аргументація. Особливо звернути увагу на «пограничні» випадки (віруси, пріони, насіння, вогонь, кристали, робот).

- За наявності часу – коротка дискусія «Які ознаки є необхідними і спільними для всіх живих систем?»

- Можна використати аркуш як нульову діагностику на початку розділу і повторно – після його завершення для відстеження приросту.



Інші завдання розміщені за QR-кодом: