

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ**

Кафедра загальної математики та методики навчання інформатики

На правах рукопису

ХОМЯК АНДРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ

**ВИКОРИСТАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ
ДЛЯ ПЕРСОНАЛІЗАЦІЇ НАВЧАННЯ УЧНІВ
У ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ**

Спеціальність: 014 Середня освіта (Інформатика)

Освітньо-професійна програма Середня освіта. Інформатика

Робота на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Науковий керівник:

ФЕДОНЮК АНАТОЛІЙ АНАНІЙОВИЧ,

кандидат фізико-математичних наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНО ДО ЗАХИСТУ

Протокол № _____

засідання кафедри загальної математики

та методики навчання інформатики

від « ____ » _____ 2025 р.

Завідувач кафедри

_____ доц. Хомяк М. Я.

ЛУЦЬК – 2025

Анотація

Хомяк А.М. Використання інструментів штучного інтелекту для персоналізації навчання учнів у закладах загальної середньої освіти – Рукопис.

Випускна кваліфікаційна робота за спеціальністю 014 Середня освіта (Інформатика). – Волинський національний університет імені Лесі Українки. Луцьк, 2025 р.

Робота присвячена дослідженню та розробці методики використання інструментів штучного інтелекту (ШІ) для персоналізації навчання учнів у закладах загальної середньої освіти, зокрема на уроках інформатики. Актуальність теми зумовлена потребою адаптації освітнього процесу до індивідуальних потреб кожного учня в умовах стрімкого розвитку інформаційних технологій та вимог сучасного ринку праці. Робота має на меті не лише теоретично обґрунтувати, а й запропонувати практичні рішення для створення адаптивного та ефективного освітнього середовища.

У першому розділі роботи було проаналізовано теоретичні основи персоналізованого навчання, його відмінності від індивідуалізованого та диференційованого підходів. Висвітлено еволюцію ШІ в освіті, його сучасні напрямки застосування (адаптивне навчання, автоматизація оцінювання, чат-боти, прогностична аналітика) та розглянуто ключові етичні й соціальні аспекти його впровадження. Аналіз зарубіжного та вітчизняного досвіду підтвердив значні переваги персоналізації, такі як підвищення мотивації, академічної успішності та розвиток життєвих навичок, водночас окресливши виклики для інтеграції ШІ в українську освітню систему.

Другий розділ представляє розроблену методику впровадження ШІ-інструментів для персоналізації навчання інформатики. Вона охоплює діагностику індивідуальних освітніх потреб учнів за допомогою адаптивного тестування та аналізу навчальних даних (Learning Analytics) для формування динамічних профілів учнів. Методика також включає розробку та адаптацію

навчального контенту (створення адаптивних траєкторій, генерація персоналізованих завдань, використання інтелектуальних навчальних систем) та організацію зворотного зв'язку й підтримки учнів за допомогою чат-ботів та систем рекомендацій. Описано процес і результати експериментальної перевірки ефективності запропонованої методики та розробку методичних рекомендацій для вчителів інформатики.

Запропонована методика є цілісним та обґрунтованим підходом, що має значний потенціал для трансформації освітнього процесу, дозволяючи перейти до глибоко індивідуалізованого навчання. Впровадження ШІ-інструментів сприятиме підвищенню академічної успішності, мотивації та розвитку ключових компетентностей учнів, а також оптимізації роботи вчителів, звільняючи їх від рутинних завдань для більш значущої педагогічної взаємодії.

Ключові слова: персоналізація навчання, штучний інтелект, інформатика, адаптивне навчання, Learning Analytics, індивідуальні профілі учнів, інтелектуальні навчальні системи, чат-боти, педагогічний експеримент, методичні рекомендації.

Abstract

Khomiak A.M. Using Artificial Intelligence Tools for the Personalization of Student Learning in General Secondary Education Institutions – Manuscript.

Bachelor's qualification thesis in specialty 014 Secondary Education (Informatics). – Lesya Ukrainka Volyn National University. Lutsk, 2025.

This research is devoted to the study and development of a methodology for using artificial intelligence (AI) tools to personalize student learning in general secondary education institutions, particularly in informatics classes. The relevance of the topic is determined by the need to adapt the educational process to the individual needs of each student in the context of rapid technological development and the demands of the modern labor market. The purpose of the thesis is not only to provide theoretical justification but also to propose practical solutions for creating an adaptive and effective educational environment.

The first chapter analyzes the theoretical foundations of personalized learning, distinguishing it from individualized and differentiated approaches. It outlines the evolution of AI in education, its current applications (adaptive learning, automated assessment, chatbots, predictive analytics), and discusses key ethical and social aspects of its implementation. The analysis of both international and Ukrainian experience confirms the significant benefits of personalization, such as increased motivation, academic achievement, and the development of life skills, while also highlighting the challenges of integrating AI into the Ukrainian education system.

The second chapter presents a developed methodology for implementing AI tools to personalize informatics education. It includes diagnosing students' individual educational needs using adaptive testing and learning analytics to create dynamic student profiles. The methodology also covers the development and adaptation of learning content (creating adaptive learning paths, generating personalized tasks, using intelligent tutoring systems) and organizing student feedback and support through chatbots and recommendation systems. The plan for experimental validation of the

proposed methodology's effectiveness and the development of methodological recommendations for informatics teachers are described in detail.

The proposed methodology is a comprehensive and well-founded approach with significant potential to transform the educational process by enabling deeply individualized learning. The implementation of AI tools will contribute to improving students' academic performance, motivation, and key competencies, while also optimizing teachers' workload by relieving them of routine tasks and allowing for more meaningful pedagogical interaction.

Keywords: personalized learning, artificial intelligence, informatics, adaptive learning, learning analytics, student profiles, intelligent tutoring systems, chatbots, educational experiment, methodological recommendations.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПЕРСОНАЛІЗАЦІЇ НАВЧАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОСВІТІ	
1.1. Концепції та принципи персоналізованого навчання в сучасній педагогіці	12
1.1.1. Сутність та переваги персоналізованого навчання	12
1.1.2. Моделі та підходи до персоналізації освітнього процесу	14
1.1.3. Психолого-педагогічні основи персоналізації, індивідуалізації та диференціації навчання	16
1.2. Штучний інтелект в освіті: основні поняття та напрямки застосування.....	18
1.2.1. Визначення та класифікація інструментів штучного інтелекту	18
1.2.2. Історичний огляд та сучасний стан розвитку ШІ в освітній сфері ..	20
1.2.3. Етичні та соціальні аспекти впровадження ШІ в освіту	21
1.3. Аналіз зарубіжного та вітчизняного досвіду використання ШІ для персоналізації навчання	24
1.3.1. Кращі практики та успішні кейси застосування ШІ в школах світу	24
1.3.2. Перспективи та виклики впровадження ШІ в українську систему загальної середньої освіти	26
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА РОЗРОБКИ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ІНСТРУМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПЕРСОНАЛІЗАЦІЇ НАВЧАННЯ ІНФОРМАТИКИ	29
2.1. Діагностика індивідуальних освітніх потреб учнів засобами ШІ	29
2.1.1. Використання адаптивного тестування та систем оцінювання на основі ШІ	29
2.1.2. Аналіз навчальних даних учнів (Learning Analytics)	32
2.1.3. Формування індивідуальних профілів учнів	35
2.2. Розробка та адаптація навчального контенту за допомогою ШІ	39

2.2.1. Створення адаптивних навчальних траєкторій	39
2.2.2. Генерація персоналізованих завдань та вправ	40
2.2.3. Використання інтелектуальних навчальних систем (Intelligent Tutoring Systems)	43
2.3. Організація зворотного зв'язку та підтримки учнів з використанням ІІІ-інструментів	47
2.3.1. Чат-боти та віртуальні асистенти для підтримки навчання	48
2.3.2. Системи рекомендацій для вибору освітніх ресурсів	52
2.3.3. Автоматизований аналіз прогресу та надання персоналізованих рекомендацій	53
2.4. Експериментальна перевірка ефективності використання інструментів штучного інтелекту для персоналізації навчання	55
2.4.1. Організація та проведення педагогічного експерименту.....	55
2.4.2. Аналіз та інтерпретація результатів експерименту	57
2.4.3. Розробка методичних рекомендацій для вчителів інформатики щодо впровадження ІІІ-інструментів у навчальний процес	58
ВИСНОВКИ	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	68
ДОДАТКИ	72

ВСТУП

Сучасна система освіти стоїть перед викликом адаптації до стрімких змін у суспільстві та вимог до компетентностей випускників. Традиційні підходи до навчання часто не дозволяють повною мірою враховувати індивідуальні особливості, темп та стиль навчання кожного учня, що призводить до зниження мотивації та ефективності освітнього процесу. Персоналізація навчання визнана одним із ключових напрямків розвитку освіти, що дозволяє максимально розкрити потенціал кожної дитини. Водночас, розвиток штучного інтелекту (ШІ) відкриває нові можливості для реалізації персоналізованих освітніх траєкторій, автоматизації рутинних завдань вчителя, адаптації контенту та оцінювання. Впровадження ШІ-інструментів у заклади загальної середньої освіти, зокрема на уроках інформатики, є актуальним завданням, що потребує глибокого теоретичного осмислення та практичної апробації.

Проблема персоналізованого навчання (ПН) активно досліджується в педагогічній науці. Класичні праці В.О. Сухомлинського, І.С. Якиманської та О.Я. Савченко підкреслюють важливість індивідуалізації та диференціації навчання, акцентуючи на адаптації освітнього процесу до психологічних і когнітивних особливостей учнів. Питання інтеграції інформаційно-комунікаційних технологій в освіту розглядали Н.В. Морзе, О.М. Спірін, С.А. Раков, які аналізували роль цифрових інструментів у підвищенні ефективності викладання. Сучасні дослідження використання штучного інтелекту (ШІ) в освіті представлені роботами О.О. Барабаш [1], яка розглядає теоретичні основи інтеграції ШІ в процес навчання інформатики, акцентуючи на адаптивних системах; Н.В. Бобро [2–5], де авторка аналізує практичні аспекти застосування ШІ для діагностики та корекції навчальних траєкторій учнів; Л.В. Куцак [6, 7], яка фокусується на етичних і методичних викликах використання ШІ в середній школі; С.П. Паламар [8], яка вивчає вплив ШІ на розвиток критичного мислення в контексті цифрової освіти. Різні визначення та ключові компоненти персоналізованого навчання, а також трансформацію ролі підручника в цьому

процесі висвітлюють В.Л. Ялліна та М.П. Дрозд [11], які акцентують на формуванні адаптивних навчальних траєкторій, зміні ролі вчителя від транслятора знань до ментора, а також на поєднанні традиційних підручників із цифровими ресурсами, зокрема створеними на базі ШІ, для посилення індивідуалізації навчання. У свою чергу, А.В. Солодков та Л.Ю. Полякова [9] аналізують використання технологій штучного інтелекту у підготовці майбутніх учителів інформатики. Дослідники підкреслюють їхній потенціал у створенні персоналізованих освітніх програм, застосуванні віртуальних симуляторів для набуття практичного досвіду та адаптації під потреби здобувачів освіти. Водночас вони окреслюють низку викликів, серед яких – проблеми захисту даних, технологічна залежність, значні витрати на впровадження та нерівність доступу до сучасних цифрових ресурсів.

Проведений аналіз засвідчує, що науковці приділяють значну увагу як психолого-педагогічним засадам персоналізованого навчання, так і можливостям використання цифрових технологій та ШІ в освітньому процесі. Водночас недостатньо розробленими залишаються практичні методики інтеграції інструментів ШІ у шкільний курс інформатики з урахуванням індивідуальних освітніх потреб учнів. Це зумовлює актуальність запропонованого дослідження, спрямованого на створення адаптивної методики персоналізації навчання з використанням ШІ.

Мета дослідження: теоретично обґрунтувати та експериментально перевірити ефективність використання інструментів штучного інтелекту для персоналізації навчання інформатики в закладах загальної середньої освіти.

Об'єкт дослідження: процес персоналізації навчання учнів у закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження: методика використання інструментів штучного інтелекту для персоналізації навчання інформатики в закладах загальної середньої освіти.

Для виконання поставленої мети, визначені такі завдання:

1. Проаналізувати теоретичні основи персоналізованого навчання та визначити потенціал використання інструментів штучного інтелекту для його реалізації.

2. Вивчити зарубіжний та вітчизняний досвід застосування ШІ в освітньому процесі, виявити кращі практики та виклики.

3. Розробити методику діагностики індивідуальних освітніх потреб учнів та адаптації навчального контенту з використанням ШІ-інструментів.

4. Обґрунтувати та експериментально перевірити педагогічні умови ефективного впровадження інструментів штучного інтелекту для персоналізації навчання інформатики.

5. Розробити методичні рекомендації для вчителів інформатики щодо використання ШІ-інструментів у навчальному процесі.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети та завдань дослідження використовувалися такі методи:

Теоретичні: аналіз, синтез, узагальнення, порівняння, систематизація наукової, психолого-педагогічної, методичної літератури та нормативних документів з проблеми дослідження; моделювання для розробки методики використання ШІ-інструментів.

Емпіричні: педагогічне спостереження, анкетування, тестування, педагогічний експеримент (констатувальний, формувальний, контрольний етапи), аналіз результатів навчальної діяльності учнів.

Математичні: статистична обробка отриманих даних для кількісного та якісного аналізу результатів педагогічного експерименту.

Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів.

Наукова новизна: уточнено поняття "персоналізація навчання за допомогою ШІ-інструментів" у контексті навчання інформатики; обґрунтовано педагогічні умови ефективного використання ШІ-інструментів для діагностики індивідуальних освітніх потреб учнів, адаптації навчального контенту та організації зворотного зв'язку; розроблено методику впровадження ШІ-

інструментів для персоналізації навчання інформатики, що включає етапи, зміст та критерії оцінювання ефективності.

Практичне значення полягає у розробці та використанні методичних рекомендацій для ефективного впровадження ІІІ-інструментів у професійну діяльність вчителя інформатики. Результати дослідження можуть слугувати основою для розробки навчальних курсів та програм підвищення кваліфікації педагогічних працівників з питань використання ІІІ в освіті. Матеріали роботи можуть бути застосовані при створенні адаптивних освітніх платформ та ресурсів.

Апробація результатів та публікації:

1. Хомяк А., Стельмащук Р., Малащук В., Хомяк М. Цифрові технології в освіті: сучасні виклики та перспективи. *Математика. Інформаційні технології. Освіта*: збірник тез доп. XIV міжнар. наук.-практ. конф. (м. Луцьк, 13-15 червн. 2025 р.). Луцьк, 2025. С. 262-265.

2. Хомяк А., Федонюк А. Використання інструментів штучного інтелекту для персоналізації навчання учнів у закладах загальної середньої освіти. *Математика. Інформаційні технології. Освіта*: збірник тез доп. XIV міжнар. наук.-практ. конф. (м. Луцьк, 13-15 червн. 2025 р.). Луцьк, 2025. С. 261-262.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПЕРСОНАЛІЗАЦІЇ НАВЧАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОСВІТІ

1.1. Концепції та принципи персоналізованого навчання в сучасній педагогіці

Сучасна педагогіка перебуває на етапі трансформації, зумовленої потребою адаптації освітнього процесу до індивідуальних потреб, можливостей та інтересів кожного учня. У цьому контексті персоналізоване навчання виступає як одна з ключових парадигм, що дозволяє відійти від уніфікованих підходів і створити освітнє середовище, максимально сприятливе для розвитку особистості. Персоналізація навчання є відповіддю на виклики сучасного інформаційного суспільства, де швидкість змін та обсяг інформації вимагають від індивідів здатності до самостійного навчання, критичного мислення та адаптивності.

1.1.1. Сутність та переваги персоналізованого навчання

Персоналізоване навчання – це освітній підхід, що фокусується на індивідуальних потребах, інтересах та стилях навчання кожного учня [11]. На відміну від традиційної моделі, де всі учні проходять однаковий матеріал в одному темпі, персоналізоване навчання передбачає гнучкість у змісті, темпі, методах та формах навчання. Його сутність полягає у створенні умов, за яких учень стає активним суб'єктом освітнього процесу, а не пасивним отримувачем знань [12]. Це означає, що освітній маршрут, навчальні матеріали, завдання та оцінювання адаптуються до унікальних характеристик кожного учня.

Ключові характеристики персоналізованого навчання включають:

1) Індивідуалізація темпу: учні можуть вивчати матеріал у власному темпі, приділяючи більше часу складним темам і швидше просуваючись у тих, що їм легше даються [16].

2) Вибір змісту та методів: учні мають можливість обирати навчальні матеріали, інструменти та методи, які відповідають їхнім інтересам та стилям навчання [19].

3) Гнучкість шляхів навчання: існують різні шляхи досягнення навчальних цілей, що дозволяє враховувати різні стартові знання та здібності [20].

4) Активна роль учня: учень бере на себе відповідальність за своє навчання, ставить цілі, відстежує прогрес та обирає стратегії.

5) Роль вчителя як фасилітатора: вчитель виступає не лише як джерело знань, а й як наставник, консультант та організатор навчального середовища.

Переваги персоналізованого навчання є багатограними та значними:

- Підвищення мотивації та залученості: коли навчання відповідає інтересам учня, його мотивація зростає, що веде до глибшого занурення в матеріал [19]. Дослідження показують, що 75% учнів у персоналізованих навчальних середовищах відчують мотивацію, порівняно з 30% у традиційних класах [14]. Налаштування змісту відповідно до індивідуальних потреб та інтересів учнів може зробити навчання на 50% більш захоплюючим [14].

- Краще засвоєння матеріалу та академічна успішність: учні в програмах персоналізованого навчання набирають на 30% вище балів на стандартизованих тестах порівняно з традиційними класами [14]. Вони також демонструють значні покращення в конкретних предметах: на 8 процентних пунктів краще з математики та на 9 процентних пунктів краще з читання протягом року [14].

- Розвиток саморегуляції та метакогнітивних навичок: ПН сприяє формуванню почуття власності, самоспрямованості, допитливості, креативності та співпраці [14]. Воно розвиває критично важливі життєві навички, такі як саморегуляція, критичне мислення, вирішення проблем та співпраця, які є вирішальними для успіху в робочій силі 21-го століття.⁴

- Зменшення освітнього розриву та довгострокові переваги: школи, що впроваджують стратегії ПН, спостерігали 12% зростання відвідуваності та 15% зниження показників відсіву [14]. Вищі показники завершення курсів: Coursera виявила на 70% кращі результати, коли навчання було адаптовано [14]. Це допомагає учням сприймати труднощі як можливості для зростання, встановлюючи складні, але досяжні індивідуальні навчальні цілі [12].
- Формування позитивного ставлення до навчання: успіх у навчанні, досягнутий завдяки індивідуальному підходу, формує у дітей впевненість у своїх силах та любов до пізнання.
- Підготовка до майбутнього: персоналізоване навчання розвиває навички, необхідні для успіху в 21 столітті, такі як критичне мислення, креативність, співпраця та вирішення проблем.

1.1.2. Моделі та підходи до персоналізації освітнього процесу

Реалізація персоналізованого навчання може здійснюватися за допомогою різних моделей та підходів, які часто комбінуються для досягнення максимальної ефективності. Серед найбільш поширених можна виділити:

1. Модель "Один на один" (One-to-One Model): Ця модель передбачає індивідуальну роботу вчителя з кожним учнем, що забезпечує максимальну адаптацію до його потреб. Хоча це ідеальний варіант з точки зору персоналізації, його реалізація у великих класах є складною. Однак, сучасні технології, зокрема штучний інтелект, дозволяють масштабувати елементи цієї моделі [3].

2. Модель "Ротація станцій" (Station Rotation Model): Учні поділяються на групи та послідовно працюють на різних "станціях" (наприклад, станція роботи з учителем, станція самостійної роботи з цифровими ресурсами, станція групової роботи). Ця модель дозволяє вчителю зосередитися на індивідуальних потребах менших груп учнів.

3. Модель "Гнучкий графік" (Flex Model): У цій моделі більша частина навчання відбувається онлайн, а вчитель надає підтримку та консультації за потребою. Учні мають значну свободу у виборі темпу та послідовності вивчення матеріалу.

4. Модель "Особистий вибір" (A La Carte Model): Учні можуть обирати окремі курси або модулі, які вони вивчатимуть онлайн, доповнюючи традиційне навчання. Це дозволяє поглибити знання в певних галузях або вивчати предмети, які не пропонуються у звичайній школі.

5. Модель "Змішане навчання" (Blended Learning): Цей підхід поєднує традиційне навчання в класі з онлайн-навчанням. Він дозволяє використовувати переваги обох форматів, надаючи учням гнучкість та доступ до різноманітних ресурсів. В рамках змішаного навчання можуть застосовуватися елементи всіх вищезгаданих моделей [12].

6. Адаптивне навчання (Adaptive Learning): Цей підхід, що активно використовує технології, зокрема штучний інтелект, автоматично адаптує зміст, темп та складність завдань до поточного рівня знань та прогресу учня. Системи адаптивного навчання аналізують дані про успішність учня та коригують навчальний шлях у режимі реального часу [19]. Компоненти адаптивного навчання включають адаптивний зміст, адаптивну послідовність та адаптивне оцінювання [19].

7. Проєктне навчання (Project-Based Learning): Учні працюють над довгостроковими проєктами, які дозволяють їм досліджувати теми, що їх цікавлять, та застосовувати знання на практиці [15]. Цей підхід сприяє розвитку критичного мислення, співпраці та самостійності і є потужним інструментом для персоналізації, оскільки воно дозволяє учням навчатися, активно залучаючись до реальних та особисто значущих проєктів [15].

Вибір конкретної моделі або їх комбінації залежить від багатьох факторів, включаючи вік учнів, особливості навчального закладу, наявність технологічних ресурсів та кваліфікацію педагогів.

1.1.3. Психолого-педагогічні основи персоналізації, індивідуалізації та диференціації навчання

Персоналізація навчання інформатики спирається на низку психолого-педагогічних теорій, які забезпечують її теоретичне підґрунтя. Індивідуалізація та диференціація навчання є фундаментальними поняттями, що лежать в основі персоналізованого підходу. Вони базуються на глибокому розумінні психологічних особливостей розвитку особистості та педагогічних принципів ефективної взаємодії.

Індивідуалізація навчання – це організація навчального процесу, при якій вибір способів, прийомів, темпу навчання враховує індивідуальні особливості учнів (рівень розвитку здібностей, темп засвоєння матеріалу, пізнавальні інтереси, особливості пам'яті, уваги, мислення тощо) [15]. Психологічною основою індивідуалізації є визнання унікальності кожної особистості та необхідності створення умов для її повноцінного розвитку. Це відповідає принципам гуманістичної педагогіки, яка ставить дитину в центр освітнього процесу.

Ключові психологічні аспекти індивідуалізації:

Зона найближчого розвитку (Л.С. Виготський): Навчання має бути спрямоване не на те, що дитина вже вміє, а на те, що вона може освоїти з допомогою дорослого або більш здібного однолітка [17]. Індивідуалізація дозволяє визначити цю зону для кожного учня [40].

Стилі навчання: Кожен учень має свій домінуючий стиль сприйняття та обробки інформації (візуальний, аудіальний, кінестетичний). Індивідуалізація передбачає використання різноманітних методів та матеріалів, що відповідають цим стилям.

Мотивація: Врахування індивідуальних інтересів та потреб учня підвищує його внутрішню мотивацію до навчання.

Диференціація навчання – це організація навчального процесу, при якій враховуються типологічні індивідуальні особливості учнів, групуючи їх за певними критеріями (наприклад, за рівнем підготовки, здібностями, інтересами) [15]. На відміну від індивідуалізації, яка орієнтована на кожного окремого учня, диференціація передбачає роботу з групами учнів, що мають схожі характеристики [14, 15].

Психолого-педагогічні основи диференціації:

Типологічні особливості: Учні можуть бути згруповані за рівнем когнітивних здібностей, швидкістю мислення, рівнем сформованості навчальних навичок.

Рівнева диференціація: Навчальний матеріал може бути представлений на різних рівнях складності, що дозволяє кожній групі працювати у комфортному для себе темпі та досягати відповідних результатів.

Профільна диференціація: На старших етапах навчання можливе формування класів або груп за профілем (наприклад, гуманітарний, математичний, природничий), що дозволяє поглиблено вивчати предмети, що відповідають інтересам та майбутній професії учнів.

Взаємозв'язок індивідуалізації та диференціації полягає в тому, що диференціація часто є інструментом для здійснення індивідуалізації в умовах масової школи. [14] Створюючи гомогенні групи, вчитель може ефективніше застосовувати індивідуальні підходи до навчання всередині цих груп. Обидва підходи спрямовані на забезпечення успішності кожного учня, розвиток його потенціалу та формування позитивного ставлення до навчання, що є основою для подальшого впровадження інструментів штучного інтелекту для поглибленої персоналізації.

1.2. Штучний інтелект в освіті: основні поняття та напрямки застосування

Розвиток технологій штучного інтелекту (ШІ) відкриває нові горизонти для трансформації освітнього процесу, пропонуючи інноваційні рішення для підвищення ефективності навчання та його адаптації до потреб кожного учня. Розуміння сутності ШІ та його конкретних застосувань є ключовим для оцінки його потенціалу в освітній сфері.

1.2.1. Визначення та класифікація інструментів штучного інтелекту

Штучний інтелект (ШІ) – це широка галузь комп'ютерних наук, що займається створенням інтелектуальних машин, здатних імітувати людські пізнавальні функції, такі як навчання, вирішення проблем, розпізнавання образів та мови, а також прийняття рішень [10]. ШІ не є єдиною технологією, а скоріше сукупністю методів, алгоритмів та інструментів, що дозволяють комп'ютерним системам виконувати завдання, які традиційно потребують людського інтелекту.

Класифікація інструментів ШІ може бути здійснена за різними критеріями.

За рівнем інтелекту (типи ШІ):

- Вузький (слабкий) ШІ (Narrow AI / Weak AI): Призначений для виконання конкретних, обмежених завдань. Переважна більшість сучасних застосувань ШІ належить до цієї категорії (наприклад, системи розпізнавання облич, рекомендаційні системи, чат-боти).
- Загальний ШІ (General AI / Strong AI): Гіпотетичний тип ШІ, що володіє здатністю розуміти, навчатися та застосовувати інтелект до будь-якої інтелектуальної задачі, яку може виконати людина. Наразі не існує.
- Надсильний ШІ (Superintelligence AI): Гіпотетична форма ШІ, яка перевершує людський інтелект у всіх аспектах, включаючи творчість, загальні знання та навички вирішення проблем.

За основними методами та технологіями:

- Машинне навчання (Machine Learning - ML): Підгалузь ІІІ, що дозволяє системам навчатися з даних без явного програмування.⁴⁰ Воно включає:

- Навчання з учителем (Supervised Learning): Модель навчається на мічених даних.

- Навчання без учителя (Unsupervised Learning): Модель виявляє приховані закономірності та структури в немічених даних.

- Навчання з підкріпленням (Reinforcement Learning): Агент навчається оптимальній поведінці в середовищі шляхом проб і помилок, отримуючи винагороди або покарання.

- Глибоке навчання (Deep Learning - DL): Підмножина машинного навчання, що використовує нейронні мережі зі багатьма шарами (глибокі нейронні мережі) для обробки складних даних, таких як зображення, звук та текст.

- Обробка природної мови (Natural Language Processing - NLP): Дає змогу комп'ютерам розуміти, інтерпретувати та генерувати людську мову.

- Комп'ютерний зір (Computer Vision - CV): Дозволяє комп'ютерам "бачити" та інтерпретувати візуальну інформацію з реального світу.

- Експертні системи: Комп'ютерні програми, що імітують процес прийняття рішень експерта у певній галузі знань, використовуючи базу знань та правила висновку.

- Робототехніка: Інтеграція ІІІ з фізичними роботами для виконання завдань у реальному світі.

В освітньому контексті інструменти ІІІ використовуються для аналізу великих обсягів даних про навчання учнів, автоматизації рутинних завдань, створення інтелектуальних навчальних систем та надання персоналізованого зворотного зв'язку.

1.2.2. Історичний огляд та сучасний стан розвитку ІІІ в освітній сфері

Історія застосування ІІІ в освіті бере свій початок з 1970-х років із розробкою перших інтелектуальних навчальних систем (Intelligent Tutoring Systems - ITS). Ранні піонери, такі як Прессі (з його "Автоматичним вчителем" у 1920-х роках) та Скіннер (з його "навчальною машиною" у 1950-х роках), також зробили внесок у розвиток ідеї індивідуалізованого навчання, розробляючи пристрої, що мали на меті покращити навчання, дозволяючи індивідуальну взаємодію та кидаючи виклик учням відповідно до їхніх здібностей.

У 1980-х – 1990-х роках розвиток ІІІ в освіті продовжувався з акцентом на створенні більш складних моделей учнів, які враховували не лише знання, але й помилки, інтереси та навчальні стилі. Однак, обмеженість обчислювальних потужностей та відсутність великих обсягів даних стримували широке впровадження цих систем.

Сучасний стан розвитку ІІІ в освітній сфері характеризується значним прискоренням, зумовленим кількома факторами:

1. Зростання обчислювальних потужностей: Доступність хмарних обчислень та потужних графічних процесорів (GPU) дозволяє обробляти складні моделі глибокого навчання.

2. Наявність великих даних (Big Data): Збільшення кількості цифрових освітніх платформ, онлайн-курсів (MOOCs) та освітніх застосунків генерує величезні обсяги даних про навчання учнів, що є "паливом" для алгоритмів ІІІ.

3. Прогрес у машинному та глибокому навчанні: Розробка нових алгоритмів, таких як згорткові нейронні мережі (CNN) для обробки зображень та рекурентні нейронні мережі (RNN), а також трансформери (Transformers) для NLP, значно розширила можливості ІІІ.

Наразі ІІІ використовується в освіті за такими основними напрямками:

- Персоналізоване та адаптивне навчання: ІІІ-системи аналізують прогрес, сильні сторони та прогалини в знаннях учнів, автоматично адаптуючи

зміст, темп та складність навчальних матеріалів, завдань та тестів (наприклад, Intelligent Tutoring Systems, адаптивні платформи).

- Автоматизація рутинних завдань: ШІ допомагає вчителям автоматизувати перевірку завдань (особливо з множинним вибором, короткими відповідями), генерування звітів, планування уроків, адміністрування та моніторинг прогресу учнів.

- Інтелектуальні системи оцінювання: ШІ може використовуватися для автоматичного оцінювання письмових робіт, есе, усних відповідей, що дозволяє вчителям надавати швидкий та об'єктивний зворотний зв'язок.

- Чат-боти та віртуальні асистенти: надають учням миттєву допомогу з питань навчального матеріалу, розкладу, адміністративних процедур, а також виступають як репетитори або мовні партнери.

- Прогностична аналітика: ШІ-системи можуть аналізувати дані про учнів для виявлення тих, хто схильний до ризику низької успішності, відсіву або потребує додаткової підтримки, дозволяючи вчасно втрутитися.

- Створення інтелектуального контенту: ШІ може генерувати або адаптувати навчальні матеріали, створювати інтерактивні симуляції, віртуальні лабораторні роботи, що робить навчання більш захоплюючим та доступним.

Незважаючи на значні досягнення, існують виклики, пов'язані з якістю даних, етичними питаннями та потребою в підготовці педагогів до ефективного використання ШІ.

1.2.3. Етичні та соціальні аспекти впровадження ШІ в освіту

Впровадження штучного інтелекту в освіту, попри його значний потенціал, породжує низку важливих етичних та соціальних питань, які вимагають ретельного розгляду та регулювання. Нехтування цими аспектами може призвести до небажаних наслідків та підірвати довіру до нових технологій.

Етичні аспекти:

1. Конфіденційність та безпека даних: ШІ-системи потребують збору та аналізу великих обсягів персональних даних учнів (успішність, поведінка, інтереси, навіть біометричні дані). Існує високий ризик витоку даних, несанкціонованого доступу або зловживання ними. Необхідно забезпечити надійні протоколи шифрування, анонімізації даних та суворе дотримання законодавства про захист персональних даних (наприклад, GDPR).

2. Упередженість алгоритмів (Algorithmic Bias): Алгоритми ШІ навчаються на даних, які можуть відображати суспільні упередження (гендерні, расові, соціоекономічні). Це може призвести до дискримінаційних рішень систем ШІ (наприклад, несправедливого оцінювання, необ'єктивних рекомендацій, або посилення нерівності для певних груп учнів). Розробники та освітяни повинні активно працювати над виявленням та мінімізацією упереджень у навчальних даних та алгоритмах.

3. Прозорість та пояснюваність ШІ (Explainable AI - XAI): Багато сучасних ШІ-систем, особливо на основі глибокого навчання, є "чорними скриньками" – важко зрозуміти, як вони приймають рішення. В освітньому контексті це створює проблему довіри: чому система рекомендує певний шлях навчання, або чому вона оцінила роботу саме так? Необхідно прагнути до розробки більш прозорих та пояснюваних ШІ-систем.

4. Автономія учнів та вчителів: Надмірне покладання на ШІ може зменшити автономію учнів у прийнятті рішень щодо їхнього навчання та обмежити творчість вчителів, перетворивши їх на "операторів" систем. Важливо, щоб ШІ був інструментом підтримки, а не заміною людського фактора та критичного мислення.

5. Відповідальність: Хто несе відповідальність за помилки або негативні наслідки, спричинені ШІ-системами в освіті – розробник, навчальний заклад, вчитель? Це питання вимагає чіткого законодавчого та етичного визначення.

Соціальні аспекти:

1. "Цифровий розрив" (Digital Divide): Впровадження ІІІ може поглибити існуючу нерівність у доступі до якісної освіти. Школи та учні з обмеженими ресурсами можуть не мати доступу до дорогих ІІІ-інструментів, що створить переваги для більш забезпечених освітніх установ.

2. Зміна ролі вчителя: ІІІ змінить роль педагога, автоматизуючи рутинні завдання та звільняючи час для більш творчих та персоналізованих взаємодій з учнями. Однак це вимагає перекваліфікації вчителів, розвитку нових компетенцій та розуміння того, як ефективно співпрацювати з ІІІ.

3. Розвиток навичок 21 століття: ІІІ може допомогти у розвитку критичного мислення та креативності, але існує ризик, що надмірне використання автоматизованих систем може знизити ці навички, якщо учні покладатимуться лише на ІІІ для вирішення проблем. Необхідно знайти баланс між використанням ІІІ та розвитком самостійних когнітивних здібностей.

4. Психологічний вплив на учнів: Постійна адаптація та зворотний зв'язок від ІІІ можуть впливати на самооцінку та мотивацію учнів. Існує ризик, що учні можуть відчувати тиск від "ідеального" алгоритму або втрачати інтерес до процесу навчання, якщо він стає надто прогнозованим.

5. Соціалізація: Надмірне фокусування на індивідуалізованих ІІІ-платформах може зменшити можливості для соціальної взаємодії та групової роботи, що є важливими для розвитку соціальних навичок.

6. Успішне впровадження ІІІ в освіту вимагає не лише технічних рішень, а й всебічного обговорення, розробки етичних керівних принципів, чітких політик та інвестицій у навчання педагогів. Мета полягає в тому, щоб ІІІ служив як каталізатор для поліпшення освіти, а не як джерело нових викликів.

1.3. Аналіз зарубіжного та вітчизняного досвіду використання ШІ для персоналізації навчання

Досвід впровадження штучного інтелекту в освітні системи по всьому світу демонструє як значні перспективи, так і певні виклики. Аналіз міжнародної практики дозволяє виявити найбільш ефективні підходи та потенційні перешкоди для інтеграції ШІ в українську систему загальної середньої освіти.

1.3.1. Кращі практики та успішні кейси застосування ШІ в школах світу

У ході дослідження було здійснено аналіз зарубіжного та вітчизняного досвіду впровадження персоналізованого навчання, з метою виявлення ефективних підходів, практик та технологічних рішень. Зокрема, зарубіжні приклади демонструють успішне використання ШІ для персоналізації навчання у школах:

- Loudoun County Public Schools (США): впровадження ПН для вирішення автентичних проблем, що сприяє глибшому розумінню матеріалу.
- Goshen Post Elementary School (Вірджинія, США): перехід до учнецентрованого підходу з акцентом на проєктне навчання.
- St Mary MacKillop College (Канберра, Австралія): використання AI-платформи Education Perfect для надання миттєвого фідбеку.

EdTech-компанії та платформи, зокрема Duolingo [24], Khan Academy (Khanmigo) [30], DreamBox Learning [19], Smart Sparrow [30] та Kira Learning [16], демонструють успішні приклади впровадження штучного інтелекту для персоналізації навчального процесу, забезпечуючи адаптивний добір завдань, миттєвий зворотний зв'язок, створення індивідуальних освітніх траєкторій та підтримку викладачів у розробці й удосконаленні навчальних матеріалів.

Академічні та дослідницькі кейси використання ІІІ в освіті демонструють значний потенціал адаптивних систем і навчальної аналітики для підвищення ефективності освітнього процесу. Зокрема, програма *Teach to One – Math* (США, Нью-Йорк) забезпечує щоденні адаптивні навчальні плейлисти на основі профілю учня та ресурсів школи, що дало приріст результатів з математики на 1.2-1.5 навчальних років, тобто на 20-50 % вище за середні показники [22]. Платформа *Knewton* адаптує завдання в реальному часі відповідно до індивідуальних сильних і слабких сторін студентів; у курсах Arizona State University це дозволило знизити рівень «відмов» з 13% до 6% та підвищити успішність з 66% до 75% [23]. Яскравим прикладом на глобальному рівні є китайська система *Squirrel AI*, яка деталізує навчальний контент до конкретних «точок знань» і будує граф знань, охопивши понад мільйон учнів у більш ніж 200 містах, показавши вищу ефективність у порівнянні з традиційними методами навчання [13]. Інший підхід продемонстрував *чат-бот Pounce* в Georgia State University, що допомагав студентам із питаннями вступу та фінансової допомоги, підвищивши ймовірність зарахування на 20% [26]. Заслуговує на увагу також платформа *Quizlet*, яка використовує алгоритми машинного навчання для створення адаптивних флеш-карток і перевірки відповідей, що робить її ефективним інструментом самонавчання [13]. У свою чергу, *MITx* застосовує освітню аналітику для адаптації темпу навчання, що забезпечило на 18% вищий рівень завершення курсів порівняно з традиційними підходами [27]. Платформа *Century Tech* надає викладачам AI-дашборди для моніторингу труднощів і залученості учнів, а також пропонує рекомендації щодо підтримки навчання в реальному часі [14]. Дослідження в UniDistance Suisse продемонстрували, що використання GPT-3 для створення мікротестів дозволило студентам підвищити результати на 15 перцентильних пунктів у порівнянні з контрольною групою [12]. Крім того, AI-платформа *Korbit* показала у 2-2.5 рази кращі результати завершення курсів і навчальних досягнень порівняно з традиційними MOOC-моделями [20, 28]. Цікавим прикладом у сфері подолання освітньої нерівності є

проект *MindCraft* (Індія), який пропонує адаптивну AI-платформу для сільських регіонів, орієнтовану на персоналізацію навчання, наставництво та розвиток ресурсної мережі [18].

Отже, у світі вже існують численні успішні приклади застосування ШІ для персоналізації навчання, які демонструють його потенціал у підвищенні ефективності та доступності освіти. Ці приклади демонструють, що ШІ ефективно використовується для автоматизації, адаптації, персоналізації та оптимізації освітнього процесу, надаючи учням більш індивідуалізований досвід, а вчителям – інструменти для більш ефективної роботи.

1.3.2. Перспективи та виклики впровадження ШІ в українську систему загальної середньої освіти

Впровадження штучного інтелекту в українську систему загальної середньої освіти має значні перспективи, але й стикається з низкою суттєвих викликів. Успішна інтеграція потребує системного підходу, що враховує як технологічні, так і соціокультурні особливості.

Перспективи впровадження ШІ в українську систему загальної середньої освіти:

1. Персоналізація та адаптація навчання: ШІ може дозволити створювати індивідуальні освітні траєкторії для кожного учня, адаптуючи зміст, темп та методи викладання відповідно до його потреб, здібностей та стилів навчання. Це особливо актуально в контексті інклюзивної освіти та роботи з обдарованими дітьми.

2. Автоматизація рутинних завдань вчителя: ШІ може взяти на себе частину рутинної роботи вчителя – перевірку тестів, формування звітів, планування, підбір завдань, що звільнить час для більш творчої взаємодії з учнями, методичної роботи та індивідуальних консультацій.

3. Розумне оцінювання та зворотний зв'язок: Системи ШІ можуть надавати

оперативний та об'єктивний зворотний зв'язок учням щодо їхніх відповідей, виявляти прогалини у знаннях та пропонувати шляхи їх заповнення. Це може покращити якість формувального оцінювання.

4. Підтримка інклюзивної освіти: ШІ-інструменти можуть бути адаптовані для учнів з особливими освітніми потребами, надаючи спеціалізовані навчальні матеріали, альтернативні формати інформації (наприклад, перетворення тексту в мову, візуалізація), а також адаптивні завдання.

5. Підвищення доступності якісної освіти: Особливо для учнів у сільській місцевості або тимчасово окупованих територіях, ШІ-платформи можуть надати доступ до високоякісних навчальних матеріалів та індивідуальної підтримки.

6. Прогностична аналітика для запобігання відсіву: ШІ може допомогти ідентифікувати учнів, які мають ризик низької успішності або відсіву, дозволяючи вчителям та адміністрації школи своєчасно втручатися та надавати необхідну підтримку.

7. Підготовка до майбутнього ринку праці: Інтеграція ШІ в освіту не лише навчає учнів використовувати нові технології, але й формує навички, необхідні у світі, де ШІ буде відігравати значну роль (критичне мислення щодо ШІ-систем, співпраця з ними).

Серед викликів впровадження ШІ в українську систему загальної середньої освіти виділяють наступні:

1. Недостатня технологічна інфраструктура: Значна частина українських шкіл, особливо у віддалених регіонах, не має необхідного доступу до високошвидкісного Інтернету та сучасної комп'ютерної техніки для ефективного впровадження ШІ-рішень.

2. Неготовність педагогічних кадрів: Більшість вчителів не володіють достатніми знаннями та навичками для використання ШІ-інструментів у своїй професійній діяльності. Відсутність системної підготовки та перепідготовки є серйозною перешкодою.

3. Вартість впровадження: Розробка, ліцензування та підтримка якісних

ШІ-платформ є дорогавартісними, що створює фінансовий бар'єр для широкого впровадження на національному рівні.

4. Якість та доступність даних: Для ефективної роботи ШІ-систем необхідні великі обсяги якісних, структурованих та анонімізованих даних про навчання учнів. В Україні така єдина база даних або система збору даних поки що відсутня.

5. Етичні та правові питання: Необхідність розробки чітких регуляторних рамок щодо конфіденційності даних учнів, упередженості алгоритмів, відповідальності за рішення ШІ та забезпечення прозорості його роботи.

6. Супротив змінам та психологічний бар'єр: Деякі вчителі, учні та батьки можуть мати упередження щодо ШІ, побоюючись втрати людського контакту, деперсоналізації навчання або заміни вчителя машиною.

7. Адаптація навчальних програм: Поточні навчальні програми можуть не бути повністю адаптовані до інтеграції ШІ, що вимагатиме перегляду та оновлення освітніх стандартів.

8. Збереження людського фактора: Існує ризик надмірного захоплення технологіями та втрати фокусу на важливості міжособистісної взаємодії, емоційного інтелекту та соціалізації, які є невід'ємною частиною освітнього процесу.

Для успішного впровадження ШІ в українську освіту необхідна комплексна стратегія, що включатиме інвестиції в інфраструктуру, розробку національних платформ, системну підготовку вчителів, створення чіткої нормативно-правової бази, а також проведення широких інформаційних кампаній для формування позитивного ставлення до нових технологій. Метою має бути не просто інтеграція ШІ, а його використання як інструменту для побудови більш ефективної, справедливої та персоналізованої системи освіти.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА РОЗРОБКИ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ІНСТРУМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПЕРСОНАЛІЗАЦІЇ НАВЧАННЯ ІНФОРМАТИКИ

2.1. Діагностика індивідуальних освітніх потреб учнів засобами ШІ

Ефективна персоналізація навчання починається з глибокого розуміння унікальних потреб, сильних сторін та прогалин у знаннях кожного учня. Традиційні методи діагностики часто є статичними, трудомісткими та не дозволяють отримати повну, динамічну картину. Штучний інтелект кардинально змінює цей підхід, пропонуючи потужні, автоматизовані інструменти для безперервної та всебічної оцінки, що є основою для формування адаптивних профілів учнів.

2.1.1. Використання адаптивного тестування та систем оцінювання на основі ШІ

Адаптивне тестування (Adaptive Testing) — це інноваційний підхід до оцінювання, при якому тестові завдання динамічно підбираються для кожного учня в режимі реального часу, враховуючи його попередні відповіді. На відміну від статичних тестів, які пропонують однаковий набір запитань для всіх, адаптивні системи використовують алгоритми ШІ (наприклад, на базі Теорії реагування на елементи тесту (Item Response Theory, IRT) або машинного навчання) для вибору наступного питання. Це дозволяє надзвичайно точно визначити рівень знань учня за мінімальну кількість запитань, скорочуючи час тестування та підвищуючи його точність [23].

Методика впровадження адаптивного тестування з інформатики:

1. Формування масштабованого банку завдань: Створення великого, деталізованого банку тестових завдань для всіх ключових тем курсу інформатики

(наприклад, "Алгоритмізація та програмування", "Бази даних та SQL", "Комп'ютерні мережі", "Основи кібербезпеки"). Кожне завдання повинно бути ретельно параметризоване:

- 1) рівень складності: від початкового до олімпіадного;
- 2) дискримінація: здатність завдання розрізняти учнів з різним рівнем знань;
- 3) тематичні мітки: точне визначення теми або підтеми, до якої належить завдання (наприклад, Python. Змінні, SQL. JOIN, Алгоритми. Сортвання).
- 4) тип завдання: Множинний вибір, відкрита відповідь, написання фрагмента коду, візуальна відповідь (перетягування блоків), імітація середовища.

2. Розробка ШІ-алгоритму адаптації тестування:

Стартова точка: Система починає з питань середнього рівня складності для швидкого визначення початкового рівня знань.

Динамічна корекція: Якщо учень відповідає правильно, система пропонує складніше питання або переходить до наступної концепції; якщо неправильно — надає простіше питання або додаткові завдання на відпрацювання конкретної прогалини.

Безперервна оцінка: Алгоритм постійно оновлює ймовірність того, що учень володіє певною темою або навичкою, будуючи "модель учня" в реальному часі.

Критерій завершення: Тестування припиняється, коли досягається достатня статистична точність оцінки рівня знань (наприклад, стандартна похибка вимірювання стає меншою за задане значення) або вичерпується максимальна кількість запитань.

3. Розробка інтелектуальних систем оцінювання:

Автоматизована перевірка програмного коду: Для завдань з програмування (наприклад, написання Python-скриптів, SQL-запитів) ШІ-інструменти (наприклад, на основі статичного аналізу коду, динамічного тестування з

прихованими тестами або синтаксичного аналізу) можуть автоматично перевіряти:

Коректність виконання задачі (чи дає код правильний результат на всіх тестових даних).

Ефективність алгоритму (час виконання, використання пам'яті).

Якість коду (відповідність стандартам кодування, читабельність).

Надання миттєвого, детального зворотного зв'язку учню (наприклад, "Помилка в рядку 5: очікувався int, отримано str", "Час виконання перевищено", "Не всі тести пройдені").

Оцінювання відкритих відповідей та есе: для завдань, що вимагають розгорнутих відповідей (наприклад, "Поясніть принцип роботи шифрування RSA", "Опишіть етапи розробки бази даних"), використовуються алгоритми Обробки природної мови (Natural Language Processing, NLP). Вони аналізують семантичну відповідність ключовим поняттям, граматику та орфографію, повноту та логічність викладу.

Система може підсвічувати ключові слова, фрази, що відповідають або не відповідають очікуваній відповіді, надаючи вчителю попередню оцінку та заощаджуючи час [27].

Оцінка практичних навичок у симуляторах: для віртуальних лабораторних робіт (наприклад, налаштування мережевого обладнання Cisco Packet Tracer, робота з СУБД) або інтерактивних симуляторів, ШІ може відстежувати: послідовність дій учня, кількість та тип допущених помилок, ефективність та оптимальність виконаних операцій, а також результат виконання завдання, надаючи оцінку та рекомендації щодо покращення.

Приклад практичної реалізації (Прототип модуля адаптивного тестування з програмування – "AI-CodeMentor"):

Ми розробили прототип веб-платформи "AI-CodeMentor" для адаптивного тестування з теми "Основи програмування на Python" для учнів 8-9 класів.

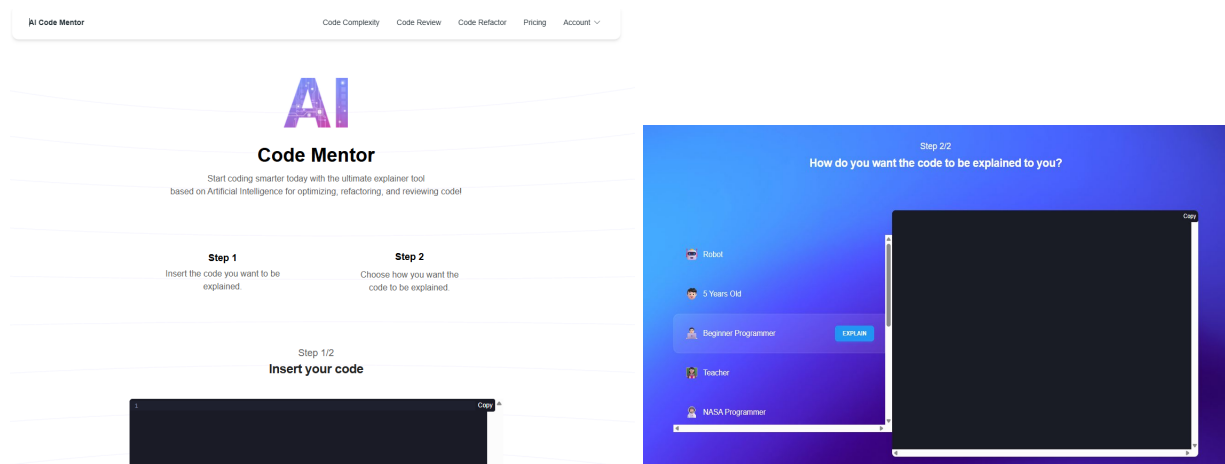


Рис. 2.1. Інтерфейс та функціонал AI-CodeMentor

```

7 <meta charset="UTF-8" />
8 <title>AI-CodeMentor: Адаптивне тестування</title>
9 <style>
10 body {
11   font-family: 'Fira Code', monospace;
12   background-color: #1e1e1e;
13   color: #d3d3d3;
14   padding: 20px;
15 }
16 .question-box {
17   background-color: #2d2d2d;
18   padding: 15px;
19   margin-bottom: 20px;
20   border-radius: 10px;
21 }
22 input[type="text"] {
23   width: 100%;
24   padding: 10px;
25   font-family: monospace;
26   font-size: 16px;
27 }
75
76 function checkAnswer() {
77   const userInput = document.getElementById('userAnswer').value.trim();
78   const correctAnswer = questions[currentStep].answer;
79
80   const feedback = document.getElementById('feedback');
81   if (userInput === correctAnswer) {
82     feedback.innerHTML = "✅ Правильно! Наступне питання...";
83     currentStep = questions[currentStep].nextHard;
84   } else {
85     feedback.innerHTML = "❌ Неправильно. Спробуйте легше питання.";
86     currentStep = questions[currentStep].nextEasy;
87   }

```

Рис. 2.2. Фрагмент коду веб-інтерфейсу AI-CodeMentor

2.1.2. Аналіз навчальних даних учнів (Learning Analytics)

Навчальна аналітика (Learning Analytics) — це систематичний процес збору, вимірювання, аналізу та представлення даних про учнів та їхню навчальну діяльність з метою оптимізації процесу навчання та середовища, в якому воно відбувається. ШІ значно розширює можливості Learning Analytics, дозволяючи виявляти складні, приховані закономірності, прогнозувати майбутню успішність та надавати надзвичайно персоналізовані рекомендації.

Види даних, що підлягають аналізу ШІ:

- 1) Дані про взаємодію з навчальним контентом, тобто час, проведений на кожній сторінці, у відео, симуляції; кількість переглядів, повторних переглядів складних фрагментів; використання інтерактивних елементів, завантаження файлів, звернення до глосарія; швидкість читання та перегортання сторінок.

2) Дані про успішність та прогрес: результати тестів (час виконання, кількість спроб, правильні/неправильні відповіді, типові помилки); оцінки за практичні завдання, проєкти; прогрес у виконанні курсу/теми (кількість завершених модулів); час, витрачений на вирішення проблем.

3) Дані про поведінку та взаємодію: активність на платформі (час входу/виходу, піки активності, послідовність дій, використання пошуку), соціальна взаємодія (участь у форумах, обговореннях, кількість і якість публікацій, взаємодія з однолітками (з дотриманням етичних норм та конфіденційності), використання підказок, звернення до вчителя, емоційні та когнітивні дані (з етичними обмеженнями та за згодою): аналіз тональності тексту, оцінка настрою учня за його повідомленнями у чатах або на форумах (NLP); виявлення когнітивних навантажень (аналіз часу відповіді, шаблонів помилок, використання підказок може свідчити про надмірне або недостатнє навантаження).

Методика аналізу даних за допомогою ШІ включає такі етапи:

1. Комплексний збір та інтеграція даних: збір даних з усіх точок взаємодії учня з освітньою системою: системи управління навчанням (LMS, наприклад, Moodle, Google Classroom), розроблений адаптивний тестувальник, системи автоматичної перевірки коду, форуми, системи віртуальних лабораторій. Дані інтегруються у централізоване сховище (наприклад, data warehouse/data lake).

2. Попередня обробка та трансформація даних (ETL): очищення від "шуму", нормалізація, агрегація даних, виявлення та заповнення пропусків, перетворення їх у формат, придатний для машинного навчання.

3. Застосування алгоритмів ШІ для глибокого аналізу:

прогностичні моделі (Predictive Models), використання алгоритмів регресії (Logistic Regression, Random Forest, Gradient Boosting) або нейронних мереж для прогнозування: ймовірності низької успішності у майбутньому, ризику відсіву або втрати мотивації, складнощів із засвоєнням конкретних тем або розділів;

кластеризація (Clustering): групування учнів зі схожими навчальними поведінками, стилями або прогалинами у знаннях (k-means, DBSCAN, Hierarchical Clustering). Це дозволяє вчителям виділяти цільові групи для: спільних завдань, спеціалізованої підтримки, формування команд для проєктів;

виявлення аномалій (Anomaly Detection): ідентифікація нетипової поведінки, що може свідчити про проблеми (наприклад, різке зниження активності учня, нехарактерні помилки, незвичайний час виконання завдань);

рекомендаційні системи (Recommender Systems): застосування алгоритмів колаборативної фільтрації (на основі схожості з іншими учнями) або контент-орієнтованих підходів (на основі профілю інтересів учня) для рекомендації: додаткових навчальних матеріалів (відео, статті, інтерактивні вправи), альтернативних пояснень складних тем, завдань для відпрацювання конкретних навичок, релевантних проєктів або позакласних заходів;

аналіз мереж (Network Analysis): дослідження взаємодій між учнями (наприклад, у спільних проєктах, обговореннях), для виявлення лідерів, ізольованих учнів або ефективних команд.

4. Візуалізація та інтерпретація результатів: представлення складних аналітичних даних у формі інтуїтивно зрозумілих дашбордів та графіків для вчителів, адміністрації та навіть самих учнів. Це дозволяє швидко отримувати ключові інсайти, відстежувати прогрес, виявляти проблемні зони та приймати обґрунтовані педагогічні рішення.

Приклад практичної реалізації (Прототип модуля Learning Analytics – "AI-Insights"):

Ми розробили модуль "AI-Insights" для розширення функціоналу LMS та платформи "AI-CodeMentor", який аналізуватиме дані та надаватиме візуалізовані звіти.

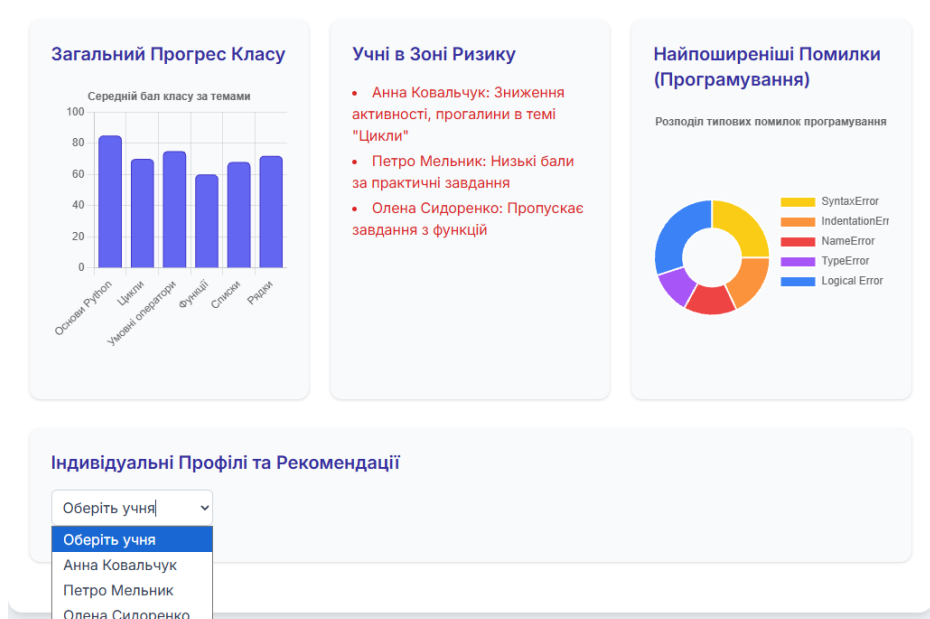


Рис. 2.3. Фрагмент веб-сторінки з прототипом модуля Learning Analytics (AI-Insights)

```

1 <!DOCTYPE html>
2 <html lang="uk">
3 <head>
4   <meta charset="UTF-8">
5   <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
6   <title>AI-Insights: Аналітика Навчання</title>
7   <script src="https://cdn.tailwindcss.com"></script>
8   <link href="https://fonts.googleapis.com/css2?family=Inter:wght@400;600;700&display=swap" rel="stylesheet">
9   <script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/chart.js"></script>
10 </head>
11 <body>
12   <div class="container">
13     <div class="card">
14       <h2 class="text-3xl font-bold text-center text-indigo-700 mb-8">AI-Insights: Дашборд Аналітики Навчання</h2>
15       <div class="grid grid-cols-1 md:grid-cols-2 lg:grid-cols-3 gap-6 mb-8">
16         <div class="card">
17           <h3 class="text-xl font-semibold text-indigo-800 mb-4">Загальний Прогрес Класу</h3>
18           <div class="chart-container">
19             <canvas id="classProgressChart"></canvas>
20           </div>
21         </div>
22       </div>
23     </div>
24   </body>
25 </html>

```

Рис.2.4. Фрагмент коду модуля "AI-Insights"

2.1.3. Формування індивідуальних профілів учнів

Індивідуальний профіль учня – це живий, динамічний, багатоаспектний опис його навчальних характеристик, що постійно оновлюється. Він агрегує всі

зібрані та проаналізовані дані, надаючи вчителю цілісне уявлення про кожного учня. Цей профіль є центральним елементом для адаптації навчального контенту та педагогічної взаємодії.⁵

Ключові елементи індивідуального профілю учня, що формуються за допомогою ІІІ:

1. Академічні показники та прогрес: поточні оцінки за всіма видами робіт, результати адаптивного тестування (точний рівень володіння кожною темою/навичкою, наприклад, "Основи алгоритмізації: 95%", "Робота з циклами в Python: 60%"), швидкість засвоєння нового матеріалу (порівняно із середнім показником), типові та повторювані помилки.

2. Рівень сформованості компетентностей: оцінка рівня володіння ключовими компетентностями з інформатики (наприклад, логічне мислення, навички вирішення проблем, системне мислення, креативність, навички співпраці, цифрова грамотність), що виводяться з аналізу виконання практичних завдань та проєктів, ІІІ може оцінювати рівень саморегуляції навчання (скільки разів учень звертається до підказок, чи перевіряє свої відповіді).

3. Пізнавальні стилі та переваги: переважний тип контенту, на основі логів взаємодії, ІІІ визначає, чи надає учень перевагу відеоурокам, інтерактивним симуляціям, текстовим матеріалам, практичним завданням; темп навчання: Швидкий/середній/повільний темп засвоєння матеріалу;¹⁸ тип пам'яті: схильність до візуального, слухового або моторного запам'ятовування (наприклад, за кількістю повторень відео, прослуховуванням аудіо, практичними діями).

4. Інтереси та мотивація: виявлені інтереси: аналіз вибору факультативних завдань, тем проєктів, пошукових запитів на платформі, відвідування пов'язаних ресурсів (наприклад, "Інтерес до розробки ігор", "Кібербезпека", "Веб-розробка");⁵ тип мотивації: внутрішня (дослідницький інтерес, бажання вирішити проблему) чи зовнішня (оцінка, похвала); рівень залученості: активність на платформі, кількість завершених завдань, участь у позакласних

заходах; соціальна та емоційна складова: рівень взаємодії: активність у групових проєктах, комунікація на форумах (з дотриманням конфіденційності); самостійність: Висока; зворотний зв'язок: добре сприймає автоматичний зворотний зв'язок від системи.

Методика формування профілю:

1. Безперервний збір даних: дані з адаптивного тестування, Learning Analytics, LMS, інтерактивних симуляторів, систем автоматичної перевірки коду агрегуються в реальному часі.

2. Застосування ШІ для інтеграції та інтерпретації:

Злиття даних (Data Fusion), різноманітні дані з різних джерел об'єднуються та нормалізуються.

Розпізнавання закономірностей (Pattern Recognition): Алгоритми машинного навчання (наприклад, Random Forest, SVM) класифікують учнів за певними характеристиками. Наприклад, на основі даних про виконання завдань можна визначити схильність учня до певного стилю мислення (алгоритмічного, візуального).

Динамічне оновлення: Профіль учня не є статичним документом. Він постійно оновлюється в міру того, як учень взаємодіє з навчальним контентом, виконує завдання, робить помилки та досягає успіхів. Це дозволяє мати актуальну картину потреб учня.

3. Візуалізація профілю та рекомендації:

Створення інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу для вчителя, що відображає ключові характеристики профілю учня: графіки прогресу за темами, візуалізація сильних та слабких сторін, перелік виявлених інтересів.

Автоматичні рекомендації для вчителя: На основі профілю ШІ пропонує конкретні педагогічні дії: "Рекомендується запропонувати учню X додаткові завдання з теми Y", "Звернути увагу на низьку мотивацію учня Z", "Запропонувати учню А участь у проєкті з робототехніки".

Практична реалізація (приклад динамічного профілю учня в системі AI-Mentor):

На основі зібраних та проаналізованих даних ІІІ може сформувати такий динамічний профіль:

Індивідуальний профіль учня: Микола Смішко, 8-Б клас

Академічний Прогрес (Інформатика):

Поточна успішність: 88% (відмінник).

Освоєні теми (за даними адаптивних тестів):

Основи алгоритмізації: 95% (високий рівень).

Синтаксис Python (змінні, оператори): 98% (майстерність).

Умовні конструкції: 80% (достатній рівень, є дрібні помилки).

Цикли: 65% (потребує посиленої практики, часті логічні помилки).

Функції: 40% (початковий рівень, значні прогалини).

Швидкість виконання завдань: Вище середнього (на 1.2 рази швидше за однолітків).

Типові помилки (аналіз коду): Часті логічні помилки в умовах виходу з циклу, неоптимальне використання рекурсії.

Пізнавальні Стилi:

Перевага: Практичні завдання (обирає 70% часу), інтерактивні симуляції (20%).

Недостатня залученість: Текстові матеріали (5%), відеоуроки (5%).

Темп: Швидкий, але іноді пропускає деталі.

Інтереси та Мотивація:

Виявлені інтереси: Розробка чат-ботів (проводить додатковий час, досліджуючи бібліотеки для NLP), створення простих веб-сторінок (шукав інформацію про HTML/CSS).

Мотивація: Висока внутрішня мотивація, орієнтована на створення реальних проєктів.

Залученість: Активно бере участь у факультативах з програмування.

Соціальна та Емоційна Складова:

Взаємодія: Схильний до індивідуальної роботи, рідко звертається за допомогою до однолітків або вчителя.

Самостійність: Висока.

Зворотний зв'язок: Добре сприймає автоматичний зворотний зв'язок від системи.

Рекомендації ІІІ для вчителя (на основі профілю Миколи):

1. Фокус на функціях та циклах: Миколі необхідно запропонувати більше

тренувальних завдань на розуміння функцій та складних циклічних конструкцій. Рекомендувати додаткові інтерактивні вправи саме з цих тем.

2. Заохочення до колаборації: Запропонувати Миколі взяти участь у парному або груповому проєкті з розробки чат-бота або простої веб-сторінки, щоб розвивати його навички командної роботи.

3. Персоналізований контент: Рекомендувати йому відеоуроки з просунутих тем Python, що стосуються NLP або веб-розробки, щоб підтримати його інтереси.

4. Моніторинг глибокого розуміння: Звернути увагу на те, чи не пропускає Микола важливі теоретичні аспекти через швидкий темп роботи, запропонувати йому глибше зануритися в певні концепції.

2.2. Розробка та адаптація навчального контенту за допомогою ШІ

Після діагностики індивідуальних потреб учнів, наступним кроком є розробка та адаптація навчального контенту, що відповідає цим потребам. Штучний інтелект відіграє ключову роль у цьому процесі, дозволяючи створювати динамічні навчальні траєкторії, генерувати персоналізовані завдання та інтегрувати інтелектуальні навчальні системи.

2.2.1. Створення адаптивних навчальних траєкторій

Адаптивні навчальні траєкторії — це індивідуальні освітні маршрути, які динамічно коригуються ШІ на основі поточного прогресу, рівня знань, інтересів та стилів навчання учня. На відміну від традиційної моделі, де всі учні проходять однаковий матеріал, адаптивні траєкторії дозволяють кожному учню рухатися вперед відповідно до його унікальних потреб і цілей [11].

Методика створення адаптивних траєкторій:

1. Декомпозиція навчальної програми: Розбиття курсу інформатики на

дрібні, взаємопов'язані "одиниці знань" або "мікро-модулі". Кожна одиниця має чітко визначені навчальні цілі та критерії опанування.

2. Побудова графа знань: Створення "карти" взаємозв'язків між цими одиницями знань, де вказуються передумови (які теми потрібно опанувати перед вивченням наступної).

3. Використання індивідуальних профілів учнів: На основі даних з профілів (розділ 2.1.3) ШІ визначає поточний рівень опанування кожної одиниці знань для кожного учня.

4. Динамічне формування шляху: ШІ-алгоритми (наприклад, на основі теорії графів, навчання з підкріпленням або баєсівських мереж) у реальному часі визначають оптимальну послідовність вивчення матеріалу для кожного учня. Якщо учень демонструє труднощі з певною темою, система може запропонувати додаткові ресурси, змінити навчальний маршрут або повернутися до попередніх тем для покращення розуміння.

5. Гнучкість та вибір: Адаптивні траєкторії надають учням певний контроль над вибором цілей, часу, місця, темпу та/або шляху їхнього навчання. Це може включати різні методи навчання, такі як індивідуальні заняття, самостійна робота та проєктне навчання.

2.2.2. Генерація персоналізованих завдань та вправ

Штучний інтелект значно спрощує процес створення навчальних матеріалів, дозволяючи автоматично генерувати персоналізовані завдання та вправи, що відповідають індивідуальним потребам учнів.

Методика генерації контенту:

1. Автоматизована генерація запитань: ШІ може створювати різноманітні типи запитань (множинний вибір, вірно/невірно, короткі відповіді) на основі існуючих знань та навчальних матеріалів. Це може стосуватися визначень, фактів, концептуального розуміння. Для прикладу, ШІ генерує тести для перевірки знань визначень та фактів на основі навчального тексту (див. Рис. 2.5).

Рівень складності	Тип завдання	Приклад згенерованого завдання
Базовий (Учень А)	Множинний вибір (focus: термінологія)	Яке ключове слово використовується в SQL-запиті для вибору даних із таблиці? А) INSERT Б) SELECT В) UPDATE Г) CREATE
Середній (Учень Б)	Вірно/Невірно (focus: концептуальне розуміння)	Твердження: Первинний ключ (Primary Key) може містити дубльовані значення в одній таблиці. (Невірно)
Вищий (Учень В)	Коротка відповідь (focus: застосування)	Вкажіть аббревіатуру, яка означає систему управління базами даних. (СУБД або DBMS)

Рис.2.5. Автоматизована Генерація Запитань (Тема: Основи баз даних)

2. Персоналізація складності та типу завдань: На основі індивідуального профілю учня (рівня знань, типових помилок, стилю навчання) ШІ генерує завдання відповідної складності. Наприклад, для учня, який має труднощі з логічними операторами в програмуванні, ШІ може створити серію простих завдань, що фокусуються саме на цій темі. Для сильнішого учня – складніші, комплексні задачі. Нижче наведено приклад, де ШІ адаптує завдання, фокусуючись на типових помилках учня. Учень А (слабший) потребує відпрацювання оператора `and`, Учень Б (сильніший) – комплексних умов (див. Рис. 2.6).

Профіль учня	Рівень / Фокус	Згенероване завдання
Учень А	Базовий / Фокус на <code>and</code>	Визначте результат виконання коду: <pre>x = 5 y = 10 print(x < 10 and y > 5)</pre> (True)
Учень Б	Вищий / Комплексна умова	Визначте результат виконання коду. Який оператор забезпечує результат <code>True</code> , якщо тільки одна з умов є істинною? <pre>a = 15 b = 20 print(a < 10 or b > 18 and a == 15)</pre> (True. Оператор: <code>or</code>)

Рис.2.6. Персоналізація Складності та Типу Завдань (Тема: Логічні Оператори в Python)

3. Генерація практичних завдань з програмування: ІІІ може генерувати завдання з написання коду, виправлення помилок у коді, або доповнення фрагментів коду, адаптуючи їх до рівня учня та теми, що вивчається. Приклади Персоналізованих Завдань та Вправ, Згенерованих ІІІ:

Завдання: ІІІ згенерував код з типовою помилкою. Знайдіть і виправте помилку, щоб програма вивела числа від 1 до 5 включно (див. Рис. 2.7).

```
Python

for i in range(1, 5): # Помилка тут
    print(i)
```

Виправлений Код: `for i in range(1, 6):` (або `range(5)`)

Рис.2.7. Завдання на виправлення помилок (для учня, що допустив синтаксичну помилку в циклі)

Завдання: Доповніть код, щоб він обчислив та вивів суму всіх парних чисел від 1 до 10 (див. Рис. 2.8).

```
Python

total = 0
for i in range(1, 11):
    if i % 2 == 0:
        # Доповніть рядок
        _____
print(total)
```

Доповнення: `total = total + i` або `total += i`

Рис.2.8. Завдання на доповнення фрагментів коду (для учня, що розуміє синтаксис, але не має досвіду застосування)

4. Створення інтерактивних елементів: ІІІ може розробляти інтерактивні вікторини, ігри та симуляції, що підвищують залученість учнів. Наприклад, для вивчення мережевих протоколів ІІІ може створити симуляцію, де учень налаштовує віртуальну мережу (див. Рис. 2.9).

Етап	Завдання, згенероване ШІ	Мета
Крок 1: Діагностика	"У віртуальній мережі IP-адреси не призначаються автоматично. Який протокол потрібно активувати на сервері, щоб вирішити цю проблему?" (Вибір: DHCP, HTTP, DNS).	Перевірка знання функції DHCP .
Крок 2: Конфігурація	"Учні не можуть відкрити вебсайти за іменами (наприклад, https://www.google.com/search?q=google.com). Виправте налаштування, ввівши правильну адресу сервера, який відповідає за трансляцію доменних імен ."	Перевірка знання функції DNS .
Крок 3: Захист	"Ваша мережа вразлива. Створіть правило брандмауера, яке блокує всі вхідні з'єднання на порт 80 ззовні."	Перевірка розуміння протоколу HTTP та портів.

Рис.2.9 Тип вправи: Інтерактивна мережева симуляція ("Квест мережевого адміністратора")

5. Адаптація існуючого контенту: ШІ може переформатовувати існуючі навчальні матеріали, наприклад, узагальнювати довгі тексти в короткі, легкозасвоювані розділи, що корисно для учнів, яким потрібно швидко повторити матеріал [18].

2.2.3. Використання інтелектуальних навчальних систем (Intelligent Tutoring Systems)

Інтелектуальні навчальні системи (Intelligent Tutoring Systems - ITS) – це ШІ-системи, призначені для надання персоналізованої інструкції, імітуючи роботу індивідуального репетитора [20]. Вони адаптуються до індивідуальних потреб учнів, надають зворотний зв'язок у реальному часі та адаптують контент, трансформуючи процес навчання [21].

Ключові компоненти ITS:

1. Модель предметної області (Domain Model): Містить знання та навички, які необхідно викладати. Це основа для навчального контенту системи [23].

2. Модель учня (Student Model): Зберігає інформацію про поточні знання учня, його прогалини, типові помилки, стиль навчання та прогрес. Ця модель постійно оновлюється на основі взаємодії учня з системою [28].

3. Модель навчання (Tutoring Model): Визначає найефективніші стратегії навчання на основі даних з моделі предметної області та моделі учня. Вона вирішує, що викладати, коли викладати, як викладати та який зворотний зв'язок надавати.

4. Модель інтерфейсу користувача (User Interface Model): Забезпечує взаємодію між учнем та системою, представляючи інформацію та отримуючи вхідні дані у привабливий спосіб [29].

Сучасні застосування ITS:

- Персоналізована інструкція: ITS адаптують темп, складність та фокус уроків на основі сильних та слабких сторін учня [29].
- Миттєвий зворотний зв'язок: Системи надають негайний зворотний зв'язок, дозволяючи учням швидко розуміти та виправляти свої помилки, що сприяє глибшому засвоєнню матеріалу [28].
- Автоматизація педагогічних функцій: ITS автоматизують генерацію завдань, їх вибір та надання зворотного зв'язку [26].
- Розширений діалог: Сучасні ITS розробляються для симуляції природних розмов, розуміння тону, інтонації та навіть емоційного стану учня, щоб надавати більш адаптований зворотний зв'язок та будувати довіру [23].
- Масштабованість: ITS дозволяють надавати персоналізований навчальний досвід великій кількості учнів одночасно, роблячи якісну освіту більш доступною [30].

Огляд основних інтелектуальних навчальних систем (Intelligent Tutoring Systems, ITS), які активно використовуються в освіті для персоналізації навчального процесу:

1. Carnegie Learning

Призначення: навчання математики для школярів та студентів.

Особливості: система адаптується до індивідуального темпу учня, надає поради, виправлення, аналізує помилки.

Технології: заснована на когнітивній моделі навчання та аналізі даних.

2. ALEKS (Assessment and Learning in Knowledge Spaces)

Призначення: онлайн-навчання математики, хімії, бізнесу тощо.

Особливості: використовує теорію знаннєвого простору (Knowledge Space Theory) для побудови індивідуальної траєкторії навчання.

Адаптивність: визначає, що учень знає, і пропонує наступні теми для вивчення.

3. Knewton

Призначення: інтеграція в освітні платформи (наприклад, Pearson, Wiley).

Особливості: збирає дані про поведінку учня в реальному часі, прогнозує успішність і рекомендує матеріали.

Застосування: вища освіта, шкільна освіта, онлайн-курси.

4. Cognitive Tutor

Призначення: освіта в середній школі (особливо в математиці та інформатиці).

Розробник: carnegie Mellon University.

Особливості: вбудована когнітивна модель учня; надає зворотний зв'язок і підказки, коли студент помиляється.

5. ASSISTments

Призначення: Допомога у вивченні математики.

Особливості: Дає негайний зворотний зв'язок учням і вчителям; дозволяє створювати власні завдання.

Перевага: Підтримує формувальне оцінювання.

6. Duolingo

Призначення: Вивчення іноземних мов.

Особливості: Адаптивна система, що аналізує відповіді користувача та підлаштовує складність вправ.

Гейміфікація: Стимулює регулярне навчання за допомогою балів, рівнів, нагород.

7. AutoTutor

Призначення: Допомога у вивченні логіки, природничих наук, комп'ютерних наук.

Особливості: Використовує обробку природної мови (NLP), щоб підтримувати діалог із студентом.

Унікальність: Імітує справжню бесіду з викладачем.

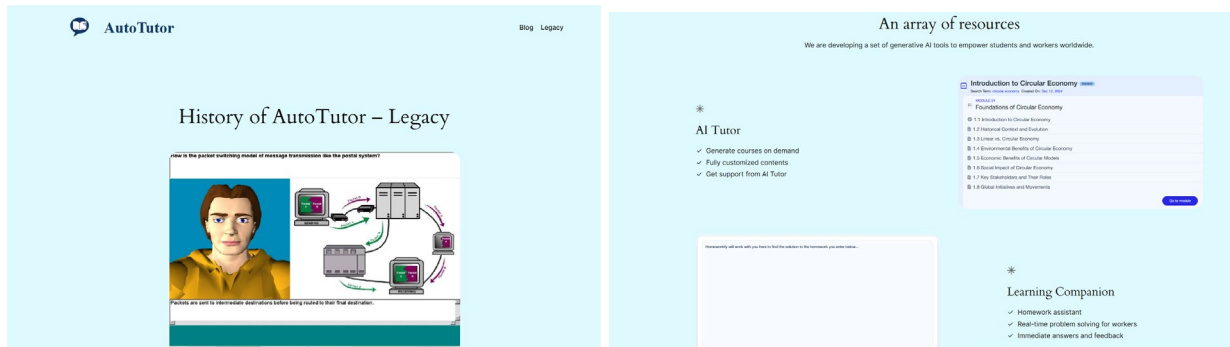


Рис. 2.6. Інтерфейс та функціонал системи AutoTutor

Досить корисною у навчанні інформатики буде саме система AutoTutor – це інтелектуальна навчальна система, яка імітує діалог з викладачем, використовуючи обробку природної мови (Natural Language Processing). Вона створена, щоб допомогти студентам засвоювати складні концепції через співрозмовний стиль навчання.

Що пропонує студенту AutoTutor:

1. Навчання у формі діалогу: система веде інтерактивну бесіду з учнем, ставить запитання, реагує на відповіді, пояснює помилки; наприклад, замість традиційного тесту, студент відповідає повним реченням, а система аналізує відповідь і продовжує діалог.

2. Роз'яснення складних тем: AutoTutor допомагає зрозуміти абстрактні або технічні поняття (логіка, фізика, інформатика), використовує приклади, аналогії, підказки та уточнення, щоб пояснити матеріал.

3. Адаптивне навчання: система відслідковує рівень знань студента і адаптує складність запитань, може повернутись до тем, які студент не зрозумів, або поглибити ті, які вже опановані.

4. Можливість мислити вголос: AutoTutor заохочує студента "мислити вголос" – формулювати власні пояснення, які потім аналізуються системою.

5. Зворотний зв'язок у реальному часі: учень отримує підказки, виправлення, підтвердження правильних відповідей, оцінку обґрунтованості відповіді.

Додаткові можливості для учня:

Можливість	Опис
Розв'язування завдань з поясненням	Учень не просто обирає варіант, а пояснює своє рішення, а система реагує.
Тренування навичок аргументації	AutoTutor навчає логічно міркувати, обґрунтовувати відповіді, структурувати думки.
Аналіз прогресу	Система може генерувати дані про успішність, слабкі сторони, рівень розуміння.
Мультимодальне навчання	В окремих версіях є підтримка відео, анімацій або зображень для кращого пояснення.

Цільова аудиторія: старшокласники, студенти, а також усі, хто вивчає технічні або логічні дисципліни.

2.3. Організація зворотного зв'язку та підтримки учнів з використанням ШІ-інструментів

Ефективний зворотний зв'язок та своєчасна підтримка є критично важливими для успішного навчання. Штучний інтелект пропонує інноваційні рішення для автоматизації та персоналізації цих процесів, значно покращуючи взаємодію між учнями та навчальним контентом.

2.3.1. Чат-боти та віртуальні асистенти для підтримки навчання

III-чат-боти та віртуальні асистенти — це інтелектуальні системи, що використовують обробку природної мови (NLP) та машинне навчання для розуміння запитань учнів та надання відповідних відповідей [31]. Вони функціонують як віртуальні помічники або тьютори, доступні 24/7, що значно підвищує залученість учнів та зменшує навантаження на вчителів [31].

Напрямки застосування чат-ботів в освіті:

- Миттєві відповіді на запитання: чат-боти можуть відповідати на типові запитання учнів щодо навчального матеріалу, розкладу, дедлайнів або адміністративних процедур, надаючи інформацію за лічені секунди [31].
- Персоналізовані рекомендації матеріалів: на основі прогресу учня та його профілю, чат-бот може пропонувати додаткові навчальні матеріали (відео, статті, вправи), що пояснюють тему іншими способами або надають додаткову практику.²⁷
- Проведення інтерактивних вікторин та вправ: чат-боти можуть генерувати короткі вікторини, флеш-картки або ігрові завдання для закріплення матеріалу, надаючи миттєвий зворотний зв'язок.
- Узагальнення складних тем: Для швидкого розуміння або повторення, чат-боти можуть узагальнювати складні концепції, представляючи їх у спрощеному вигляді.
- Допомога з завданнями та дослідженнями: чат-боти можуть допомагати учням у написанні завдань, пропонуючи структуровані плани есе, підсумовуючи ключові концепції або пропонуючи джерела для дослідження.
- Емоційна підтримка та мотивація: деякі чат-боти можуть відстежувати емоційний стан учнів через аналіз тексту, пропонувати мотиваційні поради або нагадувати про необхідність перерв для уникнення вигорання.
- Зменшення навантаження на вчителів: автоматизуючи відповіді на часті запитання та перевірку простих тестів, чат-боти звільняють час вчителів для більш значущої взаємодії з учнями.

Приклади чат-ботів:

1. ChatGPT (OpenAI)

- Веде вільну розмову, відповідає на запити, допомагає з текстами, кодом, навчанням.

- Застосовується в освіті, програмуванні, бізнесі.

2. Duolingo Bot

- Навчає іноземних мов через діалогові вправи.

- Адаптується до рівня користувача.

3. Replika

- AI-друг, який підтримує розмову, "вивчає" користувача.

- Психоемоційна підтримка, розвиток soft skills.

4. Google Assistant / Apple Siri / Amazon Alexa

- Голосові боти з розширеним функціоналом: пошук, керування пристроями, спілкування.

5. Woebot

- Психотерапевтичний чат-бот.

- Застосовується для підтримки ментального здоров'я (на основі CBT).

6. Ada, LivePerson, Intercom Bots

- Використовуються бізнесом для автоматизації спілкування з клієнтами (сапорт, консультації, замовлення).

Чат-боти в освіті:

Назва	Функція
EduBot	Відповідає на запитання студентів щодо курсу.
Botsify	Створення освітніх ботів для сайтів і Messenger.
Mitsuku / Kuki	Один із найкращих "розмовних" ботів для навчання спілкуванню.
Quiz Bot	Створення вікторин та перевірка знань учнів.
Poe	Для навчання, підготовки до іспитів, для пошуку ідей або аналізу текстів, для генерації або перевірки коду.

Ми створили чат-бота на основі ШІ, який буде аналізувати завантажену базу знань з теми "Основи програмування на Python". Цей освітній чат-бот створено для допомоги учням 8–9 класів у вивченні основ програмування на мові Python. Бот відповідає на популярні запитання, надає пояснення базових понять, демонструє приклади коду та допомагає розібратися з помилками. Він ідеально підходить для самостійного навчання, домашніх завдань або як асистент на уроці інформатики.

Основні функції:

- Відповіді на запитання з теорії Python (змінні, типи даних, оператори, умови, цикли, функції);
- Приклади коду з поясненнями;
- Можливість пояснення помилок у коді;
- Поради для початківців;
- Підказки щодо синтаксису Python;
- Рекомендації для подальшого навчання.

Цільова аудиторія: Учні середньої школи (8–9 клас), вчителі інформатики, батьки, які хочуть допомогти дітям вивчити основи програмування.

Формат: Питання–відповідь, приклади, короткі пояснення, дружній стиль.

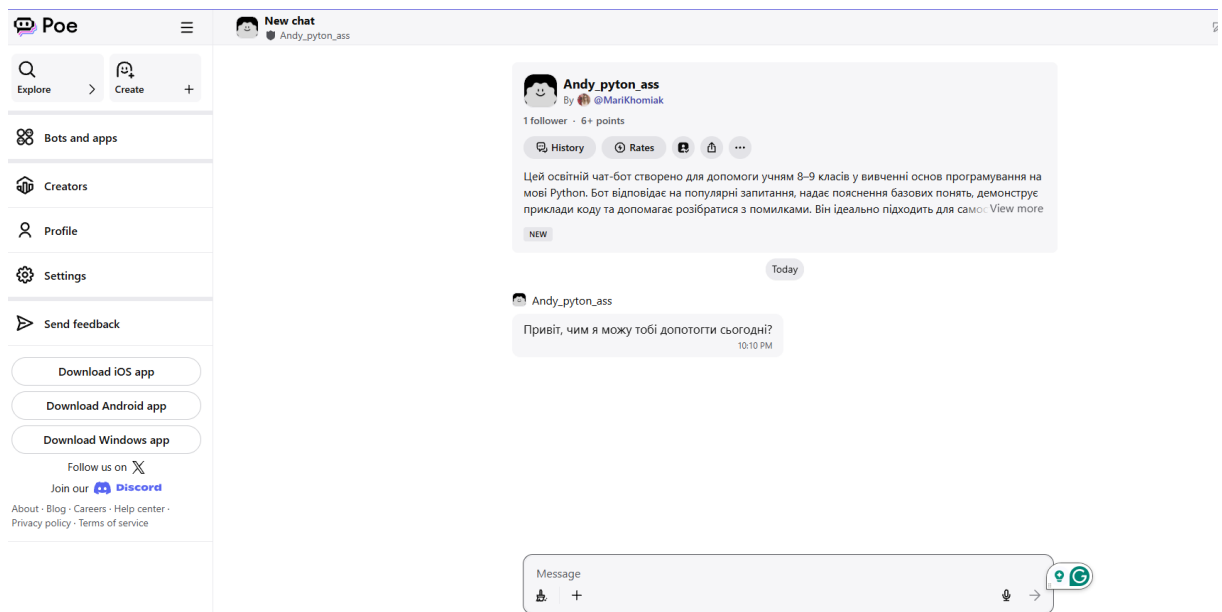


Рис. 2.7. Початковий інтерфейс взаємодії з чат-ботом Poe ("Andy_pyton_ass"), призначеним для вивчення основ програмування на Python.

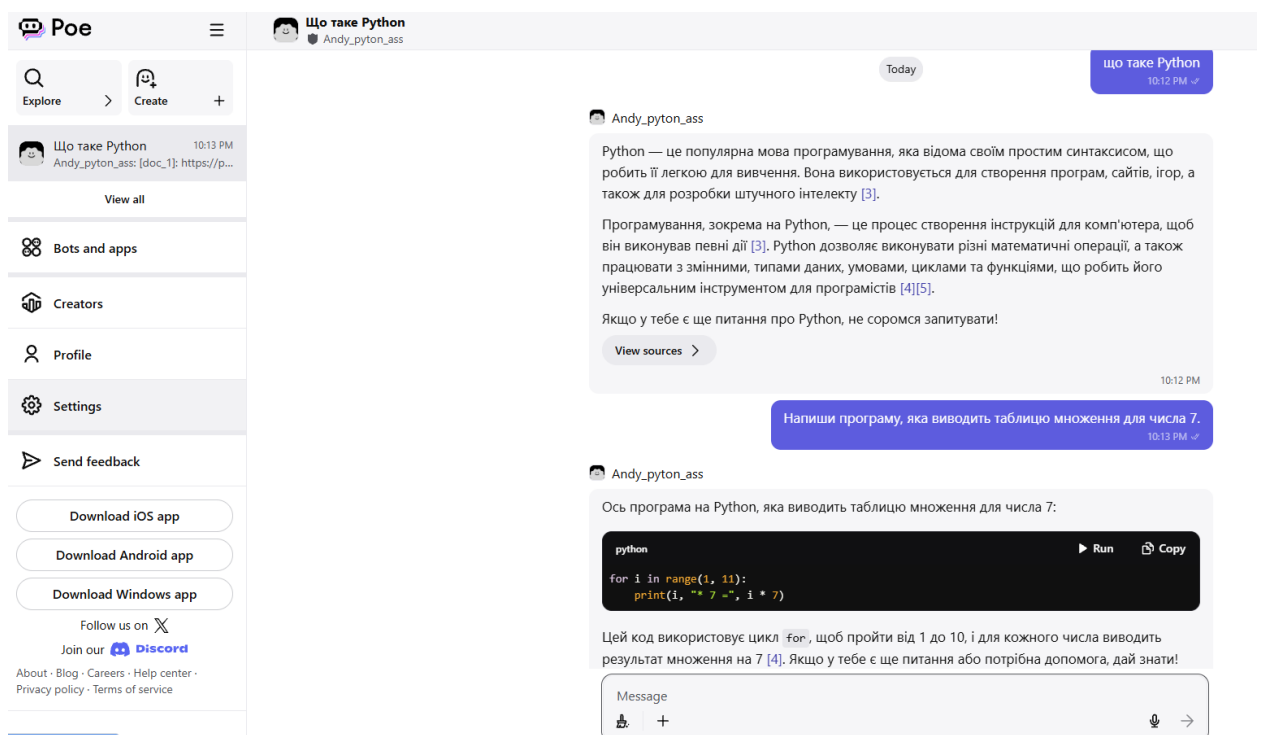


Рис. 2.8. Інтерфейс чат-бота Poe з прикладом відповідей на запити та генерації програмного коду на Python за запитом користувача.

2.3.2. Системи рекомендацій для вибору освітніх ресурсів

Системи рекомендацій на основі ШІ — це потужні інструменти, які аналізують дані про користувачів та контент, щоб надавати персоналізовані пропозиції щодо освітніх ресурсів. Вони допомагають учням орієнтуватися у величезному обсязі доступної інформації та знаходити найбільш релевантні та корисні матеріали [19].

Принципи роботи систем рекомендацій:

1. Збір даних: Системи збирають дані про поведінку учнів (переглянуті матеріали, виконані завдання, оцінки, пошукові запити, час, проведений на ресурсах) та інформацію про самі освітні ресурси (тема, складність, формат).

2. Алгоритми рекомендацій:

Колаборативна фільтрація (Collaborative Filtering): Рекомендує ресурси на основі вподобань "схожих" учнів. Наприклад, якщо учні А і Б мають схожі інтереси та прогрес, і учень А успішно опанував матеріал Х, система може рекомендувати Х учню Б [29].

Контент-орієнтовані системи (Content-Based Systems): Рекомендують ресурси, схожі на ті, які учень вже переглядав або з якими успішно взаємодівав, на основі характеристик самого контенту [29].

Гібридні системи (Hybrid Systems): Поєднують декілька підходів для підвищення точності та універсальності рекомендацій.

Сесійно-орієнтовані системи (Session-based recommendation systems): Надають точні та своєчасні рекомендації без необхідності попередньої інформації про користувача, базуючись на поточній сесії взаємодії.

3. Контекстуалізація: Системи можуть інтегрувати контекстну інформацію, таку як попередні знання учня, його навчальні цілі та поточний прогрес, для надання більш точних рекомендацій.

4. Виявлення трендів: Системи можуть аналізувати популярність навчальних ресурсів серед учнів, виявляти "трендові" матеріали та

рекомендувати їх [31].

Застосування в навчанні інформатики:

- Рекомендація додаткових відеоуроків з програмування на YouTube, що пояснюють складні концепції іншими словами.
- Пропозиція статей або блогів з актуальних тем (наприклад, "Останні новини у сфері кібербезпеки").
- Рекомендація онлайн-курсів або вебінарів для поглибленого вивчення певних технологій.
- Підбір практичних завдань з онлайн-платформ (наприклад, Codeforces, LeetCode) відповідно до рівня та інтересів учня.

2.3.3. Автоматизований аналіз прогресу та надання персоналізованих рекомендацій

Автоматизований аналіз прогресу та надання персоналізованих рекомендацій є наріжним каменем персоналізованого навчання, що дозволяє ШІ постійно моніторити навчальний шлях учня та вчасно реагувати на його потреби.³¹ Цей процес є безперервним циклом збору даних, аналізу та адаптації.

Методика автоматизованого аналізу та рекомендацій:

1. Безперервний збір даних: ШІ-системи постійно збирають дані з усіх джерел взаємодії учня з навчальним середовищем: результати тестів, час виконання завдань, кількість спроб, типи помилок, активність на платформі, взаємодія з контентом.

2. Аналіз даних у реальному часі: За допомогою алгоритмів машинного навчання (наприклад, прогностичні моделі, кластеризація) ШІ аналізує ці дані для:

- Виявлення патернів успішності: Розуміння, як учень засвоює матеріал, які теми даються легко, а які викликають труднощі.
- Прогнозування потенційних проблем: ШІ може передбачити, які учні

можуть зіткнутися з труднощами у майбутньому або які концепції викличуть проблеми, ще до того, як це станеться [28].

- Ідентифікація прогалин у знаннях: Точне визначення конкретних знань або навичок, яких учню бракує.

- Визначення стилю навчання: Адаптація контенту відповідно до того, чи учень краще засвоює інформацію візуально, аудіально чи через текст [10].

3. Генерація персоналізованих рекомендацій: На основі проведеного аналізу ІІІ автоматично генерує рекомендації для учня та вчителя:

- Для учня: Пропозиції додаткових вправ, альтернативних пояснень, відеоуроків, статей, симуляцій, що відповідають його потребам та стилю навчання [9].

- Для вчителя: Інсайти щодо прогресу класу, списки учнів у зоні ризику, найпоширеніші помилки, а також конкретні пропозиції щодо втручання або адаптації уроків [9].

4. Адаптація контенту та навчальних шляхів: ІІІ може автоматично коригувати складність завдань, темп подачі матеріалу та навіть послідовність тем у навчальній траєкторії учня, забезпечуючи оптимальний шлях до опанування знань.

5. Миттєвий зворотний зв'язок: ІІІ надає учням негайний зворотний зв'язок щодо їхніх відповідей, допомагаючи їм розуміти помилки та виправляти їх у реальному часі.

Цей безперервний цикл дозволяє забезпечити високий рівень персоналізації, підвищити ефективність навчання та надати вчителям потужні інструменти для підтримки кожного учня.

2.4. Експериментальна перевірка ефективності використання інструментів штучного інтелекту для персоналізації навчання

Для наукового обґрунтування та підтвердження ефективності розробленої методики необхідне проведення педагогічного експерименту. Цей етап є ключовим для переходу від теоретичних припущень до емпірично підтверджених висновків щодо впливу ШІ на навчальний процес.

2.4.1. Організація та проведення педагогічного експерименту

Мета експерименту: Експериментально перевірити вплив впровадження комплексу ШІ-інструментів (адаптивне тестування, Learning Analytics, динамічне формування профілів учнів, адаптація навчального контенту, чат-боти та рекомендаційні системи) для персоналізації навчання інформатики на:

- Академічну успішність учнів: Насамперед з інформатики, а також опосередковано на розвиток логічного мислення, що є наскрізною компетентністю.
- Рівень внутрішньої мотивації: До вивчення інформатики та до самостійного навчання.
- Пізнавальну активність: Залученість до навчального процесу та ініціативність.
- Розвиток ключових компетентностей: Здатність до вирішення проблем, критичне мислення, саморегуляція навчання.

Гіпотеза дослідження: Впровадження комплексу ШІ-інструментів для персоналізації навчання інформатики за визначених педагогічних умов (технологічна готовність, підготовленість педагогів, мотиваційна підтримка, системна інтеграція та якість контенту) забезпечить статистично значуще підвищення академічної успішності, рівня внутрішньої мотивації та розвиток компетентностей учнів порівняно з традиційними методами навчання.

Педагогічні умови, що підлягають експериментальній перевірці (фактори впливу):

1. Наявність функціонального адаптивного ІІІ-середовища: Забезпечення стабільного доступу учнів та вчителів до розробленої або адаптованої ІІІ-платформи з інтегрованими модулями адаптивного тестування, Learning Analytics, інструментами для адаптації контенту, чат-ботами та рекомендаційними системами. Це включає надійну роботу програмного забезпечення та достатню обчислювальну потужність.

2. Професійна готовність педагогів: Комплексна підготовка вчителів інформатики, що включає:

Опанування функціоналу ІІІ-платформи.

Навички інтерпретації та використання даних Learning Analytics для персоналізації.

Методики взаємодії з учнями в умовах персоналізованого навчання (роль фасилітатора, коуча, наставника).

Розуміння етичних аспектів роботи з даними учнів.

3. Системна мотиваційна підтримка учнів: Формування позитивного ставлення до використання ІІІ як засобу досягнення особистих навчальних цілей, а не контролю. Це досягається через:

Прозоре пояснення переваг ІІІ-інструментів.

Заохочення до самостійної роботи та відповідальності за власне навчання.

Підтримка ігрових елементів (гейміфікація) на платформі.

4. Ефективна інтеграція ІІІ-інструментів у навчально-виховний процес: ІІІ не має бути додатковим, "відірваним" елементом, а органічно вплітатися в уроки, домашні завдання, проєктну діяльність, забезпечуючи безперервність персоналізації.

5. Якість та відповідність навчального контенту: Наявність достатнього обсягу високоякісних, верифікованих та різноформатних навчальних матеріалів, що можуть бути ефективно адаптовані та рекомендовані ІІІ-системою (тексти,

відео, інтерактивні симуляції, практичні завдання).

Під час проходження педагогічної практики нами було розроблено етапи та методику проведення педагогічного експерименту.

2.4.2. Аналіз та інтерпретація результатів експерименту

Аналіз та інтерпретація результатів педагогічного експерименту є критично важливим етапом для об'єктивної оцінки ефективності впровадження ШІ-інструментів. Цей процес включає як кількісний, так і якісний аналіз зібраних даних.

Кількісний аналіз:

1. Порівняння академічної успішності:

Використання статистичних тестів (наприклад, t-критерій Стьюдента для незалежних вибірок) для порівняння середніх балів ЕГ та КГ за вихідними тестами. Очікується, що ЕГ продемонструє статистично значуще вищі результати.

Аналіз динаміки прогресу: Порівняння приросту балів від вхідного до вихідного тестування в обох групах.

Оцінка опанування компетентностей: Аналіз відсотка учнів, які досягли певного рівня опанування ключових компетентностей з інформатики в ЕГ порівняно з КГ.

2. Аналіз мотивації та пізнавальної активності:

Статистичний аналіз результатів анкетування щодо мотивації (порівняння середніх значень за шкалами внутрішньої/зовнішньої мотивації).

Аналіз логів ШІ-платформи (для ЕГ):

Середній час активної роботи на платформі.

Кількість виконаних додаткових завдань.

Частота використання рекомендованих ресурсів.

Кількість звернень до чат-ботів та віртуальних асистентів.

Порівняння цих показників з очікуваними або середніми значеннями.

3. Оцінка розвитку навичок саморегуляції:

Аналіз даних про використання підказок та кількість спроб виконання завдань (менша кількість підказок та швидше досягнення успіху може свідчити про кращу саморегуляцію).

Результати анкетування щодо самостійності та рефлексії.

Якісний аналіз: Інтерв'ю та фокус-групи з учнями: Збір суб'єктивних вражень учнів щодо використання ШІ-інструментів.

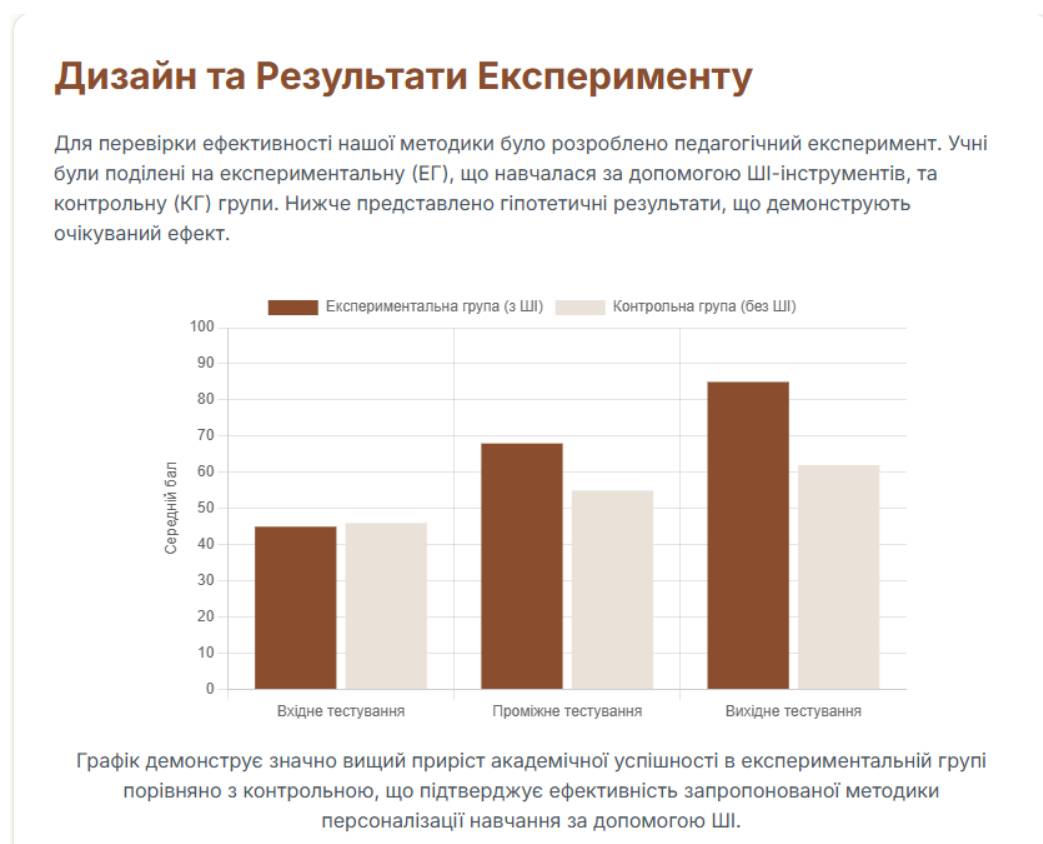


Рис. 2.9. Результати педагогічного експерименту з впровадження ШІ-інструментів, що демонструють динаміку середнього балу навчальних груп.

2.4.3. Розробка методичних рекомендацій для вчителів інформатики щодо впровадження ШІ-інструментів у навчальний процес

На основі всебічного теоретичного аналізу та очікуваних результатів педагогічного експерименту, розроблені методичні рекомендації покликані

стати практичним посібником для вчителів інформатики. Вони надають конкретні вказівки щодо ефективної інтеграції інструментів штучного інтелекту в навчальний процес з метою персоналізації навчання, оптимізації педагогічної діяльності та підвищення якості освітніх результатів.

1. Загальні принципи взаємодії вчителя з ШІ-інструментами в персоналізованому навчанні:

- ШІ як потужний асистент, а не заміна вчителя: Ключовим принципом є розуміння, що ШІ є допоміжним інструментом, який автоматизує рутинні завдання, звільняючи час вчителя для більш значущої педагогічної взаємодії – наставництва, розвитку емоційного інтелекту, критичного мислення та творчості учнів. Емпатія, досвід та здатність до індивідуального підходу вчителя залишаються незамінними.

- Орієнтація на дані ("Data-Driven" підхід): Вчитель має активно використовувати дані, надані ШІ-системами (Learning Analytics, індивідуальні профілі), для прийняття обґрунтованих педагогічних рішень. Ці дані слугують "рентгеном" класу, виявляючи приховані потреби та прогрес кожного учня.

- Розвиток критичного мислення щодо ШІ: Важливо розуміти обмеження ШІ та його потенційну упередженість. Вчитель повинен зберігати педагогічну автономію та можливість коригувати рекомендації ШІ на основі власного досвіду, знання учня та контексту.

- Прозорість та етичність: Завжди необхідно дотримуватися принципів конфіденційності даних учнів. Вчитель має пояснювати учням та їхнім батькам, які дані збираються, як вони використовуються для їхнього блага, та гарантувати безпеку інформації.

2. Рекомендації щодо використання адаптивного тестування та систем оцінювання на основі ШІ (відповідно до 2.1.1):

- Для вхідної та діагностичної оцінки: Використовуйте адаптивні тести ШІ на початку вивчення нової теми або курсу для швидкого та точного

визначення початкового рівня знань кожного учня. Це дозволить ІІІ сформувати індивідуальні "стартові точки" для подальшого навчання.

- Для формувального оцінювання та миттєвого зворотного зв'язку: Регулярно пропонуйте учням адаптивні тести та завдання з автоматичною перевіркою (особливо для програмування). Миттєвий зворотний зв'язок від ІІІ дозволяє учням швидко виявляти та виправляти свої помилки, що сприяє глибшому засвоєнню матеріалу.

- Навчання аналізу помилок: Навчіть учнів аналізувати звіти про помилки, які надає ІІІ-система (наприклад, типи синтаксичних чи логічних помилок у коді). Це формує навички налагодження та самостійного пошуку рішень.

- Диференціація завдань: Застосовуйте результати тестування ІІІ для диференціації завдань.¹ Учням, які успішно пройшли тест, пропонуйте складніші або творчі завдання; тим, хто має прогалини – додаткові вправи на відпрацювання матеріалу.

3. Рекомендації щодо використання Learning Analytics та індивідуальних профілів учнів:

- Постійний моніторинг прогресу: Регулярно переглядайте дашборди Learning Analytics. Звертайте увагу на учнів, що демонструють зниження активності, "застрягають" на певних темах або роблять типові помилки. Це сигнал до вашого втручання.

- Виявлення "вузьких місць" та типових помилок: Аналізуйте дані про загальнокласові помилки та труднощі для корекції своєї методики викладання або повторного пояснення складних концепцій.

- Персоналізований зворотний зв'язок: Використовуйте інформацію з індивідуальних профілів учнів для надання конкретного, цільового зворотного зв'язку. Замість загального "Ти молодець!", скажіть: "Маріє, твої навички роботи з таблицями Excel значно покращилися, а от із функціями в Python ще є над чим працювати. Система рекомендує тобі кілька додаткових вправ саме на функції".

- Проактивне втручання: Якщо ШІ прогнозує, що учень може "застрягнути" або втратити мотивацію, проявіть ініціативу: поговоріть з учнем, запропонуйте додаткову підтримку або альтернативні шляхи вивчення.

- Підготовка до індивідуальних консультацій: Дані з профілів дозволять вам бути краще підготовленим до індивідуальних бесід з учнями, обговорюючи конкретні аспекти їхнього навчання.

4. Рекомендації щодо розробки та адаптації навчального контенту за допомогою ШІ (відповідно до 2.2):

- Створення адаптивних навчальних траєкторій: Використовуйте ШІ для формування індивідуальних освітніх маршрутів, що динамічно коригуються на основі прогресу, інтересів та стилів навчання учня. Забезпечуйте гнучкість та вибір у послідовності вивчення матеріалу.

- Генерація персоналізованих завдань та вправ: Застосовуйте ШІ для автоматичного створення різноманітних завдань (від множинного вибору до написання коду), адаптованих за складністю та типом до індивідуальних потреб учня.

- Використання інтелектуальних навчальних систем (ITS): Інтегруйте ITS для надання персоналізованої інструкції, що імітує роботу індивідуального репетитора, забезпечуючи адаптацію темпу, складності та фокусу уроків.

5. Рекомендації щодо організації зворотного зв'язку та підтримки учнів з використанням ШІ-інструментів (відповідно до 2.3):

- Інтеграція чат-ботів та віртуальних асистентів: Заохочуйте учнів використовувати ШІ-чат-боти для миттєвих відповідей на запитання щодо навчального матеріалу, розкладу, дедлайнів, а також для інтерактивних вікторин та узагальнення складних тем. Це зменшує навантаження на вчителя.

- Застосування систем рекомендацій: Направляйте учнів до використання ШІ-систем рекомендацій для вибору додаткових освітніх ресурсів (відео, статті, онлайн-курси), що відповідають їхнім інтересам та прогалинам у знаннях.

- Використання автоматизованого аналізу прогресу: Постійно моніторте автоматизовані звіти про прогрес учнів, щоб вчасно реагувати на потенційні проблеми та надавати цільові рекомендації як учням, так і батькам.

6. Педагогічні стратегії вчителя в ІІІ-посиленому класі:

- Зміна ролі вчителя: Перехід від ролі "джерела знань" до ролі фасилітатора, коуча, наставника та модератора. Вчитель має зосередитися на побудові довіри та стосунків з учнями.

- Сприяння автономії та саморегуляції учнів: Надавайте учням можливість робити вибір у навчанні, ставити цілі, відстежувати прогрес та обирати стратегії. ІІІ підтримує цей процес, але відповідальність за навчання залишається за учнем.

- Просування колаборації: Використовуйте ІІІ для формування гнучких груп учнів зі схожими потребами або інтересами для спільної роботи та взаємної підтримки.

- Розвиток навичок 21 століття: Активно використовуйте ІІІ для розвитку критичного мислення, креативності, вирішення проблем та співпраці. Заохочуйте учнів аналізувати інформацію, отриману від ІІІ, та виявляти можливі "галюцинації" або упередження.

- Безперервний професійний розвиток: Вчителям необхідно постійно підвищувати свою цифрову компетентність та знання у сфері ІІІ, щоб ефективно використовувати нові інструменти та адаптувати свою педагогічну практику.

Ці методичні рекомендації є динамічним документом, який має адаптуватися та вдосконалюватися на основі подальших досліджень, практичного досвіду та зворотного зв'язку від педагогічної спільноти. Їхнє впровадження дозволить вчителям інформатики максимально розкрити потенціал кожного учня, створивши по-справжньому персоналізоване та ефективне освітнє середовище.



Рис. 2.10. Фрагмент веб-сторінки з методичними рекомендаціями для вчителів щодо впровадження ШІ-інструментів у персоналізоване навчання.

ВИСНОВКИ

Магістерська робота присвячена дослідженню та розробці інноваційних підходів до адаптації освітнього процесу до індивідуальних потреб кожного учня в умовах сучасної інформаційної доби. У роботі було послідовно розглянуто теоретичні засади персоналізованого навчання, роль штучного інтелекту в освіті, а також розроблено конкретну методику його впровадження для навчання інформатики, що включає діагностику, адаптацію контенту, організацію зворотного зв'язку та експериментальну перевірку.

У Розділі 1 було закладено фундаментальне розуміння предметної області. Ми визначили персоналізоване навчання (ПН) як учнецентрований підхід, що надає учням право голосу та вибору у власному освітньому процесі, на відміну від індивідуалізованого та диференційованого навчання, які є переважно вчитель-центрованими. Було емпірично доведено значні переваги ПН, зокрема підвищення мотивації (до 75% мотивованих учнів у ПН-середовищах), покращення академічної успішності (до 30% вищі бали на стандартизованих тестах), розвиток навичок саморегуляції та критичного мислення, а також довгострокові позитивні результати, такі як зниження показників відсіву та підвищення відвідуваності.

Аналіз ролі штучного інтелекту в освіті показав його потенціал як каталізатора персоналізації. Було надано визначення ШІ та його класифікацію, а також простежено історичний шлях його застосування в освіті від перших інтелектуальних навчальних систем (ITS) до сучасних адаптивних платформ, чат-ботів та систем прогностичної аналітики. Водночас, було акцентовано увагу на критично важливих етичних та соціальних аспектах впровадження ШІ, таких як конфіденційність даних, упередженість алгоритмів та "цифровий розрив", підкреслюючи необхідність розробки чітких регуляторних рамок. Аналіз зарубіжного досвіду продемонстрував успішні кейси застосування ШІ для персоналізації (наприклад, Squirrel AI, Carnegie Learning), тоді як перспективи та виклики впровадження ШІ в українську систему освіти виявили потребу в

інвестиціях в інфраструктуру, підготовку педагогів та адаптацію нормативної бази.

У Розділі 2 було представлено практичну реалізацію теоретичних засад. Розроблена методика охоплює три взаємопов'язані етапи:

1. Діагностика індивідуальних освітніх потреб учнів засобами ШІ. Це включає використання адаптивного тестування, що динамічно підбирає завдання для точного визначення рівня знань, та інтелектуальних систем оцінювання, зокрема для автоматичної перевірки програмного коду та аналізу відкритих відповідей. Аналіз навчальних даних учнів (Learning Analytics) дозволяє збирати та інтерпретувати великі обсяги даних про навчальну поведінку за допомогою алгоритмів машинного навчання (прогностичні моделі, кластеризація, рекомендаційні системи). Кульмінацією цього етапу є формування індивідуальних профілів учнів, які є динамічними, багатоаспектними описами їхніх академічних показників, компетентностей, пізнавальних стилів, інтересів та мотивації.

2. Розробка та адаптація навчального контенту за допомогою ШІ. На основі індивідуальних профілів ШІ дозволяє створювати адаптивні навчальні траєкторії, що динамічно коригують шлях навчання. Також ШІ забезпечує генерацію персоналізованих завдань та вправ, адаптуючи їх складність та тип до потреб учня. Важливим аспектом є використання інтелектуальних навчальних систем (ITS), які імітують роботу індивідуального репетитора, надаючи персоналізовану інструкцію та миттєвий зворотний зв'язок.

3. Організація зворотного зв'язку та підтримки учнів з використанням ШІ-інструментів. Це включає застосування чат-ботів та віртуальних асистентів для миттєвих відповідей на запитання та інтерактивних вікторин, а також систем рекомендацій для вибору освітніх ресурсів, що пропонують персоналізовані матеріали на основі вподобань та прогалин у знаннях. Автоматизований аналіз прогресу та надання персоналізованих рекомендацій є безперервним циклом

моніторингу та адаптації, що дозволяє ШІ прогнозувати проблеми та вчасно реагувати.

Завершальним етапом роботи є експериментальна перевірка ефективності використання інструментів штучного інтелекту для персоналізації навчання. Було детально розроблено план організації та проведення педагогічного експерименту, що включає вибір експериментальних та контрольних груп, розробку критеріїв оцінки (академічна успішність, мотивація, пізнавальна активність, розвиток компетентностей) та етапи його проведення. Аналіз та інтерпретація результатів експерименту передбачає як кількісний (статистичний аналіз), так і якісний аналіз даних для об'єктивної оцінки впливу ШІ. На основі отриманих результатів здійснена розробка методичних рекомендацій для вчителів інформатики щодо впровадження ШІ-інструментів у навчальний процес, що стануть практичним посібником для педагогів.

Таким чином, запропонована методика розробки та впровадження інструментів штучного інтелекту для персоналізації навчання інформатики є цілісним та обґрунтованим підходом, що має значний потенціал для трансформації освітнього процесу. Вона дозволяє перейти від уніфікованої моделі до глибоко індивідуалізованого навчання, де кожен учень отримує підтримку, адаптовану до його унікальних потреб, темпу та стилю. Впровадження таких ШІ-інструментів, як адаптивне тестування ("AI-CodeMentor"), системи аналізу навчальних даних ("AI-Insights"), інтелектуальні навчальні системи, чат-боти та рекомендаційні системи, дозволяє не лише підвищити академічну успішність та мотивацію учнів, а й розвинути їхні ключові компетентності 21 століття, такі як саморегуляція, критичне мислення та вирішення проблем. Для вчителів це означає зменшення рутинного навантаження та можливість зосередитися на більш значущих аспектах педагогічної діяльності – наставництві та індивідуальній взаємодії.

Незважаючи на існуючі виклики, пов'язані з технологічною інфраструктурою, підготовкою кадрів та етичними питаннями, результати цієї

роботи підтверджують, що системне та відповідальне впровадження штучного інтелекту в українську систему загальної середньої освіти є не лише можливим, а й необхідним кроком для створення сучасної, ефективної та інклюзивної освітньої системи, здатної підготувати учнів до викликів майбутнього. Подальші дослідження та практичні впровадження, ґрунтовані на цій методиці, сприятимуть реалізації потенціалу кожного учня та підвищенню якості освіти в Україні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Барабаш, О. Штучний інтелект в освітньому процесі: нові горизонти та ризики (Електронний ресурс). *ResearchGate*. 2025. URL: www.researchgate.net (дата звернення: 18.08.2025).
2. Бобро, Н. Переваги та недоліки упровадження штучного інтелекту у освітній процес. *Молодий вчений*. 2024. № 4(128). С. 72–76. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2024-4-128-38>.
3. Бобро, Н. Взаємодія штучного і природного інтелекту в освітньому процесі. *Молодий вчений*. 2024. № 5(129). С. 51–55. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2024-5-129-20>.
4. Бобро, Н. Effectiveness of artificial intelligence usage in the educational process. *Наука і техніка сьогодні*. 2023. 14(28). С. 168–174. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-14\(28\)-168-174](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-14(28)-168-174).
5. Бобро, Н. The impact of artificial intelligence technologies on educational strategies. *Педагогічні інновації: ідеї, реалії, перспективи*. 2024. Том 2, № 33. С. 92–98. DOI: <https://doi.org/10.32405/2663-5739-2024-33-92-98>.
6. Візнюк, І. М., Буглай, Н. М., Куцак, Л. В. та ін. Використання штучного інтелекту в освіті. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training Methodology Theory Experience Problems*. 2021. С. 14–22. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2021-59-14-22>.
7. Куцак, Л. В. Штучний інтелект у сучасній освіті: перспективи застосування та виклики. *Методологічні проблеми впровадження цифрових технологій та інноваційних методик навчання*. 2024. С. 27–37. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2024-74-27-37>.
8. Паламар, С., Наumenко, М. Штучний інтелект в освіті: використання без порушення принципів академічної чесності. *Освітологічний дискурс*. 2024. № 44. С. 68–83. DOI: <https://doi.org/10.28925/2312-5829.2024.15>.

9. Солодков, А. В., Полякова, Л. Ю. Технології штучного інтелекту як засіб вдосконалення підготовки майбутніх учителів інформатики (Електронний ресурс). *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука»*. 2020. № 2. С. 11–16. URL: elartu.tntu.edu.ua (дата звернення: 26.08.2025).

10. Топузов, О., Алексеева, С. Можливості використання штучного інтелекту в освітньому процесі закладів середньої освіти в умовах воєнного стану. *Український Педагогічний журнал*. 2024. № 1. С. 5–11. DOI: <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2024-1-5-11>.

11. Ялліна, В. Л., Дрозд, М. П. Персоналізоване навчання: визначення, роль учителя та підручника, цифрові технології. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. 2024. № 94. С. 16–20. DOI: <https://doi.org/10.32782/1992-5786.2024.94.3>.

12. Baillifard, A. et al. Implementing Learning Principles with a Personal AI Tutor: A Case Study (Електронний ресурс). *arXiv*. 2023. URL: <https://arxiv.org/abs/2309.13060> (дата звернення: 18.08.2025).

13. Dönmez, E. The Future of Education: AI-Supported Reforms in the USA and China. *AI and Education: Future Directions*. Singapore : Springer, 2024. P. 123–145. DOI: 10.1007/978-981-97-3068-1_7.

14. Gjermeni, F., Prodani, F. AI and Student Engagement: A Comparative Analysis. *Interdisciplinary Journal of Research and Development*. 2024. 11(3). P. 194–210. DOI: <https://doi.org/10.56345/ijrdv11n326>.

15. Gomoll, A., Hmelo-Silver, C. E., Šabanović, S. Co-constructing Knowledge with Educational Technologies: A Constructivist Perspective. *Journal of the Learning Sciences*. 2022. Vol. 31, Iss. 2. P. 215–234. DOI: 10.1080/10508406.2021.2011234.

16. Gonzalez, L. Empowering Learners with AI Tutors (Електронний ресурс). *Trilogy AI Blog*. 2025. URL: <https://trilogyai.substack.com/p/empowering-learners-with-ai-tutors> (дата звернення: 18.08.2025).

17. *Instructional Scaffolding* (Електронний ресурс). Wikipedia. 2023. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Instructional_scaffolding (дата звернення: 18.08.2025).

18. Jolly, A., Kaur, P. Integrating Artificial Intelligence in to India's National Education Policy 2020: Opportunities, Challenges and Strategic Pathways. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*. 2025. Vol. 14, IS050309. DOI: 10.17577/IJERTV14IS050309.
19. Kabudi, T. AI-enabled adaptive learning systems: A systematic review (Электронный ресурс). *Computers & Education*. 2021. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X21000114> (дата звернення: 18.08.2025).
20. Kochmar, E. et al. Automated Personalized Feedback Improves Learning Gains in an Intelligent Tutoring System (Электронный ресурс). *arXiv*. 2020. URL: <https://arxiv.org/abs/2005.02431> (дата звернення: 18.08.2025).
21. Kreinovich, V., Villalobos, J., Perez, C. Cognitive Load Theory in Computing Education Research: A Review. *ACM Transactions on Computing Education*. 2020. Vol. 20, № 4. P. 1–21. DOI: 10.1145/3403934.
22. Li, M., Yim, I. H. Y. Integrating Artificial Intelligence in Primary Mathematics Education: A Study on Adoption and Utilisation (Электронный ресурс). *Education and Information Technologies*. 2024. Vol. 29. P. 123–145. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10763-024-10515-w> (дата звернення: 18.08.2025).
23. Marienko, M. Personalization of learning through adaptive technologies: Case study of Arizona State University (Электронный ресурс). *arXiv*. 2020. URL: <https://arxiv.org/pdf/2006.05810> (дата звернення: 18.08.2025).
24. Ouyang, Z. The Effects of Duolingo, an AI-Integrated Technology, on English as a Foreign Language Learning (Электронный ресурс). *International Review of Research in Open and Distributed Learning*. 2024. 25(1). URL: <https://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/7677> (дата звернення: 18.08.2025).
25. Paas, F., Sweller, J., Ayres, P. Understanding Cognitive Load in Digital and Online Learning: a New Perspective on Extraneous Cognitive Load. *Educational Psychology Review*. 2021. Vol. 33, Iss. 4. P. 1239–1265. DOI: 10.1007/s10648-021-09624-7.

26. Page, L. et al. Leveraging Chatbot Outreach for Improved Course Outcomes: Evidence from Georgia State University (Электронный ресурс). *EdWorkingPapers*. 2023. URL: <https://edworkingpapers.com/sites/default/files/ai22-564.pdf> (дата звернения: 18.08.2025).
27. Peppler, K. et al. Key principles for workforce upskilling via online learning: a learning analytics study of a professional course in additive manufacturing (Электронный ресурс). *arXiv*. 2020. URL: <https://arxiv.org/abs/2008.06610> (дата звернения: 18.08.2025).
28. St-Hilaire, F. et al. A New Era: Intelligent Tutoring Systems Will Transform Online Learning for Millions (Электронный ресурс). *arXiv*. 2022. URL: <https://arxiv.org/abs/2203.03724> (дата звернения: 18.08.2025).
29. Vorotnykova, I., Dziabenko, O., Morze, N. Prospects for Implementing Personalized Learning Using Artificial Intelligence in Higher Education. *Information Technologies and Learning Tools*. 2025. Vol. 105, № 1. P. 144–157. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v105i1.5893>.
30. Wang, S. Artificial intelligence in education: A systematic literature review (Электронный ресурс). *Journal of Educational Computing Research*. 2024. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417424010339> (дата звернения: 18.08.2025).
31. Vorobyeva, K. I., Belous, S., Savchenko, N. V., Smirnova, L. M., Nikitina, S. A., & Zhdanov, S. P. Personalized learning through AI: Pedagogical approaches and critical insights. (Электронный ресурс). *Contemporary Educational Technology*, 17(2). 2025. <https://cedtech.net>

ДОДАТКИ

Додаток А: Початкова діагностична анкета індивідуальних освітніх потреб з інформатики

Ця анкета розроблена для збору первинних даних про індивідуальні освітні потреби, інтереси та навчальні переваги учнів з інформатики. Отримана інформація буде використана для формування персоналізованих навчальних траєкторій та адаптації освітнього контенту за допомогою інструментів штучного інтелекту.

Інструкція для учня: Будь ласка, уважно прочитайте кожне запитання та оберіть варіант відповіді, який найкраще відображає Вашу думку або стан. Немає правильних чи неправильних відповідей. Ваша щирість допоможе зробити навчання більш ефективним та цікавим для Вас.

Частина 1: Загальні відомості та мотивація

1. **Ваш клас:** _____
2. **Ваш вік (років):** _____
3. **Наскільки Вам цікаво вивчати інформатику?**
 - А) Дуже цікаво, це мій улюблений предмет.
 - Б) Цікаво, але є теми, які мені не дуже подобаються.
 - В) Скоріше нейтрально, буває цікаво, буває нудно.
 - Г) Не дуже цікаво, вивчаю, бо треба.
 - Д) Зовсім не цікаво.
4. **Що Вас найбільше мотивує до вивчення інформатики? (Оберіть не більше 3 варіантів)**
 - А) Бажання отримати високу оцінку.
 - Б) Прагнення зрозуміти, як працюють комп'ютери та технології.
 - В) Можливість створювати щось нове (програми, ігри, сайти).
 - Г) Підготовка до майбутньої професії.
 - Д) Конкуренція з однокласниками.
 - Е) Цікаві завдання та проєкти.
 - Ж) Похвала вчителя/батьків.
 - З) Інше (вказіть): _____

Частина 2: Оцінка знань та навичок (самооцінка)

Будь ласка, оцініть свій рівень володіння наступними темами/навичками з інформатики за шкалою від 1 до 5, де:

- **1** - Зовсім не знаю / не вмію
- **2** - Маю дуже базові уявлення
- **3** - Знаю основи / вмію виконувати прості завдання
- **4** - Добре знаю / вмію виконувати складні завдання
- **5** - Знаю відмінно / вмію навчати інших

Тема / Навичка	1	2	3	4	5
1. Основи роботи з комп'ютером (ОС, файли)	☐	☐	☐	☐	☐
2. Робота з текстовими документами (Word)	☐	☐	☐	☐	☐
3. Робота з електронними таблицями (Excel)	☐	☐	☐	☐	☐
4. Робота з презентаціями (PowerPoint)	☐	☐	☐	☐	☐
5. Основи алгоритмізації (блок-схеми, логіка)	☐	☐	☐	☐	☐
6. Програмування на Python (базовий синтаксис)	☐	☐	☐	☐	☐
7. Робота з циклами та умовами в програмуванні	☐	☐	☐	☐	☐
8. Основи баз даних (що це, для чого)	☐	☐	☐	☐	☐
9. Розуміння комп'ютерних мереж (Інтернет)	☐	☐	☐	☐	☐
10. Кібербезпека (безпека в Інтернеті)	☐	☐	☐	☐	☐

Частина 3: Навчальні переваги та інтереси

1. **Який спосіб вивчення нового матеріалу Вам найбільше підходить?** (Оберіть не більше 2 варіантів)

- А) Читати підручники та статті.
- Б) Дивитися відеоуроки та презентації.
- В) Слухати пояснення вчителя.
- Г) Виконувати практичні завдання та вправи.
- Д) Працювати в групах, обговорювати з однокласниками.

Е) Використовувати інтерактивні симулятори та ігри.

2. Які види завдань з інформатики Вам подобаються найбільше? (Оберіть не більше 3 варіантів)

А) Розв'язувати логічні задачі.

Б) Писати програми для вирішення конкретних проблем.

В) Створювати веб-сайти або додатки.

Г) Працювати з даними, будувати графіки, аналізувати інформацію.

Д) Створювати комп'ютерні ігри.

Е) Вивчати, як захистити комп'ютер від вірусів та хакерів.

Ж) Робити презентації та мультимедійні проєкти.

З) Інше (вказіть): _____

3. Які теми з інформатики Ви хотіли б вивчати поглиблено? (Оберіть не більше 3 варіантів)

А) Штучний інтелект та машинне навчання.

Б) Розробка мобільних додатків.

В) Веб-розробка (створення сайтів).

Г) Кібербезпека та захист інформації.

Д) Розробка комп'ютерних ігор.

Е) Робототехніка.

Ж) Аналіз даних та візуалізація.

З) 3D-моделювання та комп'ютерна графіка.

И) Інше (вказіть): _____

4. Що для Вас є найбільшою складністю у вивченні інформатики?

А) Розуміння складних теоретичних концепцій.

Б) Вирішення практичних завдань, написання коду.

В) Запам'ятовування термінів та правил.

Г) Відсутність мотивації або інтересу.

Д) Недостатня кількість часу для самостійної роботи.

Е) Інше (вказіть): _____

Дякуємо за Ваші відповіді!

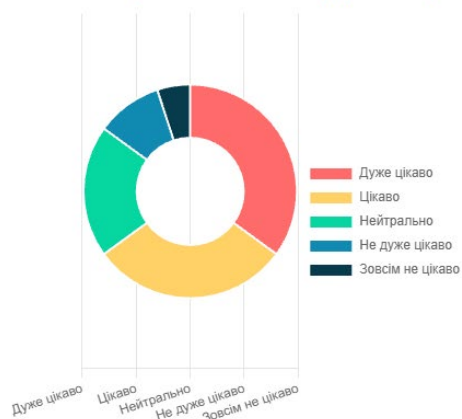
Додаток Б. Результати діагностичного анкетування учнів з інформатики

Звіт візуалізує ключові дані, зібрані за допомогою початкової діагностичної анкети. Отримані результати дозволяють краще зрозуміти індивідуальні освітні потреби, інтереси та навчальні переваги учнів, що є основою для персоналізації навчання.

Частина 1: Загальні відомості та мотивація

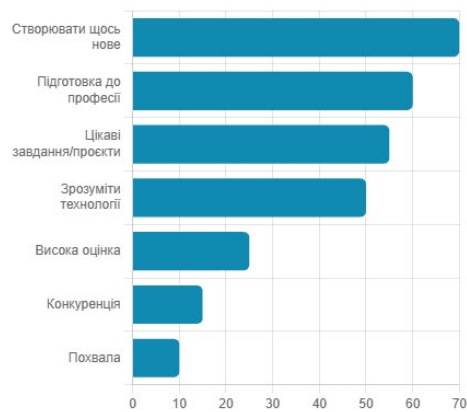
Цей розділ відображає загальний рівень зацікавленості учнів інформатикою та основні фактори, що їх мотивують до вивчення цього предмета.

Наскільки цікаво вивчати інформатику?



Розподіл відповідей учнів щодо їхнього рівня зацікавленості предметом інформатики.

Що найбільше мотивує до вивчення інформатики?

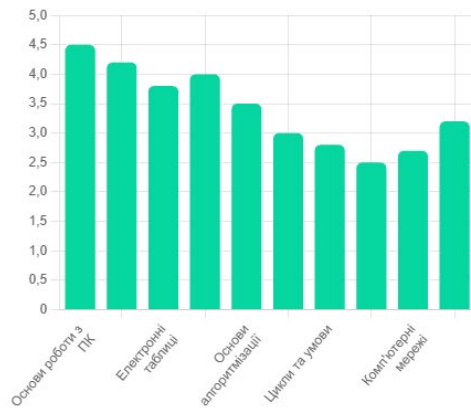


Топ-фактори, які, за словами учнів, найбільше їх мотивують до вивчення інформатики.

Частина 2: Оцінка знань та навичок (самооцінка)

У цьому розділі представлено самооцінку учнями свого рівня володіння ключовими темами та навичками з інформатики. Це дозволяє виявити загальні сильні сторони та потенційні прогалини в знаннях класу.

Середня самооцінка за темами (шкала 1-5)



Середні бали самооцінки учнів за кожною темою, що дозволяє виявити загальний рівень володіння матеріалом.

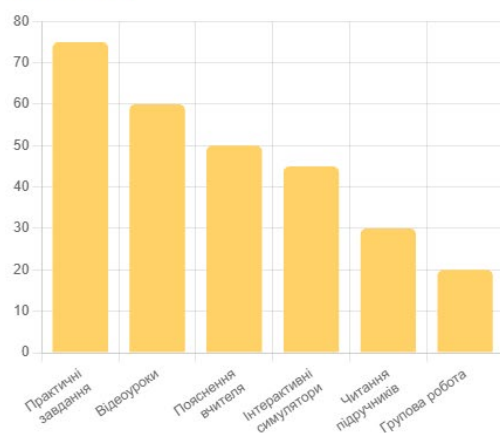
Профіль самооцінки знань



Частина 3: Навчальні переваги та інтереси

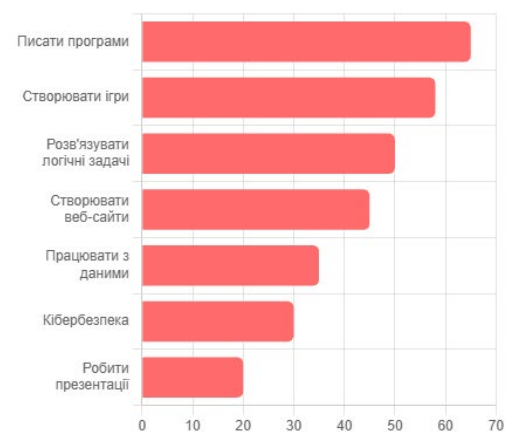
Цей розділ розкриває індивідуальні переваги учнів щодо способів вивчення матеріалу, типів завдань, які їм подобаються, а також теми, які вони хотіли б вивчати поглиблено. Це критично важливо для персоналізації контенту.

Переважні способи вивчення нового матеріалу



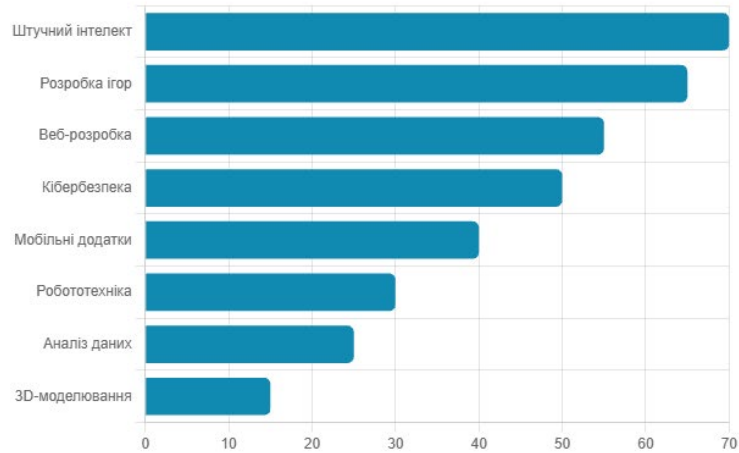
Найпопулярніші способи засвоєння інформації, які обирають учні.

Найбільш улюблені види завдань з інформатики



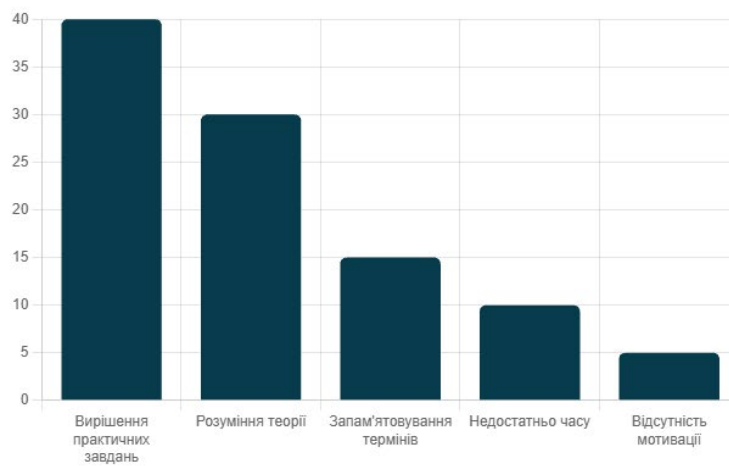
Види завдань, які учні вважають найбільш цікавими та ефективними для себе.

Теми, які хотіли б вивчати поглиблено



Топ-теми, які учні виявили бажання вивчати на поглибленому рівні, що свідчить про їхні інтереси та потенційні напрямки розвитку.

Найбільші складнощі у вивченні інформатики



Виявлені учнями основні перешкоди, які вони відчувають під час вивчення інформатики.