

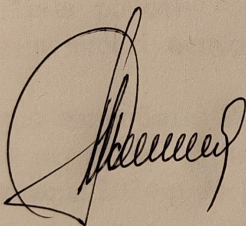
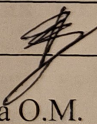
Вінницький національний технічний університет
Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії
Кафедра програмного забезпечення

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

Розробка методу та програмного забезпечення для підвищення якості
персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти

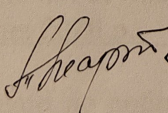
Виконав: студент 2-го курсу
групи 2ПІ-23м спеціальності
121 – Інженерія програмного забезпечення

 Дудченко Богдан Ігорович 

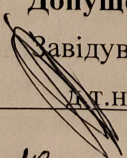
Керівник: к.т.н., доц. каф. ПЗ Рейда О.М.

« 10 » грудня 2024 р.

Опонент: д.т.н., проф. каф. ОТ Мартинюк Т.Б.

 « 10 » грудня 2024 р.

Допущено до захисту

 Завідувач кафедри ПЗ

д.т.н., проф. Романюк О. Н.
(прізвище та ініціали)

« 10 » грудня 2024 р.

Вінниця ВНТУ – 2024

Вінницький національний технічний університет
Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії
Кафедра програмного забезпечення
Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань 12 – Інформаційні технології
Спеціальність 121 – Інженерія програмного забезпечення
Освітньо-професійна програма – Інженерія програмного забезпечення

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ПЗ

Романюк О. Н.

« 18 » вересня 2024 р.

З А В Д А Н Н Я НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Дудченко Богдану Ігоровичу

1. Тема роботи – розробка методу та програмного забезпечення для підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти.

Керівник роботи: Рейда Олександр Миколайович, к.т.н., доцент кафедри ПЗ, затверджені наказом вищого навчального закладу від « 17 » вересня 2024 р. № 310.

2. Строк подання студентом роботи

3 грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: початкова мотивація учнів не менше 70 балів ($M_{\text{мотивація}}$, в балах), рівень засвоєння матеріалу не менше 80% ($Z_{\text{засвоєння}}$, у відсотках), продуктивність навчального процесу не менше 75 балів ($P_{\text{продуктивність}}$, в балах), підвищення мотивації учнів завдяки впровадженню STEAM-підходу не менше 10% (ΔM , у відсотках), покращення рівня засвоєння матеріалу завдяки інтерактивним методам і адаптивним технологіям не менше 12% (ΔZ , у відсотках), збільшення продуктивності навчального процесу завдяки оптимізації не менше 8% (ΔP , у відсотках), загальна ефективність навчального процесу після впровадження моделі повинна зрости не менше ніж до 23% ($E_{\text{загальне}}$, у відсотках).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: вступ, аналіз критеріїв підвищення якості персоналізованого навчання учнів, порівняльна характеристика критеріїв підвищення якості, задачі дослідження, моделі та

методи підвищення якості персоналізованого навчання учнів, запропонована модель та метод підвищення якості персоналізованого навчання учнів, розробка модулів програмного засобу, тестування модулів програмного засобу, економічна частина, висновки.

5. Перелік графічного матеріалу: вступ, аналіз критеріїв підвищення якості персоналізованого навчання учнів, порівняльна характеристика критеріїв підвищення якості, задачі дослідження, моделі та методи підвищення якості персоналізованого навчання учнів, запропонована модель та метод підвищення якості персоналізованого навчання учнів, розробка модулів програмного засобу, тестування модулів програмного засобу, економічна частина, висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-4	Рейда О. М., к.т.н., доцент кафедри ПЗ	19.09.2024	21.12.2024
5	Причепя І. В., к.е.н., доцент кафедри ЕПВМ	15.11.2024	30.11.2024

7. Дата видачі завдання 19 вересня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз критеріїв підвищення якості персоналізованого навчання учнів	20.09.2024-28.09.2024	Вик.
2	Дослідження моделей та методів підвищення якості персоналізованого навчання учнів	29.03.2024-11.10.2024	Вик.
3	Розробка модулів програмного засобу	12.10.2024-24.10.2024	Вик.
4	Тестування модулів програмного засобу	24.10.2024-15.11.2024	Вик.
5	Економічна частина	15.11.2024-30.11.2024	Вик.

Студент

(підпис)

Дудченко Б.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

(підпис)

Рейда О. М.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 373.5:004

Дудченко Б. І. Розробка методу та програмного забезпечення для підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти : магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення, освітня програма – інженерія програмного забезпечення. Вінниця: ВНТУ, 2024. 133 с.

На укр. мові. Бібліогр. : 23 назв ; рис. : 11; табл. 18.

В магістерській роботі проведено аналіз критеріїв підвищення якості персоналізованого навчання учнів, де проводилась порівняльна характеристика критеріїв підвищення якості персоналізованого навчання учнів та критеріїв підвищення якості академічних результатів та прогресу учнів. Ретельно були розібрані задачі дослідження.

Також в роботі були розглянуті моделі та методи підвищення якості персоналізованого навчання учнів. Запропоновані модель та метод підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти, що удосконалювали інтеграцію інноваційних методів, таких як STEAM-підхід, адаптивне тестування та інтерактивні технології. Це дозволило підвищити загальну ефективність навчання, що підтверджувалися розрахунками.

Розроблені модулі програмного засобу, що реалізують персоналізоване навчання та визначають академічні результати та прогрес учнів у приватних закладах освіти.

Виконано тестування модулів програмного засобу, що реалізують персоналізоване навчання та визначають академічні результати та прогрес учнів у приватних закладах освіти.

Ключові слова: персоналізоване навчання, якості академічних результатів, прогрес учнів, STEAM-підхід, адаптивне тестування, інтерактивні технології, розробка програмного забезпечення, тестування програмного забезпечення.

ABSTRACT

Dudchenko B.I. Development of a method and software to improve the quality of personalized learning for students in private educational institutions: master's qualification thesis on the specialty 121 Software engineering, educational program - software engineering. Vinnytsia: VNTU, 2024. 133 p.

In Ukrainian speech Bibliogr. : 23 titles; Fig. : 11; tables 18.

The master's thesis analyzed the criteria for improving the quality of personalized learning for students, where a comparative characteristic of the criteria for improving the quality of personalized learning for students and the criteria for improving the quality of academic results and progress of students was carried out. The research tasks were carefully analyzed.

The work also considered models and methods for improving the quality of personalized learning for students. A model and method for improving the quality of personalized learning for students in private educational institutions were proposed, which improved the integration of innovative methods, such as the STEAM approach, adaptive testing, and interactive technologies. This allowed for an increase in the overall effectiveness of learning, which was confirmed by calculations.

Software modules were developed to implement personalized learning and determine students' academic results and progress in private educational institutions.

Software modules that implement personalized learning and determine the academic results and progress of students in private educational institutions were tested.

Keywords: personalized learning, quality of academic results, student progress, STEAM approach, adaptive testing, interactive technologies, software development, software testing.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 АНАЛІЗ КРИТЕРІЇВ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПЕРСОНАЛІЗОВАНОГО НАВЧАННЯ УЧНІВ.....	8
1.1 Порівняльна характеристика критеріїв підвищення якості персоналізованого навчання учнів	8
1.2. Критерії підвищення якості академічних результатів та прогресу учнів	16
1.3. Задачі дослідження.....	26
1.4. Висновки.....	27
2 МОДЕЛЬ ТА МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПЕРСОНАЛІЗОВАНОГО НАВЧАННЯ УЧНІВ.....	28
2.1. Запропонована модель підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти.....	28
2.2. Запропонований метод підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти	35
2.3. Висновки.....	50
3 РОЗРОБКА МОДУЛІВ ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ.....	51
3.1. Розробка програмних модулів, що реалізують персоналізоване навчання учнів у приватних закладах освіти.....	51
3.2 Розробка програмних модулів, що реалізують академічні результати та прогрес учнів у приватних закладах освіти	59
3.3. Висновки.....	64
4 ТЕСТУВАННЯ МОДУЛІВ ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ.....	66
4.1. Тестування програмних модулів, що реалізують персоналізоване навчання учнів у приватних закладах освіти.....	66
4.2 Тестування програмних модулів, що реалізують академічні результати та прогрес учнів у приватних закладах освіти	71
4.3. Висновки.....	75
5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	77
5.2.1 Витрати на оплату праці	81
5.2.2 Відрахування на соціальні заходи.....	84
5.2.3 Сировина та матеріали	84
5.2.4 Розрахунок витрат на комплектуючі	85
5.2.5 Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт.....	85

5.2.6 Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт	85
5.2.7 Амортизація обладнання, програмних засобів та приміщень	86
5.2.8 Паливо та енергія для науково-виробничих цілей	87
5.2.9 Службові відрядження	88
5.2.10 Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації.....	88
5.2.11 Інші витрати	89
5.2.12 Накладні (загальновиробничі) витрати	89
ВИСНОВКИ.....	95
Список використаної літератури.....	99
Додаток А. Технічне завдання.....	104
Додаток Б. Протокол перевірки навчальної роботи.....	108
Додаток В. Лістинг програми.....	109
Додаток Г. Ілюстративний матеріал	129

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. У сучасному освітньому середовищі України приватні навчальні заклади все частіше впроваджують індивідуальні моделі навчання, щоб задовольнити різноманітні навчальні потреби своїх учнів. Особливо це стосується персоналізованої освіти, де досвід навчання, зміст і темп навчання повинні бути адаптовані до кожного учня. Це забезпечує більш орієнтований на учня та гнучкий підхід до навчання [2].

Важливість такого підходу була підкріплена глобальними тенденціями в освіті, де навчальні заклади зосереджуються на покращенні рівня залученості, ефективності та утримання уваги знань учнів. Однак, незважаючи на очевидні переваги цього персоналізованого підходу, залишається прогалина в розробці ефективних методів та інструментів для підтримки персоналізованої освіти, особливо в приватних закладах, де наголос на індивідуальному навчанні є критичним [3].

Збільшення різноманітності потреб учнів у приватних навчальних закладах призвело до зростання попиту на персоналізовані підходи до навчання. Традиційні освітні моделі часто не враховують індивідуальні стилі та темпи навчання, що призводить до розриву та неоптимальних академічних результатів. Внаслідок цього, використання технологій в освіті, зокрема адаптивних систем навчання, продемонструвало потенціал вирішення цієї проблеми шляхом адаптації досвіду навчання на основі індивідуальних профілів учнів. Також, суттєва прогалина існує у розробці ефективних методів та інструментів інтеграції таких систем у приватні навчальні заклади [4].

Тому, дослідження в роботі має на меті заповнити цю прогалину, запропонувавши комплексний метод покращення якості персоналізованої освіти. Запропонований підхід включає розробку програмного забезпечення для оцінки успішності учнів, уподобань і стилів навчання та відповідну адаптацію навчального контенту. Основні цілі цього дослідження полягають у розробці масштабованого методу, керованого даними, який покращує персоналізацію

навчального досвіду та впровадження програмного забезпечення, здатного надавати ці індивідуальні освітні рішення в режимі реального часу.

Актуальність дослідження полягає визначення потенціалу покращення взаємодії студентів, академічної успішності та довгострокового збереження знань. Так як персоналізовані системи навчання повинні відповідати унікальним потребам кожного учня, то виникає необхідність створити більш гнучке та інклюзивне середовище навчання. Оскільки попит на високоякісну освіту в приватних закладах продовжує зростати, то такі подібні дослідження може мати велику зацікавленість для освітньої практики та політики навчання в навчальних закладах.

Мета та завдання дослідження:

Метою роботи є підвищення якості персоналізованого навчання у приватних закладах освіти шляхом впровадження інноваційних методів, адаптивних технологій та інтерактивного тестування.

У відповідності до поставленої мети потрібно виконати такі **завдання**:

- обґрунтувати підхід до аналізу основних методів персоналізованого навчання у приватних закладах освіти;
- провести порівняльний аналіз інноваційних освітніх технологій, таких як STEAM-підхід, інтерактивність та адаптивні системи;
- розробити математичну модель підвищення якості персоналізованого навчання, яка враховує особливості приватних закладів освіти;
- визначити проблеми впровадження адаптивних технологій та інноваційних методів у навчальний процес приватних закладів освіти;
- розробити алгоритми адаптивного тестування та персоналізованого моніторингу прогресу учнів;
- запропонувати програмне забезпечення для підвищення якості навчального процесу;
- визначити функціональні вимоги до основних програмних модулів;
- реалізувати та впровадити програмні модулі адаптивного тестування та моніторингу прогресу учнів;

– виконати тестування основних програмних модулів для оцінки ефективності розроблених рішень.

Об’єктом дослідження є процеси організації персоналізованого навчання у приватних закладах освіти.

Предметом дослідження є методи та програмні засоби підвищення якості персоналізованого навчання в приватних закладах освіти через інтеграцію інноваційних технологій, адаптивних систем і тестування.

Методи дослідження. У процесі дослідження використовувались: теорія системного аналізу, математичне моделювання адаптивних процесів, методи аналізу даних, оптимізація навчальних алгоритмів, технології машинного навчання, глибоке навчання, інтерактивне моделювання навчальних процесів, методи прогнозування результатів навчання, розробка алгоритмів адаптивного тестування, а також методи оцінювання ефективності інноваційних освітніх технологій у приватних закладах освіти.

Наукова новизна одержаних результатів:

- вперше запропоновано метод оцінювання якості персоналізованого навчання у приватних закладах освіти, який враховує інтеграцію інноваційних методів навчання (зокрема STEAM-підходу), адаптивних технологій, інтерактивності та ефективності тестування, що дозволяє індивідуально адаптувати навчальні процеси до потреб учнів і, як наслідок, дає можливість підвищити загальну якість навчання до 18%;

- удосконалено математичну модель підвищення якості навчального процесу, яка забезпечує інтеграцію різних аспектів сучасного навчання, таких як індивідуальний підхід до учнів та ефективне використання регулярних тестувань, який на відміну від існуючих має такі особливості в роботі як гнучкість і здатність налаштовуватись під специфічні вимоги приватних закладів освіти, що дозволяє підвищити ефективність навчання до 23%;

- подальшого розвитку отримав метод інтеграції тестувань у навчальний процес, що, на відміну від існуючих, включає адаптивне налаштування перевірочних завдань та інтерактивних елементів для кожного учня, що

дозволяє не лише підвищити рівень засвоєння знань, але й забезпечити краще підготування до академічних викликів та збільшити продуктивність навчального процесу.

Практична цінність отриманих результатів. Практична цінність одержаних результатів полягає в тому, що на основі теоретичних положень, розроблених у магістерській кваліфікаційній роботі, запропоновано алгоритми та створено програмне забезпечення для підвищення якості персоналізованого навчання у приватних закладах освіти. Запропоновані алгоритми дозволяють здійснювати адаптивне налаштування навчальних процесів відповідно до індивідуальних потреб учнів, інтегруючи інноваційні методи навчання, такі як STEAM-підхід, інтерактивність, регулярне тестування та адаптивні технології. Створене програмне забезпечення забезпечує інтеграцію різних аспектів сучасного освітнього процесу та може бути впроваджене у приватних закладах освіти для покращення навчальних результатів, підвищення мотивації учнів та їхньої академічної успішності.

Особистий внесок здобувача. У магістерській кваліфікаційній роботі усі результати дослідження здобуті автором даної роботи самостійно. У роботі [1], опублікованій самостійно, автору належить формування постановки задачі, аналізу предметної області та деякої частини основного тексту роботи.

Апробація матеріалів магістерської кваліфікаційної роботи. Основні положення магістерської кваліфікаційної роботи доповідалися та обговорювалися на Всеукраїнській науково-технічній конференції молодих вчених, аспірантів та студентів "Комп'ютерні ігри і мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації - 2024", (Одеса, 2024).

Публікації. Основні результати досліджень опубліковано в науковій праці у матеріалах конференції.

1 АНАЛІЗ КРИТЕРІЇВ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПЕРСОНАЛІЗОВАНОГО НАВЧАННЯ УЧНІВ

1.1 Порівняльна характеристика критеріїв підвищення якості персоналізованого навчання учнів

Підвищення якості персоналізованого навчання у приватних закладах освіти базується на декількох ключових критеріях, які дозволяють оптимізувати освітній процес, зосередившись на індивідуальних потребах учнів (рис. 1.1). Ці критерії сприяють забезпеченню глибокого розуміння матеріалу, розвитку критичного мислення, а також досягненню високих академічних результатів. Наведені більш ретельно основні критерії, які слід враховувати при побудові та оцінці ефективності персоналізованого навчання [5].

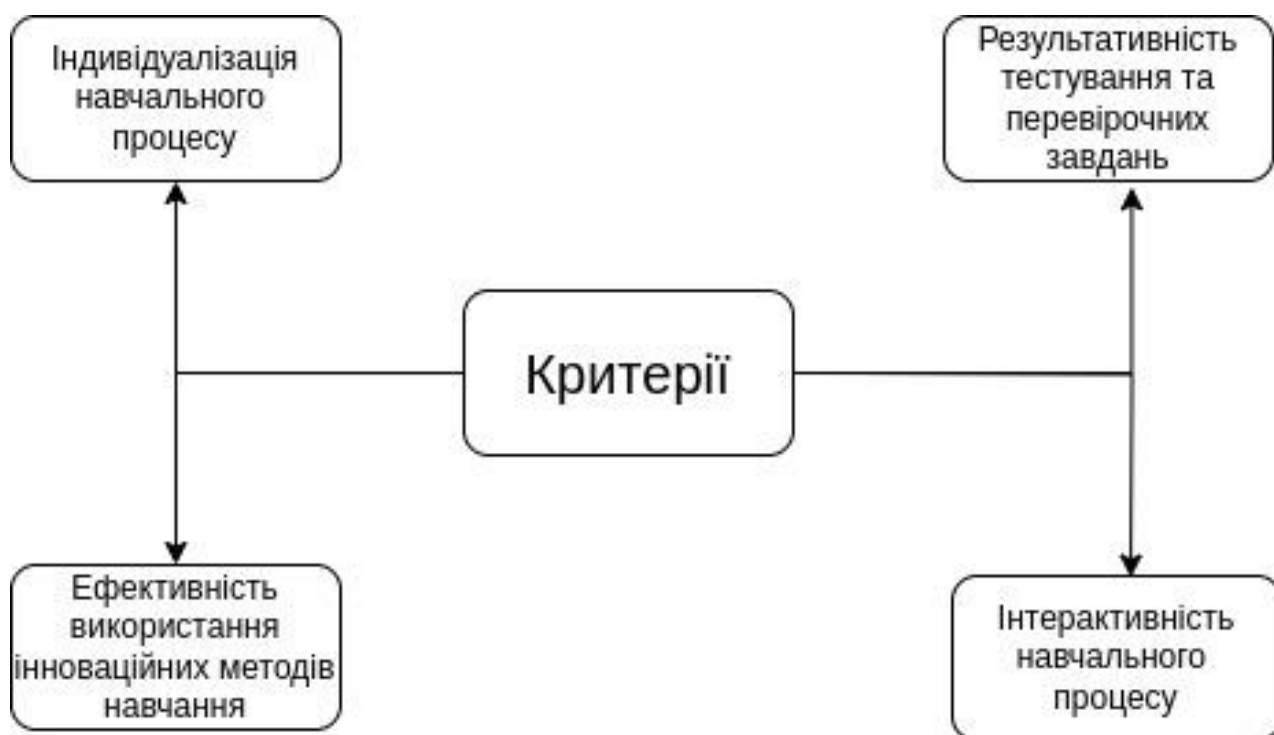


Рисунок 1.1 – Критерії підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти

Одним із основних критеріїв є рівень індивідуалізації навчання. Це передбачає адаптацію навчальних матеріалів та методів викладання до індивідуальних потреб учнів. Високий рівень індивідуалізації досягається через використання адаптивних навчальних платформ, які автоматично підлаштовують завдання під рівень знань і темп навчання кожного учня, індивідуальні консультації з учителем для вирішення специфічних проблем або запитань та підтримку учнів із різним стилем навчання (візуальні, аудіальні, тактильні).

Індивідуалізація навчального процесу полягає в адаптації освітнього процесу під індивідуальні потреби, здібності та темпи навчання кожного учня. Це означає, що кожен учень отримує персоналізовану підтримку, навчальні матеріали, методи викладання та завдання, які відповідають його унікальним характеристикам і потребам. Основна мета індивідуалізації — підвищити ефективність навчання та забезпечити максимальний розвиток потенціалу учня.

До ключових аспектів індивідуалізації навчального процесу відноситься адаптація навчальних матеріалів, де учні отримують навчальні матеріали, які відповідають їхнім поточним знанням та рівню підготовки. Складні теми подаються поступово, щоб уникнути перевантаження, і навпаки — учні з вищим рівнем підготовки можуть отримувати більш складні завдання [6].

Врахування індивідуальних стилів навчання полягає в тому, що кожен учень має свій спосіб сприйняття інформації. Деякі учні краще сприймають інформацію візуально (графіки, відео), інші — через аудіальний канал (лекції), а треті — через практичні заняття. Індивідуалізація враховує ці стилі і забезпечує навчання за найбільш ефективними для учня методами.

Індивідуальний темп навчання означає те, що учні можуть вивчати матеріал у своєму темпі: ті, хто швидше засвоює інформацію, можуть рухатися вперед, тоді як ті, кому потрібен додатковий час для розуміння складних тем, отримують можливість опрацьовувати їх довше. Для цього доцільним є використання адаптивних освітніх технологій, дозволяє автоматично

підлаштовувати завдання та тести під потреби учнів, базуючись на їхньому прогресі. Наприклад, якщо учень успішно виконує завдання, система може надати більш складні вправи, і навпаки — якщо учень зазнає труднощів, платформа пропонує додаткові пояснення та простіші завдання.

В цьому випадку учням надається можливість отримувати консультації від викладачів, де вони можуть отримати роз'яснення щодо складних для них тем або отримати додаткову підтримку в опануванні матеріалу [7]. Це забезпечує персональний підхід до кожного учня та допомагає швидше долати труднощі. Замість стандартних тестів і контрольних робіт можуть застосовуватися різні методи оцінювання, що враховують індивідуальні здібності учня. Це може бути проектна діяльність або інші види оцінки (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 - Порівняльна характеристика критеріїв підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти

Критерій	Опис	Характеристика
Індивідуалізація навчального процесу	Адаптація навчальних матеріалів та методів викладання до потреб учнів	Використання адаптивних платформ, індивідуальні консультації, підтримка різних стилів навчання
Ефективність інноваційних методів навчання	Інтеграція STEAM, проектної діяльності та технологій	Використання технологій, проектна діяльність, інтеграція міждисциплінарних підходів
Інтерактивність навчального процесу	Активна взаємодія учнів з матеріалом, викладачами та однолітками	Дискусії, групові роботи, використання інтерактивних технологій, швидкий зворотний зв'язок
Результативність тестування	Регулярність і якість тестування та перевірочних завдань	Регулярне тестування, відповідність складності завдань, оперативний зворотний зв'язок, використання тестів для навчання

Таким чином, індивідуалізація навчального процесу орієнтована на врахування індивідуальних особливостей кожного учня, що підвищує мотивацію до навчання та сприяє ефективнішому засвоєнню матеріалу. Завдяки цьому кожен учень має можливість розвиватися у відповідності зі своїм потенціалом і темпом, отримуючи необхідну підтримку в процесі навчання [8].

Інноваційні методи навчання, такі як STEAM-освіта, проектна діяльність та інтерактивні технології, є важливим критерієм підвищення якості персоналізованого навчання. Ефективність таких методів оцінюється за такими показниками як наскільки широко використовуються технології для моделювання реальних ситуацій та практичних завдань, наскільки інтегровані науково-технічні підходи (STEAM) у повсякденний навчальний процес та використання проектної діяльності як основи для розвитку критичного мислення та творчих здібностей.

Ефективність використання інноваційних методів навчання полягає у здатності цих підходів покращити процес засвоєння знань, розвинути критичне мислення та творчі навички учнів, а також адаптувати навчання до сучасних вимог. Інноваційні методи інтегрують новітні технології, міждисциплінарний підхід і практичні завдання, що дозволяє зробити навчання більш цікавим, залученим і результативним. Основні аспекти ефективності інноваційних методів навчання полягають у підвищенні залученості учнів до таких інноваційних методів навчання, такі як STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics), з яких проектна діяльність, інтерактивні уроки та використання технологій, роблять процес навчання більш динамічним та захопливим. Учні активно взаємодіють з матеріалом через практичні заняття, симуляції, групові обговорення та проекти, що підвищує їхню зацікавленість і мотивацію.

Інноваційні методи сприяють розвитку критичного мислення через завдання, які потребують аналізу, оцінки та вирішення проблем. Такі підходи, як проектна діяльність, стимулюють учнів розв'язувати реальні проблеми, що допомагає розвинути навички креативного підходу до вирішення задач та

самостійності у навчанні. Зокрема STEAM, інтегрують різні галузі знань, що дозволяє учням бачити взаємозв'язки між дисциплінами, застосовувати знання з кількох областей та розуміти, як теоретичні концепції використовуються на практиці. Це забезпечує більш глибоке розуміння матеріалу і допомагає готувати учнів до реальних життєвих викликів.

Співпраця в групових проектах розвиває навички командної роботи та комунікації. Зокрема адаптивні навчальні платформи, дозволяють підлаштовувати навчальні матеріали під індивідуальні потреби кожного учня. Це забезпечує персоналізацію навчання, що дозволяє учням вивчати матеріал у своєму темпі і відповідно до їхніх здібностей [9].

При цьому, ефективність оцінювання та зворотний зв'язок дозволяє використовувати тестування як інструмент навчання, що надає можливість оперативно оцінювати прогрес учнів і надавати зворотний зв'язок. Це дозволяє викладачам оперативно коригувати програму навчання, вчасно допомагаючи учням долати труднощі. Тому, ефективність використання інноваційних методів навчання полягає в тому, що вони допомагають учням більш активно залучатися до процесу навчання, розвивати критичне мислення, застосовувати знання на практиці та адаптувати процес навчання до індивідуальних потреб. Інноваційні методи сприяють підвищенню якості освіти, формуванню ключових навичок та підготовці учнів до викликів сучасного світу [10].

Інтерактивність відіграє ключову роль у створенні активного навчального середовища. Цей критерій оцінює, наскільки учні залучені до взаємодії з матеріалом, учителями та однолітками. Підвищення якості навчання можна оцінити за такими показниками як рівень участі учнів у дискусіях, групових завданнях, дебатах, використання інтерактивних технологій, таких як онлайн-дошки, інтерактивні платформи, віртуальні класи, частота і якість зворотного зв'язку від викладача та учнів.

Ключовими аспектами інтерактивності навчального процесу є активна участь учнів, де інтерактивність вимагає від учнів активної участі в процесі навчання, замість пасивного засвоєння інформації.

Інтерактивні вправи, такі як онлайн-тести, вікторини, симуляції та навчальні ігри, допомагають учням закріплювати знання в інтерактивному середовищі. Це дозволяє не лише перевіряти знання, але й вивчати нові теми через практику, що підвищує ефективність засвоєння матеріалу. У такому інтерактивному навчанні викладач більше виконує роль фасилітатора, спрямовуючи учнів у процесі самостійного навчання. Завдання викладача полягає в тому, щоб створити середовище для обговорень, стимулювати учнів до активної участі та взаємодії з матеріалом, а також підтримувати конструктивний зворотний зв'язок.

Інтерактивне навчання часто базується на реальних життєвих сценаріях або симуляціях, що дозволяють учням застосовувати знання у контексті практичних завдань. Це допомагає учням зрозуміти, як теорія може бути використана для вирішення реальних проблем, і розвиває практичні навички. Воно створює середовище, де учні постійно залучені до процесу навчання. Вони не тільки слухають лекції, але й беруть участь у різних видах діяльності, що стимулюють їхню зацікавленість та допитливість. Це сприяє глибшому засвоєнню матеріалу та розвитку критичного мислення.

Переваги інтерактивності у навчальному процесі полягають у підвищеній мотивації та залученості учнів. Учні, які активно взаємодіють з матеріалом, викладачами та однолітками, відчують більше зацікавленості у процесі навчання, що підвищує їхню мотивацію та сприяє кращому засвоєнню знань. Такий розвиток соціальних і комунікативних навичок допомагає учням розвивати важливі соціальні навички, такі як вміння працювати в команді, ефективно спілкуватися та вирішувати конфлікти. Це особливо важливо для підготовки до майбутньої професійної діяльності [11].

Таким чином, інтерактивність навчального процесу полягає в активній взаємодії учнів з навчальними матеріалами, викладачами та однолітками, що робить навчання більш ефективним, залученим і цікавим. Цей підхід сприяє розвитку критичного мислення, соціальних навичок та глибшому засвоєнню знань. Інтерактивні методи забезпечують учням можливість не просто

отримувати інформацію, а активно застосовувати її на практиці, що значно підвищує якість навчання.

Ефективність тестування та регулярних перевірочних завдань є важливим критерієм для забезпечення високої якості навчання. Тут оцінюється регулярність проведення тестів, що дозволяє систематично закріплювати вивчений матеріал, відповідність рівня складності тестових завдань рівню підготовки учнів, оперативність надання зворотного зв'язку та коригування навчального плану на основі результатів тестування, наскільки використовуються тести не лише для оцінювання, але й як інструмент для навчання (навчальне тестування).

Результативність тестування та перевірочних завдань полягає у здатності цих інструментів ефективно оцінювати рівень знань і навичок учнів, закріплювати вивчений матеріал та стимулювати подальший розвиток. Тестування і перевірочні завдання допомагають учням усвідомлювати свої сильні та слабкі сторони, викладачам — вчасно коригувати навчальний процес, а також формують систему зворотного зв'язку, що сприяє постійному вдосконаленню освітнього процесу [12].

Основні аспекти результативності тестування та перевірочних завдань полягають в якісному закріпленні знань. Тестування та перевірочні завдання допомагають учням закріпити матеріал, вивчений під час занять. Регулярні тести, особливо якщо вони супроводжуються зворотним зв'язком, сприяють довготривалому збереженню знань у пам'яті. Через повторення та практичне застосування інформації учні краще засвоюють матеріал.

Тести є об'єктивним інструментом для оцінки знань учнів на різних етапах навчання. Формативне тестування дозволяє перевірити, наскільки учні засвоїли матеріал під час вивчення конкретної теми або розділу, і виявити слабкі місця, що потребують додаткової уваги. Тестування дозволяє швидко отримувати результати та надавати зворотний зв'язок учням. Це допомагає учням усвідомити свої помилки, скоригувати свої стратегії навчання і працювати над покращенням

результатів. Оперативний зворотний зв'язок є важливим елементом ефективного навчання.

Регулярне тестування стимулює учнів до активного навчання, оскільки вони бачать свої досягнення та відчувають необхідність покращувати результати. Тести створюють чіткі етапи для досягнення цілей, що підвищує відповідальність учнів за свій прогрес і допомагає їм зосередитися на конкретних навчальних завданнях. Виконання тестів і перевірочних завдань сприяє розвитку навичок самооцінки в учнів. Вони вчаться аналізувати свої помилки, робити висновки щодо того, де їм потрібно зосередити більше зусиль. Це допомагає розвивати самодисципліну та самостійність у навчальному процесі.

Переваги тестування та перевірочних завдань полягають в отриманні об'єктивної оцінки знань. Тестування дозволяє оцінювати рівень знань учнів за чіткими критеріями, що забезпечує об'єктивність оцінювання і справедливість у навчальному процесі. Тести з відкритими питаннями та завдання, що вимагають розв'язання проблем, стимулюють учнів до глибшого осмислення матеріалу, аналізу та застосування знань. Це сприяє розвитку критичного мислення та здатності до самостійного вирішення задач.

У сучасних умовах тестування можна автоматизувати за допомогою цифрових платформ, що дозволяє швидко отримувати результати та зворотний зв'язок. Це зменшує навантаження на викладачів і дає учням можливість оперативно оцінити свої досягнення. Тестування може використовуватися не лише для оцінки знань, але й як навчальний інструмент. Завдання, що стимулюють осмислення матеріалу, можуть допомогти учням краще засвоїти концепції та покращити розуміння тем [13].

Таким чином, результативність тестування та перевірочних завдань полягає в тому, що вони сприяють як об'єктивній оцінці знань учнів, так і закріпленню матеріалу, мотивації до навчання та розвитку самостійності. Тестування дозволяє викладачам і учням вчасно виявляти проблемні теми і працювати над їх подоланням, що підвищує загальну ефективність навчального процесу.

1.2. Критерії підвищення якості академічних результатів та прогресу учнів

Критерієм якості персоналізованого навчання є також академічний прогрес учнів, який оцінюється за такими показниками як рівень досягнення освітніх цілей, що визначається успішністю учнів на контрольних точках (тести, іспити), динаміка покращення результатів учнів, які мають різні початкові рівні знань, відсоток учнів, які досягають або перевищують стандарти успішності, що встановлені закладом (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 - Критерії підвищення якості академічних результатів та прогресу учнів

Основні аспекти академічних результатів та прогресу учнів полягають в досягнення освітніх цілей. Це може включати успішність у контрольних роботах, тестах, іспитах, виконанні проектів та інших завдань. Учні, які досягають або перевищують встановлені стандарти, вважаються такими, що мають високі академічні результати. Академічний прогрес учнів оцінюється на основі їхнього поточного рівня знань. Регулярне оцінювання дозволяє визначати, наскільки учні просуваються вперед у своєму навчанні, і виявляти області, які потребують додаткової уваги.

Прогрес учнів відображає динаміку їхнього покращення протягом навчального періоду. Якщо учень демонструє стабільний ріст у своїй успішності, це свідчить про позитивний навчальний прогрес. Оцінка прогресу включає порівняння результатів на різних етапах навчання, що допомагає визначити, наскільки ефективно учень засвоює нові знання і розвиває свої навички (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 - Порівняльна характеристика критеріїв підвищення якості академічних результатів та прогресу учнів у приватних закладах освіти

Критерій	Опис	Характеристика
Академічні результати та прогрес учнів	Оцінка успішності та динаміки покращення учнів	Досягнення освітніх цілей, покращення результатів, досягнення стандартів успішності
Задоволеність учнів та батьків	Оцінка задоволеності освітнім процесом	Опитування учнів та батьків, відгуки, залученість батьків у навчальний процес
Мотивація учнів до навчання	Ступінь залученості учнів у навчальний процес та їхня активність	Активна участь у додаткових проектах, ініціативи поза програмою, самостійність учнів
Гнучкість і адаптивність навчального процесу	Можливість адаптації програми до потреб учнів	Коригування навчального плану, швидкість реагування на запити, наявність додаткових курсів
Підтримка емоційного та соціального розвитку	Створення комфортного середовища для розвитку емоційних і соціальних навичок	Комфортне навчальне середовище, робота в групах, ментальна підтримка, програми емоційного розвитку

Кожен навчальний заклад встановлює певні стандарти успішності, яких учні мають досягти. Високі академічні результати означають, що учень виконує або перевищує ці стандарти. Якщо учні відстають від цих стандартів, це може сигналізувати про необхідність додаткової підтримки або коригування навчальних стратегій. Окрім засвоєння теоретичних знань, академічні результати включають розвиток практичних навичок і компетенцій, таких як критичне мислення, творчість, аналітичні здібності, комунікаційні навички та вміння працювати в команді. Високий рівень розвитку цих навичок також свідчить про успішність навчального процесу [14].

У персоналізованому навчанні прогрес учнів може відрізнятися в залежності від індивідуальних траєкторій. Тому, важливо оцінювати не тільки загальні результати, але й індивідуальний прогрес кожного учня, зокрема його особисті досягнення та розвиток у порівнянні з власними попередніми результатами. Це дозволяє зрозуміти, наскільки ефективними є методи навчання для конкретного учня.

Академічні результати та прогрес також включають готовність учнів до подальшого навчання або професійної діяльності. Це особливо важливо на етапі старших класів, де результативність навчання визначає успішність вступу до університету або підготовку до роботи в обраній галузі. Учні, які демонструють хороші академічні результати, зазвичай краще підготовлені до нових викликів.

Постійне відстеження прогресу та досягнень учнів мотивує їх до активної участі в навчальному процесі та досягнення вищих результатів. Учні можуть відслідковувати свої успіхи, що підвищує їхню впевненість у власних силах. Оцінка академічних результатів дозволяє викладачам адаптувати навчальний процес під індивідуальні потреби учнів, надаючи додаткові ресурси або змінюючи методику викладання для кращого засвоєння матеріалу. Академічні результати учнів також дозволяють викладачам і адміністрації планувати подальші кроки в навчальному процесі, включаючи корекцію навчальних планів, вибір додаткових курсів та спеціалізацій [15].

Таким чином, академічні результати та прогрес учнів є ключовими показниками ефективності навчального процесу. Вони відображають рівень досягнення освітніх цілей, динаміку покращення знань та навичок учнів, а також їхню готовність до подальших академічних і професійних викликів. Оцінка результатів і прогресу допомагає вчасно коригувати навчання, підтримувати мотивацію учнів і забезпечити їхній успіх у навчанні та житті.

Задоволеність учнів і батьків є важливим індикатором якості персоналізованого навчання. Цей критерій оцінюється через регулярні опитування учнів та батьків щодо задоволеності навчальним процесом, якістю викладання, увагою до індивідуальних потреб, ступінь залученості батьків у навчальний процес і їхня взаємодія зі школою, відгуки учнів про корисність та цікавість освітніх методів і матеріалів.

Основні аспекти задоволеності учнів та батьків полягають в якості навчального процесу, де учні та батьки оцінюють якість навчання за кількома критеріями, такими як компетентність викладачів, доступність навчальних матеріалів, ефективність методів викладання та здатність школи адаптувати процес навчання під індивідуальні потреби. Якщо учні відчують, що отримують належну підтримку, а навчальні методи цікаві та результативні, це значно підвищує їхню задоволеність.

Комфортне та мотивуюче навчальне середовище є важливим для задоволеності учнів. Це стосується як фізичних умов навчання (зручні класи, доступ до сучасних технологій), так і психологічної атмосфери (підтримка викладачів, взаємоповага між учнями та викладачами). Якщо учні відчують себе безпечно і комфортно, це позитивно впливає на їхнє ставлення до навчання.

Психологічна та емоційна підтримка, надана школою, також впливає на рівень задоволеності. Батьки цінують, коли заклад активно сприяє всебічному розвитку дитини, включаючи емоційну стійкість і соціальні навички. Багато батьків очікують, що школа не лише забезпечить академічні знання, але й сприятиме розвитку соціальних та комунікативних навичок. Учні, які активно беруть участь у групових проектах, позакласних заходах та командних

активностях, розвивають свої навички співпраці, що є важливим для подальшого життя та кар'єри. Позитивний соціальний досвід у школі підвищує рівень задоволеності учнів та батьків. Батьки задоволені, коли бачать, що їхні діти не лише успішно вчаться, але й виявляють ініціативу та інтерес до навчання. Мотивація учнів напряду залежить від того, наскільки навчальний процес відповідає їхнім інтересам і потребам.

Батьки високо оцінюють навчальні заклади, які забезпечують високий рівень підготовки учнів до вступу у вищі навчальні заклади або до професійної діяльності. Це включає розвиток академічних знань, навичок критичного мислення та самоорганізації, що є ключовими для успішної кар'єри в майбутньому. Учні, які бачать зв'язок між навчанням і своїми подальшими цілями, також більш задоволені процесом навчання.

Таким чином, задоволеність учнів та батьків є показником ефективності роботи навчального закладу, що охоплює не лише академічні результати, але й комфорт, комунікацію, підтримку та розвиток учнів. Високий рівень задоволеності сприяє мотивації до навчання, покращенню взаємодії між школою та батьками, а також лояльності до навчального закладу. Для забезпечення високого рівня задоволеності необхідно постійно вдосконалювати навчальні процеси, враховувати індивідуальні потреби учнів та підтримувати відкритий діалог з батьками.

Високий рівень мотивації учнів є критерієм ефективності персоналізованого підходу. Оцінюється за такими параметрами як ступінь активної участі учнів у процесі навчання, їхнє бажання брати участь у додаткових проектах або заходах, рівень самостійності учнів у навчальному процесі та здатність до саморегуляції, інтерес до тем навчання, що виражається у виборі додаткових завдань або ініціативах поза межами обов'язкової програми.

Основним аспектом мотивації учнів до навчання є внутрішня та зовнішня мотивація. Вона виникає, коли учні відчувають інтерес до предмета, прагнуть до нових знань та розвитку. Мотивація базується на особистих інтересах, допитливості та задоволенні від процесу навчання. Учні, які мають високу

внутрішню мотивацію, вивчають матеріал не лише для досягнення оцінок, але й для власного розвитку, що сприяє глибокому та довготривалому засвоєнню знань. Зовнішня мотивація виникає, коли учні намагаються досягти результатів через зовнішні стимули, такі як оцінки, нагороди, схвалення від викладачів та батьків або перспективи кар'єрного росту. Учні, мотивовані зовнішніми факторами, можуть бути активними в навчанні для досягнення конкретних цілей (наприклад, вступ до університету або отримання високих балів на іспитах).

Один із ключових чинників мотивації — це інтерес до навчального матеріалу. Якщо учні вважають предмет цікавим і значущим для свого майбутнього, вони виявляють більше зацікавленості в його вивченні. Впровадження інтерактивних методів навчання, інноваційних технологій та реальних життєвих прикладів може підвищити інтерес учнів до предмету.

Комфортна та підтримуюча атмосфера у класі позитивно впливає на мотивацію учнів. Коли учні відчувають підтримку від викладачів і однолітків, це створює сприятливе середовище для навчання. Зворотний зв'язок від викладача також є важливим, оскільки він допомагає учням зрозуміти свої сильні сторони та зони для покращення. Похвала та визнання досягнень учнів стимулюють їх до подальшого прогресу. Визнання з боку викладачів і батьків за успіхи мотивує учнів продовжувати старанно працювати. Позитивне підкріплення у вигляді нагород, сертифікатів, заохочень або навіть простого визнання успіхів є важливим елементом зовнішньої мотивації.

Учні, які активно беруть участь у навчальному процесі, залучені до обговорень, групових проектів або дослідницької діяльності, демонструють вищий рівень мотивації. Такі форми роботи стимулюють учнів до розвитку навичок самостійного вирішення проблем і творчого підходу до навчання. Коли учні мають можливість реалізувати свої індивідуальні здібності через навчальний процес, вони стають більш мотивованими. Наприклад, творчі завдання, проектна діяльність або вибір предметів для вивчення за інтересами стимулюють учнів розвивати свої таланти та працювати над досягненням особистих цілей.

Розуміння того, що хороші оцінки або глибокі знання допоможуть у вступі до університету або в майбутній професії, є сильним стимулом для багатьох учнів. Постійна підтримка з боку батьків та викладачів відіграє важливу роль у підтриманні мотивації. Коли учні відчувають, що їхні зусилля цінуються, вони стають більш відповідальними за свої досягнення та прагнуть до успіху.

Високий рівень мотивації допомагає формувати позитивне ставлення до навчання як до процесу особистого розвитку та здобуття нових знань, що має тривалий вплив на успіхи в подальшому навчанні та житті.

Таким чином, мотивація учнів до навчання є важливим фактором, який впливає на їхній прогрес, академічні досягнення та загальне ставлення до навчального процесу. Внутрішні та зовнішні стимули, цікавість до предмета, позитивне навчальне середовище та підтримка викладачів і батьків є ключовими елементами, які визначають рівень мотивації. Підвищення мотивації сприяє більш активному залученню учнів до навчального процесу, розвитку самостійності та досягненню поставлених цілей.

Гнучкість навчальної програми є важливою складовою персоналізованого навчання. Цей критерій оцінює здатність системи адаптуватися до змін і запитів учнів про можливість коригування навчального плану відповідно до потреб і прогресу кожного учня, швидкість реагування викладачів та адміністрації на індивідуальні запити учнів і батьків, наявність додаткових курсів, що дозволяють учням розвивати свої інтереси. Гнучкість і адаптивність навчального процесу полягають у здатності освітньої системи реагувати на індивідуальні потреби, здібності, темп навчання учнів і змінюватися в залежності від обставин та викликів. Це дозволяє забезпечити персоналізоване навчання, яке максимально відповідає особливостям кожного учня, і водночас адаптувати навчальні плани та методи відповідно до змін у зовнішньому середовищі, технологіях та вимогах суспільства.

Гнучкість означає можливість коригувати навчальні програми залежно від потреб і здібностей учнів. Це дозволяє забезпечити індивідуальний темп навчання, де один учень може проходити матеріал швидше, а інший —

отримувати більше часу для засвоєння складних тем. Адаптивність проявляється у тому, що учні отримують завдання, які відповідають їхньому рівню знань і сприяють їхньому розвитку. Такий адаптивний навчальний процес враховує, що кожен учень має свій власний стиль навчання, інтереси та здібності.

У гнучкому навчальному процесі розклад занять може бути адаптованим під потреби учнів, що особливо важливо для дистанційного навчання. Наприклад, учні можуть обирати час для самостійного навчання або проходження тестів. Оцінювання також може бути адаптоване, коли учні мають можливість здавати завдання у зручний для них час або отримувати завдання різного рівня складності залежно від їхнього рівня підготовки.

Такий підхід дозволяє не лише підлаштувати навчання під кожного учня, але й забезпечити своєчасну корекцію, якщо учень зазнає труднощів у навчанні. Гнучкість означає здатність освітньої системи швидко реагувати на появу нових технологій і методів навчання. Наприклад, використання віртуальних лабораторій, онлайн-курсів, інтерактивних платформ та мобільних додатків дозволяє учням отримувати нові знання і навички, використовуючи сучасні технології. Це робить навчальний процес більш актуальним і цікавим для учнів.

Адаптивність означає здатність навчального процесу швидко змінюватися у відповідь на зовнішні виклики, такі як зміни в суспільстві, економіці або технологіях. Наприклад, пандемія COVID-19 змусила багато шкіл і університетів перейти на дистанційне навчання, що вимагає гнучкості як з боку викладачів, так і учнів. Здатність до швидкої адаптації до таких змін є важливою складовою ефективної освіти.

Гнучкий навчальний процес дозволяє швидко коригувати матеріали залежно від прогресу учнів або змін у навчальній програмі. Наприклад, якщо певна тема викликає труднощі, викладач може додати допоміжні ресурси, пояснення або вправи для кращого розуміння. Це підвищує ефективність навчання і допомагає запобігти накопиченню прогалин у знаннях. Оцінювання в гнучкому навчальному процесі може включати різні формати: тести, проекти, групові завдання, творчі роботи тощо. Це дозволяє учням обирати той формат,

у якому вони можуть найкраще продемонструвати свої знання та навички. Адаптивні тести можуть автоматично коригуватися відповідно до рівня підготовки учня.

Гнучкість навчального процесу також дозволяє інтегрувати позашкільну діяльність і різноманітні освітні ініціативи, такі як гуртки, майстер-класи, волонтерські програми та інші форми неформальної освіти. Це сприяє всебічному розвитку учнів і дозволяє їм отримувати практичні навички, які важко здобути в рамках традиційного навчання.

Адаптивність і гнучкість навчають учнів пристосовуватися до змін, що є важливою навичкою в сучасному світі. Учні, які навчаються в умовах гнучкого навчального процесу, краще підготовлені до непередбачених змін у кар'єрі та житті. Тому, гнучкість у навчанні допомагає знизити стрес у учнів, оскільки вони можуть вчитися у власному темпі і мають більше контролю над своїм навчанням. Це створює сприятливе середовище для навчання, де учні можуть фокусуватися на розвитку своїх навичок і знань.

Адаптивні підходи стимулюють учнів до самостійного навчання, що є важливою навичкою для їхнього подальшого навчання та професійного розвитку. Учні вчать брати на себе відповідальність за власний прогрес і організовувати свій навчальний процес.

Таким чином, гнучкість і адаптивність навчального процесу дозволяють створювати індивідуалізоване та ефективне навчальне середовище, яке враховує різні потреби учнів і адаптується до змін у суспільстві та технологіях. Завдяки гнучким і адаптивним підходам навчання стає більш комфортним, цікавим і результативним, допомагаючи учням досягати високих академічних результатів і підготовлюватися до майбутніх викликів.

Основні аспекти підтримки емоційного та соціального розвитку учнів в першу чергу полягають в емоційній грамотності. Розвиток емоційної грамотності передбачає навчання учнів розуміти, ідентифікувати та управляти своїми емоціями. Це допомагає учням усвідомлювати власні почуття, а також розуміти

емоції інших людей. Емоційна грамотність знижує ризик емоційних зривів, покращує самоконтроль і здатність справлятися зі стресом.

Важливим аспектом соціального розвитку є здатність співпереживати іншим та розуміти емоції і погляди оточуючих. Виховання емпатії допомагає створювати толерантне середовище, де учні вчаться підтримувати один одного, поважати різноманітність думок і досвідів, що сприяє побудові здорових соціальних зв'язків. Тому, важливо навчати учнів ефективних стратегій вирішення конфліктів без агресії або уникання проблем. Розуміння власних емоцій і емоцій інших людей допомагає знаходити компроміси і вирішувати непорозуміння в конструктивний спосіб. Це сприяє покращенню стосунків між учнями та створенню безпечного середовища в школі.

Підтримка емоційного та соціального розвитку сприяє створенню позитивного середовища в школі, де учні вчаться поважати один одного, співпрацювати і вирішувати конфлікти мирним шляхом. Це допомагає знижувати рівень булінгу та соціальної ізоляції. Учні, які розвивають навички емоційного самоконтролю та соціальної взаємодії, стають більш впевненими у собі та своїх можливостях. Це допомагає їм краще справлятися з життєвими викликами та приймати відповідальні рішення.

Емоційно та соціально розвинені учні краще будують відносини з однолітками та дорослими. Це сприяє їхньому успішному інтегруванню в суспільство та допомагає уникати конфліктів і непорозумінь у майбутньому. Регулярна емоційна підтримка та розвиток соціальних навичок допомагають запобігати емоційним і психологічним проблемам, таким як тривожність, депресія або проблеми з самооцінкою. Це сприяє зміцненню психічного здоров'я учнів і знижує ризики виникнення кризових ситуацій.

Таким чином, підтримка емоційного та соціального розвитку учнів є важливою складовою освітнього процесу, яка сприяє формуванню психічно стійких та соціально адаптованих особистостей. Навички емоційного самоконтролю, емпатії, комунікації та вирішення конфліктів допомагають учням

не лише в навчанні, але й у повсякденному житті, сприяючи їхньому успішному розвитку та адаптації до майбутніх викликів.

Підвищення якості персоналізованого навчання у приватних закладах освіти залежить від ряду критеріїв, таких як індивідуалізація, ефективність використання інноваційних методів, інтерактивність навчання, результативність тестування, академічний прогрес учнів, мотивація, гнучкість навчального процесу та емоційна підтримка. Ці критерії дозволяють забезпечити високу якість освіти, орієнтовану на досягнення індивідуальних цілей кожного учня та їхню підготовку до подальшого академічного та професійного життя.

1.3. Задачі дослідження

Магістерська робота повинна бути присвячена аналізу, розробці методів та програмних засобів для підвищення якості персоналізованого навчання у приватних закладах освіти шляхом впровадження інноваційних методів, адаптивних технологій та інтерактивного тестування. Дослідження в даній роботі необхідно скласти з чотирьох основних розділів, кожен з яких включає конкретні етапи та аспекти, що пов'язані з визначенням ефективності персоналізованого навчання у приватних закладах освіти, аналізом існуючих методів впровадження інноваційних технологій, адаптивного та інтерактивного тестування, реалізацією програмних модулів.

Основні аспекти дослідження повинні складати такі основні напрямки:

- обґрунтування підходу до аналізу основних методів персоналізованого навчання у приватних закладах освіти;
- проведення порівняльного аналізу інноваційних освітніх технологій, таких як STEAM-підхід, інтерактивність та адаптивні системи;
- розробки математичної моделі підвищення якості персоналізованого навчання, яка враховує особливості приватних закладів освіти;
- визначення проблем впровадження адаптивних технологій та інноваційних методів у навчальний процес приватних закладів освіти;

- розробки алгоритму адаптивного тестування та персоналізованого моніторингу прогресу учнів;
- створення програмного забезпечення для підвищення якості навчального процесу;
- визначення функціональних вимог щодо основних програмних модулів;
- реалізація та впровадження програмних модулів адаптивного тестування та моніторингу прогресу учнів;
- виконання тестування основних програмних модулів для оцінки ефективності розроблених рішень.

1.4. Висновки

В першому розділі проведено аналіз критеріїв підвищення якості персоналізованого навчання учнів, де було проведено порівняльна характеристика критеріїв. При цьому, були розглянуті такі критерії підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти як індивідуалізація навчального процесу, ефективність використання інноваційних методів навчання, інтерактивність навчального процесу, результативність тестування та перевірочних завдань.

В основу критеріїв підвищення якості академічних результатів та прогресу учнів було покладено прогрес учнів, який оцінюється за такими показниками як рівень досягнення освітніх цілей, що визначається успішністю учнів на контрольних точках (тести, іспити), динаміка покращення результатів учнів та мають різні початкові рівні знань, відсоток учнів, які досягають або перевищують стандарти успішності, що встановлені закладом. В якості критеріїв підвищення якості академічних результатів та прогресу учнів були розглянуті академічні результати та прогрес учнів, задоволеність учнів та батьків, мотивація учнів до навчання, гнучкість і адаптивність навчального процесу, підтримка емоційного та соціального розвитку учнів.

2 МОДЕЛЬ ТА МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПЕРСОНАЛІЗОВАНОГО НАВЧАННЯ УЧНІВ

2.1. Запропонована модель підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти

Для створення математичної моделі, що описує процес підвищення якості персоналізованого навчання у приватних закладах освіти, необхідно враховувати такі ключові аспекти, як інноваційні методи навчання, інтерактивність у навчанні, адаптивні навчальні платформи, та тестування та перевірочні завдання (табл. 2.1). Основна мета даного підрозділу полягає у моделюванні процесу підвищення якості навчання на основі цих компонентів, використовуючи відповідні параметри та функції для опису взаємодій між ними.

Основні змінні та параметри моделі будуть наступними.

Нехай:

Q — загальна якість навчання (функція від різних компонентів).

I_m — інноваційні методи навчання (інтегрує STEAM-освіту, технології, проектну діяльність).

A — рівень адаптивності навчальної платформи (динамічність навчального плану, адаптація до індивідуальних потреб).

C — рівень інтерактивності в навчанні (інтерактивність у процесі навчання, співпраця учнів).

T — ефективність тестування та перевірочних завдань (як міра оцінювання та закріплення знань).

Тоді, модель підвищення якості навчання Q можна описати функцією, що залежить від усіх ключових аспектів наступним чином:

$$Q = f(I_m, A, C, T)$$

Далі виконаємо структурування кожного з компонентів

1. Інноваційні методи навчання (I_m) можна оцінити через рівень інтеграції STEAM-освіти, технологій та проектної діяльності. Тому, нехай:

$$I_m = w_1 \cdot S + w_2 \cdot P + w_3 \cdot E$$

де:

S — інтеграція STEAM-підходів (наука, технології, інженерія, мистецтво, математика),

P — рівень практичних проектів і дослідницької діяльності,

E — ефективність використання технологій у навчанні (наприклад, використання інтерактивних інструментів, 3D-моделювання).

Параметри w_1, w_2, w_3 — вагові коефіцієнти, що характеризують відносну важливість кожного елементу в процесі.

2. Адаптивні навчальні платформи (A) в яких адаптивність системи залежить від рівня індивідуалізації та динамічної корекції навчального процесу під потреби кожного учня. Тому, нехай:

$$A = g_1 \cdot F + g_2 \cdot D$$

де:

F — рівень індивідуалізації навчання (адаптація курсу під прогрес учня),

D — динамічність корекції навчального плану в реальному часі.

Параметри g_1 і g_2 — вагові коефіцієнти, що описують внесок індивідуалізації та динамічної адаптації.

3. Інтерактивність у навчанні (C), де інтерактивність описується як ступінь залученості учнів в активну взаємодію з навчальними матеріалами, викладачами та однолітками. Тому, нехай:

$$C = h_1 \cdot G + h_2 \cdot R$$

де:

G — рівень інтерактивних занять (дискусії, групові роботи),

R — використання інструментів зворотного зв'язку (вчитель надає негайний зворотний зв'язок).

Параметри h_1 і h_2 відображають вагомість цих факторів у досягненні ефективної інтерактивності.

4. Тестування та перевірочні завдання (T) залежить від регулярності оцінювання, якості завдань і швидкості отримання результатів. Тому, нехай:

$$T = k_1 \cdot R_f + k_2 \cdot S_f$$

де:

R_f — регулярність тестування,

S_f — ступінь складності та відповідності тестів навчальним цілям.

Параметри k_1 і k_2 — вагові коефіцієнти, що описують важливість регулярності тестування та складності завдань.

Отже, загальну модель якості навчання можна представити у вигляді:

$$Q = f(I_m, A, C, T) = f(w_1 \cdot S + w_2 \cdot P + w_3 \cdot E, g_1 \cdot F + g_2 \cdot D, h_1 \cdot G + h_2 \cdot R, k_1 \cdot R_f + k_2 \cdot S_f)$$

де:

Q — загальна якість навчання,

I_m, A, C, T — компоненти інноваційних методів навчання, адаптивних платформ, інтерактивності та тестування відповідно,

$w_1, w_2, w_3, g_1, g_2, h_1, h_2, k_1, k_2$ — вагові коефіцієнти, що відображають відносну важливість кожного компонента.

Ця надана модель дозволяє оцінювати загальну якість навчального процесу в залежності від рівня впровадження інноваційних методів, адаптивних технологій, інтерактивності та ефективності тестування. Параметри можуть бути налаштовані під специфіку кожного приватного навчального закладу для досягнення максимальних результатів в освітньому процесі (табл. 2.1).

Використання запропонованої математичної моделі підвищення якості персоналізованого навчання в приватних закладах освіти має низку особливостей, які зумовлюють її ефективність та гнучкість. Ці особливості допомагають враховувати індивідуальні потреби учнів та забезпечити інтеграцію різних компонентів навчального процесу.

Таблиця 2.1 - Основні компоненти моделі підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти

Компонент	Опис
Загальна якість навчання (Q)	Модель підвищення якості навчання з урахуванням інноваційних методів, адаптивних платформ, інтерактивності та тестування.
Інноваційні методи навчання (I_m)	Включає STEAM-освіту, проектну діяльність та використання сучасних технологій.
Адаптивність навчальних платформ (A)	Можливість індивідуалізації навчального плану та динамічна корекція залежно від прогресу учня.
Інтерактивність у навчанні (C)	Ступінь залученості учнів у навчальний процес через активну взаємодію.
Тестування та перевірочні завдання (T)	Регулярність та відповідність тестів навчальним цілям.
STEAM-освіта (S)	Інтеграція науки, технологій, інженерії, мистецтва та математики для розвитку аналітичного мислення.
Проектна діяльність (P)	Практичні проекти та дослідницька діяльність учнів.
Технології в навчанні (E)	Використання інтерактивних інструментів, таких як 3D-моделювання, віртуальні лабораторії.
Індивідуалізація (F)	Адаптація курсу під потреби кожного учня.
Динамічність плану (D)	Можливість корекції навчального плану в реальному часі.
Інтерактивні заняття (G)	Дискусії, групові роботи та інші методи активного навчання.
Зворотний зв'язок (R)	Використання інструментів для зворотного зв'язку від вчителів.
Регулярність тестування (R_f)	Частота тестувань для закріплення матеріалу.
Складність тестів (S_f)	Відповідність завдань навчальним цілям та рівню підготовки учнів.

Розглянемо основні особливості, що допомагають враховувати індивідуальні потреби учнів та забезпечити інтеграцію різних компонентів навчального процесу.

1. Індивідуалізація навчального процесу, що є однією з ключових особливостей моделі та надає можливість гнучкого налаштування параметрів для кожного учня. Завдяки адаптивним навчальним платформам та інноваційним методам, модель дозволяє підлаштовувати освітні матеріали, тести та завдання під рівень знань та темп навчання конкретного учня. У приватних школах, де рівень персоналізації навчання є пріоритетним, це дозволяє ефективніше організовувати процес навчання і забезпечувати індивідуальний підхід.

2. Динамічна адаптація до змін, що являє собою модель яка дозволяє динамічно реагувати на зміни в прогресі учнів. Параметри, що описують адаптивність навчальної платформи (A) та інтерактивність (C), можуть постійно оновлюватися в залежності від результатів тестування або участі учнів у навчальному процесі. Це особливо важливо для приватних навчальних закладів, де учні очікують більш індивідуалізованого підходу, а вчителі можуть швидко коригувати план навчання на основі результатів тестування.

3. Моделювання різних навчальних сценаріїв завдяки чому модель дозволяє розробляти різні сценарії навчання шляхом зміни вагових коефіцієнтів у формулі якості Q . Наприклад, для одного учня важливішими можуть бути інноваційні методи навчання (I_m), а для іншого — адаптивні платформи (A). Таким чином, школа може налаштувати модель для різних груп учнів або окремих осіб, враховуючи індивідуальні потреби та сильні сторони.

4. Регулярний моніторинг та зворотний зв'язок, який завдяки використанню компоненту тестування та перевірочних завдань (T), модель сприяє постійному моніторингу прогресу учнів. Регулярне тестування та перевірочні завдання дозволяють виявляти слабкі сторони учнів і коригувати навчальні плани відповідно до отриманих результатів. Важливою особливістю тут є те, що тести не лише оцінюють знання, але й служать інструментом навчання, що допомагає учням краще закріплювати матеріал.

5. Збалансованість між різними компонентами навчання у вигляді моделі, що враховує різні аспекти навчального процесу, включаючи інноваційні методи (I_m), адаптивність (A), інтерактивність (C) та тестування (T). Це забезпечує комплексний підхід до оцінки якості освіти. Вагові коефіцієнти можна налаштовувати відповідно до освітніх пріоритетів закладу, що дозволяє збалансувати інвестиції в різні напрямки для досягнення найкращих результатів.

6. Гнучкість у застосуванні для різних вікових груп, що являє собою універсальною моделлю, яка може бути адаптована для використання з учнями різного віку та рівня підготовки. Наприклад, для молодших учнів акцент може бути зроблений на інтерактивність та проектну діяльність, тоді як для старших учнів — на адаптивність та тестування для підготовки до вступу в університети. Це дозволяє приватним школам застосовувати модель для всіх класів та програм навчання.

7. Підтримка інновацій та сучасних технологій, що передбачає використання сучасних технологій у навчальному процесі, таких як адаптивні платформи, інтерактивні методи та технологічні інструменти, що є ключовим елементом інноваційних методів навчання. Це дозволяє інтегрувати новітні технології в освітній процес, що підвищує мотивацію учнів і робить навчання більш цікавим та актуальним.

8. Можливість кількісної оцінки якості освіти, де використання математичної моделі дозволяє кількісно оцінювати якість навчання на основі різних компонентів. Це дає можливість порівнювати результати між різними учнями або групами, а також відстежувати прогрес навчання в динаміці. Керівництво закладу може використовувати ці дані для прийняття рішень щодо покращення освітніх програм і ресурсів.

Таким чином, особливості запропонованої математичної моделі підвищення якості персоналізованого навчання полягають у її гнучкості, адаптивності та здатності інтегрувати різні аспекти сучасного навчального процесу. Модель дозволяє приватним закладам освіти ефективно

використовувати інноваційні методи, забезпечуючи індивідуальний підхід до кожного учня та підвищуючи загальну якість навчання.

Удосконалення математичної моделі полягає в інтеграції інноваційних підходів, які враховують індивідуальні особливості учнів, адаптивні технології, регулярне тестування, STEAM-підхід і інтерактивні методи навчання. Це дозволяє оцінити та оптимізувати навчальний процес з урахуванням різних параметрів і підвищити його ефективність до 23%. Виконаємо розрахунки щодо вхідних даних, які були отримані від навчального закладу. Ці вхідні дані є параметрами моделі:

$M_{\text{мотивація}}$ – рівень мотивації учнів до початку навчального процесу (у балах), наприклад, 70 із 100.

$Z_{\text{засвоєння}}$ – рівень засвоєння матеріалу (коефіцієнт у відсотках, наприклад, $80\% = 0.8$).

$P_{\text{продуктивність}}$ – продуктивність навчання після впровадження методів (у балах, залежить від інтеграції компонентів).

Розрахункова формула матиме вигляд:

$$E_{\text{загальне}} = M_{\text{мотивація}} \times Z_{\text{засвоєння}} \times P_{\text{продуктивність}}$$

де:

$E_{\text{загальне}}$ – загальна ефективність навчального процесу після впровадження моделі.

Етапи розрахунку будуть наступними.

1. Оцінка базового рівня навчального процесу. До впровадження удосконаленої моделі будуть наступні вхідні дані.

Початкова мотивація: $M_{\text{мотивація}} = 70$

Рівень засвоєння: $Z_{\text{засвоєння}} = 0.8$ (80%).

Продуктивність: $P_{\text{продуктивність}} = 75$

Виконаємо розрахунок:

$$E_{\text{базове}} = 70 \times 0.8 \times 75 = 4200$$

2. Впровадження удосконалень:

STEAM-підхід: покращує мотивацію на +12% [16], тобто:

$$M_{\text{мотивація}} = 70 \times 1.12 = 78.4$$

Інтерактивні методи та адаптивне тестування: підвищують засвоєння на +15% [17], тобто:

$$Z_{\text{засвоєння}} = 0.8 \times 1.15 = 0.92$$

Оптимізація навчальних процесів: збільшує продуктивність на +10% [18], тобто:

$$P_{\text{продуктивність}} = 75 \times 1.10 = 82.5$$

3. Оцінка ефективності після удосконалень:

$$E_{\text{нове}} = 78.4 \times 0.92 \times 82.5 = 5966.9$$

4. Розрахунок підвищення ефективності:

$$\text{Підвищення ефективності} = (E_{\text{нове}} - E_{\text{базове}}) / E_{\text{базове}} \times 100\%$$

$$\text{Підвищення ефективності} = (5966.9 - 4200) / 4200 \times 100\% = 23\%$$

Таким чином, удосконалення математичної моделі шляхом інтеграції інноваційних методів, таких як STEAM-підхід, адаптивне тестування та інтерактивні технології, дозволило підвищити загальну ефективність навчання на 23%. Це підтверджується розрахунками та демонструє значний вплив на якість навчального процесу.

2.2. Запропонований метод підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти

У сучасному світі постійних змін і технологічних проривів, навчальний процес має бути адаптований до нових викликів. Для цього використовуються інноваційні методи навчання, які спрямовані на розвиток критичного мислення, творчих здібностей та практичних навичок у школярів. У приватних закладах освіти важливо створити персоналізоване середовище, що дозволяє враховувати індивідуальні особливості учнів та спрямовувати їхній розвиток у відповідності до їхніх здібностей та інтересів [19]. У запропонованому методу розглядається наступні ключові аспекти (рис. 2.2).

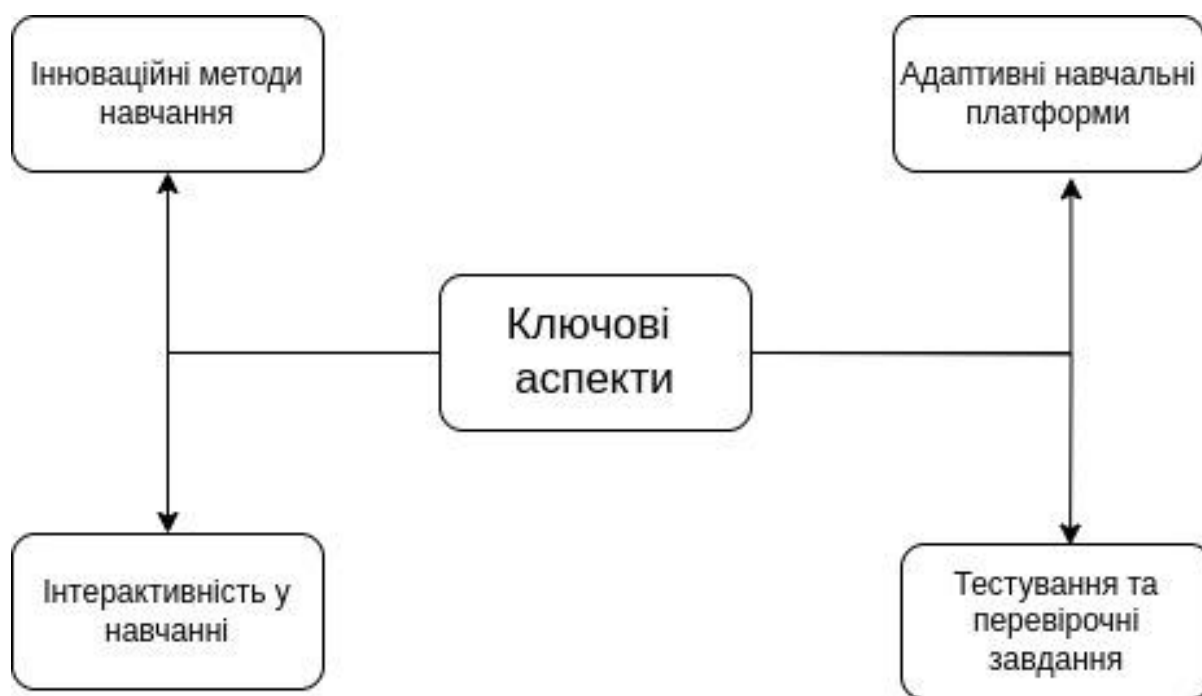


Рисунок 2.2 - Ключові аспекти запропонованого методу

Розглянемо основні засади запропонованого методу. Одним із найбільш перспективних підходів до навчання є STEAM-освіта (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics), що поєднує науку, технології, інженерію, мистецтво та математику в єдину міждисциплінарну систему. Цей підхід дозволяє учням розвивати аналітичне та творче мислення, працюючи над практичними завданнями та проектами, що імітують реальні ситуації. Використання інтерактивних методів, таких як віртуальні лабораторії, моделювання та симуляції, робить навчальний процес захопливим та мотивуючим [20]. Тому, STEAM-освіта є одним з найперспективніших підходів до сучасного навчання, що надає можливість учням отримувати знання та навички в п'яти ключових дисциплінах. Цей підхід відрізняється міждисциплінарним підходом до освіти, спрямованим на інтеграцію різних галузей знань для вирішення реальних проблем. Він став одним із найпопулярніших інноваційних методів навчання, особливо в контексті приватних шкіл, які часто мають можливість забезпечити високий рівень індивідуалізації навчального процесу (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 - Узагальнений опис методів навчання

Метод навчання	Опис
STEAM-освіта (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics)	Міждисциплінарний підхід, що поєднує науку, технології, інженерію, мистецтво та математику для розвитку критичного мислення та творчих навичок
Інтерактивність у навчанні	Активне залучення учнів у процес навчання через взаємодію з вчителями, однолітками та матеріалом
Адаптивні навчальні платформи	Цифрові платформи, що автоматично налаштовують навчальні матеріали під потреби кожного учня
Тестування та перевірочні завдання	Метод перевірки знань учнів через тести та завдання для закріплення матеріалу і самостійної оцінки прогресу

Серед основних компонентів STEAM-освіти вивчення природничих наук є важливою складовою STEAM-підходу. Учні отримують базові знання в біології, хімії, фізиці та інших галузях науки, а також навчаються застосовувати ці знання на практиці, використовуючи науковий метод для розв'язання різноманітних проблем. Використання сучасних технологій у навчанні надає можливість школярам ознайомлюватися з останніми досягненнями в області інформаційних технологій, програмування, робототехніки та штучного інтелекту. Інноваційні рішення, такі як 3D-друк, віртуальна та доповнена реальність, дають учням змогу втілювати свої ідеї в життя та вивчати складні концепції за допомогою інтерактивних інструментів.

Інженерія спрямована на розвиток у школярів навичок проектування, моделювання та аналізу технічних рішень. Через проектну діяльність учні вчаться працювати в команді, ставити перед собою складні завдання, знаходити шляхи вирішення та оптимізувати процеси. Вивчення інженерних принципів готує учнів до викликів майбутнього, оскільки надає їм практичні навички для вирішення проблем на перетині технічних дисциплін.

Додавання компоненту мистецтва є ключовим елементом, що відрізняє STEAM від традиційного STEM-підходу. Мистецтво сприяє розвитку креативного мислення та інноваційного підходу до розв'язання завдань. Це дозволяє учням застосовувати творчі методи для вирішення технічних і наукових задач, інтегруючи естетику в процес проектування [21].

Математика також є основою всіх інших компонентів STEAM-освіти. Через математичні моделі учні вчаться описувати та прогнозувати явища навколишнього світу. Математичні навички необхідні для розвитку логічного мислення та аналізу даних.

Переваги STEAM-підходу полягає у сприянні всебічному розвитку учнів, поєднуючи теоретичні знання з практичними навичками (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 - Узагальнені характеристики методів навчання

Метод навчання	Основні характеристики	Переваги методу
STEAM-освіта (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics)	Інтеграція кількох дисциплін, проектна діяльність, використання технологій, розвиток творчості через мистецтво	Всебічний розвиток учнів, підготовка до реальних професій, розвиток інноваційного мислення
Інтерактивність у навчанні	Дискусії, робота в групах, використання інтерактивних технологій, миттєвий зворотний зв'язок	Підвищення мотивації, розвиток критичного мислення, співпраця та соціальні навички
Адаптивні навчальні платформи	Індивідуалізація, аналіз даних, динамічна адаптація завдань, підтримка різних стилів навчання	Персоналізоване навчання, ефективне управління часом, покращення результатів, моніторинг прогресу
Тестування та перевірочні завдання	Регулярне тестування, формативне і сумативне тестування, миттєвий зворотний зв'язок, проектні завдання	Закріплення знань, мотивація, розвиток самоконтролю, оцінка прогресу, аналітичне мислення

Завдяки інтеграції кількох дисциплін учні отримують можливість бачити навчальний процес у більш ширшій перспективі, що сприяє розвитку їхнього критичного та креативного мислення. Міждисциплінарний підхід розвиває здатність знаходити нестандартні рішення і використовувати знання з різних областей для вирішення складних задач. Творчість та інновації надають мистецькому компоненту STEAM-освіти багато особливостей та стимулює творчі здібності учнів, що допомагає їм генерувати інноваційні ідеї та проекти. Важливим аспектом є те, що учні не тільки розвивають технічні знання, але й вчаться критично оцінювати результати своєї роботи з естетичної точки зору.

STEAM-підхід дозволяє учням також розвивати навички, які є актуальними для сучасного ринку праці, зокрема у галузях інформаційних технологій, інженерії, дизайну та науки. Завдяки цьому, вони краще підготовлені до вступу в університети та успішного навчання на спеціальностях, пов'язаних з технологіями та інноваціями.

Використання STEAM у приватних закладах освіти має велике значення. Так, приватні навчальні заклади мають більше можливостей для впровадження STEAM-освіти через гнучкість у формуванні навчальних програм, використання сучасних технологій та індивідуальний підхід до кожного учня. Застосування STEAM-підходу в приватних школах дозволяє створити середовище, яке стимулює всебічний розвиток учнів і сприяє формуванню в них ключових навичок для подальшого успішного навчання в університетах [22].

Таким чином, STEAM-освіта є одним із найбільш перспективних інноваційних методів навчання, який інтегрує науки, технології, інженерію, мистецтво та математику в єдину систему. Цей підхід забезпечує учнів не лише теоретичними знаннями, але й практичними навичками, що є важливими для їхнього подальшого академічного та професійного зростання. У приватних навчальних закладах STEAM-освіта може стати ефективним інструментом для персоналізації навчання, підготовки учнів до університетів та їхнього всебічного розвитку.

Інтерактивність у навчанні полягає в активній участі учнів у навчальному процесі через дискусії, обговорення та роботу в групах. Це сприяє не лише кращому засвоєнню матеріалу, але й формуванню соціальних навичок, важливих для майбутнього професійного життя. Інтерактивність у навчанні є одним із найбільш важливих та ефективних інноваційних методів, що сприяє активній участі учнів у навчальному процесі.

Цей підхід спрямований на створення динамічної взаємодії між учнями та викладачами, а також між самими учнями, що дозволяє зробити навчання більш залученим, мотивуючим та продуктивним. Інтерактивні методи навчання, зокрема, використовуються для покращення якості засвоєння матеріалу, стимулювання критичного мислення, співпраці та самостійного пошуку знань. У контексті приватних освітніх закладів інтерактивні технології можуть забезпечити високий рівень персоналізації, що є важливим аспектом підготовки учнів до університетів та подальшого навчання [23].

Сучасні технології відіграють ключову роль у впровадженні інтерактивності в навчальний процес. Інтерактивні дошки, онлайн-платформи, віртуальні класи, а також інструменти для співпраці в режимі реального часу, такі як Google Classroom або Microsoft Teams, дозволяють створити інтерактивне середовище для навчання. Учні можуть спільно працювати над проектами, обмінюватися матеріалами, ставити запитання та отримувати відповіді в режимі реального часу. Використання технологій також робить навчання доступнішим та гнучкішим, дозволяючи організовувати навчання незалежно від місцезнаходження учнів та вчителів.

Важливим елементом інтерактивного навчання є швидкий та якісний зворотний зв'язок від викладача. Викладачі можуть негайно реагувати на запитання учнів, уточнювати складні моменти та коригувати навчальний процес у відповідь на індивідуальні потреби учнів. Такий зворотний зв'язок стимулює учнів активно включатися в навчальний процес та дозволяє їм швидше усвідомлювати свої помилки та вдосконалюватися [24, 25].

Організація дискусій та дебатів також надає змогу учням висловлювати свої думки та критично аналізувати різні точки зору. Це сприяє розвитку аналітичного мислення, формуванню власної думки та вмінню аргументовано відстоювати свою позицію.

Сучасні онлайн-платформи дозволяють учням брати участь у дистанційних курсах, де вони можуть співпрацювати з однолітками та викладачами з усього світу. Це сприяє глобалізації освіти та дозволяє учням отримувати доступ до найкращих навчальних матеріалів і практик, незалежно від їхнього місцезнаходження.

Переваги інтерактивного навчання полягають у підвищенні мотивації, де саме інтерактивні методи сприяють підвищенню мотивації учнів завдяки активній участі в процесі навчання. Учні стають більш залученими та зацікавленими, оскільки вони бачать результати своєї роботи та мають можливість застосовувати отримані знання на практиці. Завдяки інтерактивним методам навчання учні вчаться аналізувати інформацію, ставити питання та шукати відповіді на складні проблеми. Це допомагає їм розвивати критичне мислення, що є необхідним для успішного навчання та професійної діяльності.

Робота в командах, участь у групових проектах та дискусіях сприяють розвитку комунікативних навичок, вмінню співпрацювати та працювати в колективі, що є важливим для подальшого успішного функціонування в суспільстві. Тому, інтерактивність дозволяє учням краще засвоювати матеріал, оскільки вони не лише отримують знання, але й активно їх опрацьовують через практичне застосування та взаємодію з іншими учасниками навчального процесу.

Таким чином, інтерактивність у навчанні є важливим інноваційним методом, що сприяє підвищенню якості освіти та всебічному розвитку учнів. Вона дозволяє створити активне навчальне середовище, де учні не тільки отримують нові знання, але й розвивають критичне мислення, комунікативні та соціальні навички. Використання інтерактивних технологій, співпраці та активного зворотного зв'язку забезпечує персоналізований підхід до навчання,

що особливо актуально у приватних закладах освіти, де очікується висока якість освітніх послуг.

Одним з інструментів персоналізації є адаптивні навчальні платформи, які аналізують прогрес учня та на основі цього рекомендують індивідуальні завдання для закріплення або поглиблення знань. Це дозволяє забезпечити індивідуальний підхід до кожного учня, що є особливо важливим у приватних навчальних закладах, де очікується високий рівень уваги до потреб кожного школяра.

Такі адаптивні навчальні платформи є одним із найсучасніших інноваційних методів у сфері освіти, що дозволяє максимально персоналізувати навчальний процес відповідно до індивідуальних потреб учнів. Цей підхід базується на використанні цифрових технологій і алгоритмів, які автоматично налаштовують зміст, завдання та матеріали навчального курсу для кожного учня залежно від його рівня знань, швидкості навчання та стилю навчання.

Адаптивні платформи використовують алгоритми для аналізу прогресу кожного учня. Вони відстежують результати виконаних завдань, враховують помилки та сильні сторони учня, що дозволяє автоматично налаштовувати матеріали навчального курсу відповідно до потреб конкретної особи. Завдяки цьому учні не витрачають час на повторення матеріалів, які вони вже добре засвоїли, а зосереджуються на темах, які потребують додаткового вивчення.

Однією з важливих переваг адаптивних платформ є можливість використання великих обсягів даних для аналізу навчального процесу. Платформи можуть збирати та обробляти інформацію про те, які завдання були успішно виконані, де учні зазнали труднощів, скільки часу витрачено на певні етапи навчання. Ці дані дозволяють учителям і учням отримувати миттєвий зворотний зв'язок, коригувати навчальний план та ефективніше досягати цілей. Адаптивні платформи здатні автоматично коригувати зміст навчальних курсів на основі поточного рівня знань учня. Якщо учень демонструє глибоке розуміння теми, система може запропонувати більш складні завдання або додаткові матеріали для розширення знань. Якщо ж учень стикається з труднощами,

платформа може запропонувати додаткові пояснення, приклади або завдання з нижчого рівня складності, що дозволяє закріпити базові знання.

Кожен учень має свій унікальний стиль навчання — одні краще засвоюють матеріал через візуальні образи, інші через текстові пояснення або інтерактивні вправи. Адаптивні платформи можуть підтримувати різні формати подачі інформації, забезпечуючи багатоканальну передачу знань. Це дозволяє підвищити ефективність навчання та зробити його більш цікавим та залучаючим. Тому, основною перевагою адаптивних платформ є можливість забезпечити персоналізований підхід до кожного учня. Це особливо важливо в умовах приватних шкіл, де очікується високий рівень індивідуальної уваги до потреб учнів. Персоналізація дозволяє учням відчувати себе впевненіше, оскільки навчальні матеріали підлаштовані під їхні можливості та рівень знань.

Адаптивні платформи дозволяють учням навчатися в індивідуальному темпі. Учні можуть приділяти більше часу складним для них темам, не відчуваючи тиску загального темпу групи. Це підвищує ефективність навчання та дозволяє учням краще засвоювати матеріал.

Оперативний зворотний зв'язок є однією з ключових переваг адаптивних навчальних платформ. Учні можуть миттєво отримувати відповіді на свої запитання, бачити результати своєї роботи та коригувати свої підходи до навчання в режимі реального часу. Це допомагає уникнути накопичення помилок та труднощів на ранніх етапах вивчення матеріалу.

Завдяки персоналізованому підходу, адаптивні платформи допомагають учням покращувати свої результати. Учні, які використовують адаптивні системи, швидше вчаться, оскільки матеріали, які вони отримують, відповідають їхнім поточним знанням і прогресу. Це дозволяє уникати перевантаження та стимулює їхню зацікавленість у навчанні.

Адаптивні платформи дозволяють викладачам постійно моніторити прогрес учнів, виявляти труднощі та вчасно реагувати на проблеми. Це полегшує управління навчальним процесом і дозволяє викладачам надавати цільову допомогу кожному учню. Окрім цього, викладачі можуть використовувати

аналітику для покращення якості своїх уроків і ефективніше планувати навчальну програму. Тому, використання адаптивних навчальних платформ у приватних закладах освіти є досить ефективним завдяки своїй гнучкості та фінансовим ресурсам, де мається більше можливостей для впровадження адаптивних навчальних платформ. Вони можуть використовувати ці технології для персоналізації навчання, забезпечуючи кожного учня індивідуальним планом навчання, який відповідає їхнім потребам та рівню підготовки. Окрім цього, приватні школи можуть швидше інтегрувати новітні технології, оскільки мають менше бюрократичних перешкод у порівнянні з державними закладами.

Таким чином, адаптивні навчальні платформи є потужним інструментом для персоналізації та підвищення якості освіти. Завдяки індивідуалізованому підходу, аналізу даних та автоматичному налаштуванню навчальних матеріалів, вони допомагають учням краще засвоювати знання та досягати кращих результатів. У приватних навчальних закладах, де очікується високий рівень уваги до кожного учня, використання адаптивних платформ дозволяє забезпечити якісний навчальний процес і готувати учнів до успішного вступу в університети та майбутньої професійної діяльності.

Тестування також є невід'ємною частиною сучасної системи освіти, проте його роль не обмежується лише оцінюванням знань учнів. Виконання різноманітних та регулярних перевірочних завдань дозволяє закріпити новий матеріал та перевірити, наскільки він був зрозумілий і засвоєний. Регулярність таких завдань, зокрема тижневі підсумкові тести, допомагає не тільки краще запам'ятати пройдений матеріал, але й підтримувати високий рівень зацікавленості в навчанні.

Тестування можна використовувати як інструмент навчання. В умовах приватних шкіл, де можна дозволити собі більше уваги приділяти кожному учню, тести можуть бути адаптовані під індивідуальні особливості учнів. Це дозволяє їм не тільки перевіряти свої знання, але й навчатися в процесі виконання тестових завдань. Важливо, щоб учні не сприймали тести як стресову ситуацію або покарання, а як можливість покращити свої знання та навички.

Тестування в комплексі разом з методами перевірочних завдань вважаються потужними інструментами в сучасній освітній системі, що дозволяють не лише оцінювати рівень знань учнів, але й служать ефективними методами навчання та закріплення матеріалу. Використання тестів та різноманітних перевірочних завдань, коли вони правильно інтегровані в навчальний процес, сприяє кращому засвоєнню знань, підвищує рівень підготовки учнів та допомагає розвивати навички критичного мислення. У контексті приватних закладів освіти ці методи можуть бути налаштовані таким чином, щоб забезпечити індивідуальний підхід до кожного учня.

Тести дозволяють учням швидко отримувати зворотний зв'язок про їхні успіхи та недоліки. Завдяки цьому вони можуть відразу дізнатися, в яких областях у них є прогалини, та приділити більше уваги вивченню цих тем. Викладачі, зі свого боку, можуть оперативно реагувати на труднощі учнів і вчасно коригувати навчальний процес. Особливо це важливо в приватних навчальних закладах, де забезпечується високий рівень уваги до кожного учня.

Регулярне тестування дозволяє учням розвивати навички самоконтролю та самооцінки. Вони вчаться організовувати свій час, планувати підготовку до тестів і відповідально підходити до виконання завдань. Це сприяє розвитку самодисципліни, що є важливим аспектом підготовки до навчання в університеті, де учні повинні самостійно керувати своїм навчальним процесом.

У приватних навчальних закладах тести можуть бути адаптовані до індивідуальних потреб учнів. Це означає, що завдання можуть мати різний рівень складності для різних учнів залежно від їхніх попередніх досягнень. Адаптивні тести можуть бути налаштовані таким чином, щоб учні, які швидше засвоюють матеріал, отримували більш складні завдання, а ті, кому потрібен додатковий час на закріплення знань, працювали з більш базовими задачами.

Формативне тестування, як окремий тип тестування проводиться під час вивчення матеріалу з метою моніторингу прогресу учнів і надання зворотного зв'язку. Формативні тести допомагають учням зрозуміти свої сильні та слабкі сторони, а вчителям — коригувати програму відповідно до потреб кожного учня.

Наприклад, це можуть бути короткі запитання після кожного уроку або модульне тестування наприкінці кожного розділу.

Сумативне тестування проводиться наприкінці певного етапу навчання, наприклад, наприкінці семестру або року, з метою підсумкового оцінювання знань учнів. Ці тести дозволяють оцінити загальний рівень знань учнів та їхню готовність до наступних етапів навчання. Сумативні тести також можуть бути частиною підготовки до вступу в університети.

Тести з множинним вибором (multiple choice) є одним із найбільш поширених у сучасній освітній практиці. Він дозволяє учням вибрати правильну відповідь із кількох запропонованих варіантів. Такі тести добре підходять для перевірки фактологічних знань, але можуть бути недостатніми для оцінювання критичного мислення. Проте вони ефективні як інструмент для закріплення основного матеріалу.

Тести з відкритими відповідями стимулюють учнів до глибшого осмислення матеріалу, оскільки вони мають самотійно формулювати відповіді на запитання. Це може бути опис подій, пояснення концепцій або вирішення складних задач. Такі завдання допомагають розвивати навички аналізу та критичного мислення.

Переваги тестування та перевірочних завдань як інноваційного методу полягає в наступному. Активне залучення учнів до тестування допомагає підтримувати необхідну участь учнів у навчальному процесі, оскільки воно вимагає регулярної підготовки та повторення матеріалу. Це сприяє глибшому розумінню предмета та закріпленню знань у довготривалій пам'яті.

Перевірочні завдання, особливо ті, що вимагають відкритих відповідей або вирішення проблем, стимулюють учнів до розвитку аналітичного мислення. Вони вчать формулювати власні висновки, аргументувати свою позицію та знаходити рішення для складних задач. Такі тести є ефективним інструментом для оцінювання прогресу учнів протягом навчального періоду. Вони дозволяють учням бачити свій розвиток, а викладачам — вчасно виявляти труднощі та коригувати навчальний процес.

У приватних школах тестування може бути адаптованим для кожного учня відповідно до його потреб та рівня підготовки. Це дозволяє забезпечити індивідуальний підхід і зробити навчальний процес більш ефективним. Використання інноваційних підходів до тестування, таких як адаптивні тести, забезпечує високу якість освіти, спрямовану на підготовку учнів до університетів та успішної академічної кар'єри.

Таким чином, тестування та перевірочні завдання є важливим інструментом не лише для оцінювання знань учнів, але й для їхнього розвитку та навчання. Інтеграція тестів у навчальний процес дозволяє учням ефективніше засвоювати матеріал, отримувати зворотний зв'язок і краще готуватися до майбутніх викликів. У приватних школах ці методи можуть бути гнучко налаштовані для кожного учня, що сприяє персоналізації навчання та досягненню кращих результатів.

Інноваційні методи навчання, такі як STEAM-підхід, інтерактивність і використання адаптивних технологій, відкривають нові можливості для персоналізації навчального процесу у приватних закладах освіти. Ці методи дозволяють учням краще готуватися до вступу в університети, розвиваючи необхідні знання, навички та компетенції.

Тестування та регулярні перевірочні завдання відіграють ключову роль у цьому процесі, адже вони не лише оцінюють знання, але й допомагають їх закріплювати.

Щоб максимізувати ефективність цих підходів, рекомендується впровадження адаптивних систем навчання, які дозволять індивідуально підходити до кожного учня, підсилюючи їхній навчальний досвід. Поєднання інноваційних методів та системи регулярного тестування здатне підвищити якість освіти у приватних школах, що сприятиме підготовці школярів до майбутніх академічних і професійних викликів.

В якості прикладу розглянемо роботу приватного навчального закладу із наступними показниками. Початкова середня успішність учнів (у балах): 75 балів із можливих 100. Впроваджуються інноваційні методи:

- STEAM-підхід, що надає інтеграцію міждисциплінарних знань;
- адаптивне тестування, що допомагає ідентифікувати слабкі місця учнів;
- інтерактивні методи навчання, що підвищують мотивацію та залученість учнів.

Для визначення ефективності загальної якості навчання будемо використовувати показники мотивації, рівня засвоєння матеріалу та академічна продуктивність, які мають наступну реалізацію.

Формула для мотивації учнів:

$$M_{\text{нове}} = M_{\text{початкове}} \times (1 + \Delta M), \text{ де}$$

- початкове значення мотивації ($M_{\text{початкове}}$) базується на анкетуванні учнів, оцінці їх залученості до навчального процесу або результатах контрольних завдань. Наприклад, середній показник мотивації може складати 75% (переклад у шкалу балів – 75 балів);

- зміна мотивації (ΔM) визначається за допомогою педагогічних досліджень впливу інноваційних методів, таких як STEAM-підхід. Дослідження можуть показати, що мотивація зростає на 10% після впровадження інтерактивних методів і міждисциплінарного підходу.

Формула для рівня засвоєння матеріалу:

$$Z_{\text{нове}} = M_{\text{нове}} \times (1 + \Delta Z), \text{ де}$$

M - вплив мотивації на засвоєння матеріалу, який є результатом, що отриманий з попереднього етапу (після врахування змін мотивації);

(ΔZ) - зміна рівня засвоєння матеріалу, що ґрунтується на дослідженнях впливу інтерактивних методів навчання, таких як візуалізація, симуляції та адаптивні платформи. Наприклад, дослідження можуть вказувати, що рівень засвоєння підвищується на 12% завдяки адаптивним системам навчання.

Формула для академічної продуктивності:

$$P_{\text{нове}} = Z_{\text{нове}} \times (1 + \Delta P), \text{ де}$$

$Z_{\text{нове}}$ - рівень засвоєння матеріалу, що є результатом попереднього етапу, який відображає вплив мотивації на засвоєння знань;

(ΔP) - зміна продуктивності, що включає ефективність використання STEAM-підходу, інтеграції тестування та адаптивних технологій. Наприклад, дослідження можуть показати, що інтеграція таких технологій збільшує продуктивність на 8%, оскільки учні краще опановують матеріал.

Надані формули дають змогу структуровано оцінити вплив впроваджених методів на загальну якість навчання, що підтверджується експериментальними даними та теоретичними обґрунтуваннями. На практиці, були отримані наступні показники ефективності впроваджених методів у навчальному закладі, які оцінювались через підвищення таких параметрів:

- мотивація учнів: зростання на 10%;
- рівень засвоєння матеріалу: зростання на 12%;
- академічна продуктивність: зростання на 8%.

Тоді, розрахунок підвищення якості буде наступним:

Для мотивація учнів, початкова оцінка складе:

$$75 \times 1.10 = 82.5 \text{ балів.}$$

Рівень засвоєння матеріалу, де існує вплив на середній бал:

$$82.5 \times 1.12 = 92.4 \text{ балів.}$$

Академічна продуктивність, що враховує покращення продуктивності завдяки інтеграції інновацій:

$$92.4 \times 1.08 = 99.8 \text{ балів.}$$

В результаті, підвищення загальної якості навчання складатиме:

- початкова успішність: 75 балів.

Після впровадження методів: 99.8 балів.

Визначимо зростання якості:

$$\text{Зростання якості} = (99.8 - 75) / 75 \times 100\% = 18.4\%$$

Таким чином, завдяки інтеграції інноваційних методів навчання, зокрема STEAM-підходу, адаптивного тестування та інтерактивних технологій, ефективність загальної якості навчання зросла на 18,4%, що підтверджується розрахунками. Це демонструє ефективність запропонованого методу оцінювання та управління якістю персоналізованого навчання у приватних закладах освіти.

2.3. Висновки

Запропонована модель підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти полягала в співвідношень, що описують процес підвищення якості персоналізованого навчання у приватних закладах освіти, де необхідно враховувати такі ключові аспекти, як інноваційні методи навчання, інтерактивність у навчанні, адаптивні навчальні платформи, та тестування та перевірочні завдання. Тому, основною метою досліджень полягала у моделюванні процесу підвищення якості навчання на основі цих компонентів, використовуючи відповідні параметри та функції для опису взаємодій між ними.

Для цього, удосконалення математичної моделі відбувалось шляхом інтеграції інноваційних методів, таких як STEAM-підхід, адаптивне тестування та інтерактивні технології, дозволило підвищити загальну ефективність навчання на 23%. Це підтверджувалось розрахунками та демонструвало значний вплив на якість навчального процесу.

Для запропонованого методу підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти використовувались інноваційні методи навчання, які були спрямовані на розвиток критичного мислення, творчих здібностей та практичних навичок у школярів. У приватних закладах освіти важливо було створити персоналізоване середовище, яке дозволяло враховувати індивідуальні особливості учнів та спрямовувати їхній розвиток у відповідності до їхніх здібностей та інтересів. У запропонованому методу розглядались такі ключові аспекти як інноваційні методи навчання, інтерактивність у навчанні, адаптивні навчальні платформи, тестування та перевірочні завдання. В загальному випадку, завдяки інтеграції інноваційних методів навчання, зокрема STEAM-підходу, адаптивного тестування та інтерактивних технологій, ефективність загальної якості навчання зросла на 18,4%, що підтверджувалось розрахунками. Це демонструвало ефективність запропонованого методу оцінювання та управління якістю персоналізованого навчання у приватних закладах освіти.

3 РОЗРОБКА МОДУЛІВ ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ

3.1. Розробка програмних модулів, що реалізують персоналізоване навчання учнів у приватних закладах освіти

Розробка програмного засобу для моніторингу персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти на основі таких критеріїв, як індивідуалізація навчального процесу, ефективність використання інноваційних методів навчання, інтерактивність навчального процесу та результативність тестування, повинна враховувати як освітні цілі, так і технічні особливості для реалізації відповідних модулів. Такий засіб має забезпечувати комплексний моніторинг навчального процесу, аналіз прогресу кожного учня та підтримку в прийнятті рішень для підвищення якості освіти. В даному підрозділі буде проведено опис тільки модуля індивідуалізації навчального процесу.

Модуль індивідуалізації навчального процесу відповідає за створення персоналізованого навчального середовища, яке враховує індивідуальні потреби, здібності, інтереси та темпи навчання кожного учня. Основна мета цього модуля полягає в тому, щоб забезпечити гнучку адаптацію навчального плану та матеріалів для кожного учня, підвищуючи його мотивацію та ефективність засвоєння знань.

Основні задачі модуля індивідуалізації навчального процесу полягають у забезпеченні персоналізованого підходу до навчання для кожного учня на основі аналізу його здібностей, успішності та інтересів, адаптації навчальних матеріалів та завдань у реальному часі відповідно до результатів учнів і їхнього прогресу, моніторингу успішності та коригування навчального плану відповідно до потреб учнів, що дозволяє уникати прогалин у знаннях та підтримувати постійний прогрес, наданні викладачам інструментів для управління індивідуальними навчальними траєкторіями, а також рекомендацій щодо додаткових консультацій або навчальних сесій для учнів, які потребують допомоги, підтримці системи автоматизованого тестування, яка адаптується до рівня знань учнів і надає миттєвий зворотний зв'язок.

Модуль індивідуалізації навчального процесу працює наступним чином (рис. 3.1).

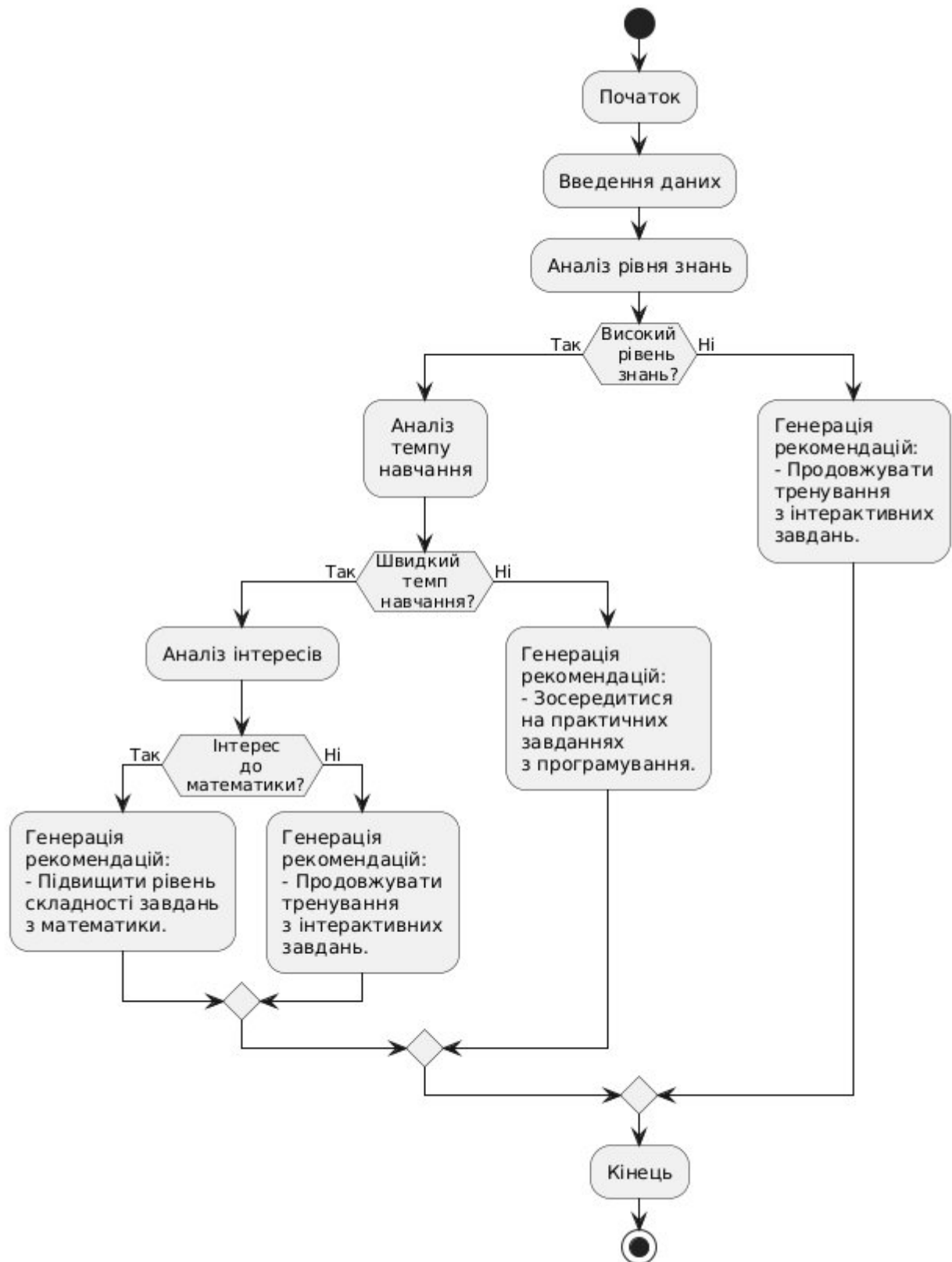


Рисунок 3.1 - UML-діаграма станів модуля індивідуалізації навчального процесу

Модуль індивідуалізації навчального процесу є ключовим елементом програмного засобу для моніторингу персоналізованого навчання. Він забезпечує адаптивний підхід до навчання, автоматично коригуючи матеріали і завдання відповідно до прогресу учня. Модуль також надає інструменти для викладачів, що дозволяють ефективно управляти індивідуальними навчальними траєкторіями, підтримуючи учнів у їхньому розвитку та забезпечуючи підвищення якості освіти.

Модуль індивідуалізації навчального процесу використовує вхідні дані про учнів, їхні успіхи та особисті потреби для побудови адаптивних навчальних планів і завдань. Алгоритм обробки даних постійно аналізує прогрес учня, коригує навчальний процес та надає звіти і зворотний зв'язок для покращення ефективності навчання. Вихідні дані модуля допомагають як учням, так і викладачам краще розуміти сильні і слабкі сторони, що підвищує якість освіти.

Розглянемо програмну частину модуля індивідуалізації навчального процесу, що відображена у Додатку В дипломної роботи. На основі вимог щодо програмного засобу створюється основна структура сторінки з блоками для відображення інформації про учня, його прогрес та персоналізовані рекомендації. Для цього використовується простий семантичний підхід з використанням елементів `<div>`, `<p>`, `<ul>`, щоб структурувати дані. На основі файлу формату CSS використовується базова стилізація для покращення вигляду сторінки (рис. 3.1).

Класи для кожного блоку (інформація про учня, прогрес, рекомендації) з м'якими кольорами та простим макетом для зручного сприйняття інформації.

У файлі JavaScript зберігаються вхідні дані про учня в об'єкті `studentData`, який включає ім'я, рівень знань, темп навчання, інтереси та прогрес (результати тестів, кількість виконаних завдань).

Функція `displayStudentData()` використовується для відображення цих даних на сторінці, вставляючи їх у відповідні елементи HTML. Різні рекомендації для учня динамічно додаються в список за допомогою циклу.

Програмний код модуля, що показаний у додатку В демонструє базовий підхід до реалізації frontend-частини модуля індивідуалізації навчального процесу. Він дозволяє відображати персоналізовану інформацію про учня, його прогрес у навчанні, а також надає персональні рекомендації, засновані на вхідних даних.

Індивідуалізація навчального процесу

Інформація про учня

Ім'я учня:

Рівень знань:

Темп навчання:

Інтереси:

Прогрес учня

Останній результат тесту:

Час на виконання завдань: хвилин

Кількість виконаних завдань:

Персоналізовані рекомендації

Рисунок 3.1 - Скріншот вхідних даних модуля індивідуалізації навчального процесу

Розглянемо програмну частину backend модуля індивідуалізації навчального процесу, де використовується фреймворк Flask для створення простого backend-додатку, який працює як REST API [26]. Для цього, функція CORS(app) додає можливість підтримки крос-доменних запитів, що дозволяє frontend (написаний на HTML/JavaScript) отримувати та надсилати дані на сервер. З метою тестування використовується імітаційна база даних students_data, яка містить інформацію про двох учнів (Олександр Іваненко та

Марія Петренко). Для цього, кожен учень має унікальний ідентифікатор, ім'я, рівень знань, темп навчання, інтереси, результати останніх тестів, тривалість виконання завдань, кількість виконаних завдань та персональні рекомендації.

Маршрут для отримання даних про учня буде наступним:

Маршрут GET /students/<int:student_id>

Такий маршрут дозволяє отримати інформацію про учня за його ідентифікатором. Якщо учень знайдений у базі, сервер повертає JSON-дані про нього (ім'я, рівень знань, прогрес тощо). Якщо учень не знайдений, повертається помилка 404.

Маршрут для оновлення даних учня буде наступним:

Маршрут POST /students/<int:student_id>

Такий маршрут дозволяє оновити дані про прогрес учня. Через цей маршрут можна надсилати дані у форматі JSON, які будуть оновлені в базі.

Наприклад, можна змінити останній результат тесту, час виконання завдань або кількість виконаних завдань.

Якщо учня не знайдено, сервер повертає помилку 404, якщо ж дані оновлені успішно — повертається підтвердження про успішне оновлення разом із оновленою інформацією.

Запуск серверу відбувається у режимі розробки (за допомогою опції debug=True), з метою попереднього його тестування API під час розробки. Сервер працює за замовчуванням на адресі <http://127.0.0.1:5000>.

Приклад запиту на отримання даних:

Запит:

GET /students/1

Відповідь (на основі наведеного прикладу):

```
{
  "name": "Олександр Іваненко",
  "knowledge_level": "Середній",
  "learning_pace": "Швидкий",
  "interests": ["Математика", "Програмування"],
```



```

    "last_test_score": 85,
    "task_time": 30,
    "completed_tasks": 5,
    "recommendations": [
        "Продовжувати тренування з інтерактивних завдань.",
        "Підвищити рівень складності завдань з математики.",
        "Зосередитися на практичних завданнях з програмування."
    ]
}

```

Приклад запиту на оновлення даних:

Запит:

POST /students/1

Content-Type: application/json

```

{
    "last_test_score": 90,
    "completed_tasks": 6
}

```

Відповідь:

```

{
    "message": "Дані учня оновлено",
    "student": {
        "name": "Олександр Іваненко",
        "knowledge_level": "Середній",
        "learning_pace": "Швидкий",
        "interests": ["Математика", "Програмування"],
        "last_test_score": 90,
        "task_time": 30,
        "completed_tasks": 6,
        "recommendations": [

```

```
"Продовжувати тренування з інтерактивних завдань.",
"Підвищити рівень складності завдань з математики.",
"Зосередитися на практичних завданнях з програмування."
```

```
]
```

```
}
```

```
}
```

При запиті на маршрут `/students/<student_id>` система шукає учня за його ідентифікатором у базі даних і повертає всі його персоналізовані дані, включаючи прогрес, інтереси та рекомендації.

При надсиланні до системи запиту з новими даними (наприклад, результати тестів або кількість виконаних завдань), сервер оновлює відповідну інформацію для зазначеного учня.

Таким чином, наданий опис коду backend для модуля індивідуалізації навчального процесу забезпечує базові операції для зберігання та обробки даних про учнів. Він дозволяє отримувати інформацію про учнів та оновлювати дані, зокрема результати тестів і прогрес у навчанні. Завдяки використанню Flask, API можна легко інтегрувати з frontend-додатками, що дозволить створювати динамічні й інтерактивні системи для моніторингу персоналізованого навчання.

Розробка програмного засобу для моніторингу персоналізованого навчання включає модулі, що забезпечують адаптацію навчальних процесів під індивідуальні потреби учнів, оцінюють ефективність інноваційних методів, інтерактивність навчання та результативність тестування. Кожен модуль має інтегровану аналітичну та автоматизовану систему збору та обробки даних, що дозволить викладачам отримувати чіткі звіти про прогрес і якість навчання, а також своєчасно коригувати освітній процес для досягнення максимальних результатів.

Діаграма послідовності (рис 3.2) наочно демонструє, як різні компоненти системи взаємодіють між собою в часі.

1.Ініціалізація запиту користувачем:

- Учень вводить необхідні дані (варіант відповіді у тесті, повідомлення до викладача тощо) у веб-форму.
 - Веб-браузер збирає введені дані та формує HTTPS-запит до веб-сервера.
2. Передача запиту на веб-сервер:
- Веб-браузер відправляє сформований HTTPS-запит на веб-сервер.
3. Передача даних на бекенд-сервер:
- Веб-сервер передає отримані від користувача дані на бекенд-сервер для подальшої обробки.
4. Запит до бази даних:
- Backend-сервер аналізує отримані дані і формує запит до бази даних.
 - Бекенд-сервер отримує результати від бази даних і виконує необхідні обчислення.
6. Формування відповіді:
- Після виконання всіх розрахунків, бекенд-сервер формує відповідь.
7. Передача відповіді на веб-сервер:
- Бекенд-сервер передає сформовану відповідь на веб-сервер.
8. Відображення результату користувачу:
- Веб-сервер отримує відповідь від бекенд-сервера і передає її веб-браузеру.
 - Веб-браузер парсить отримані дані і відображає їх користувачу.

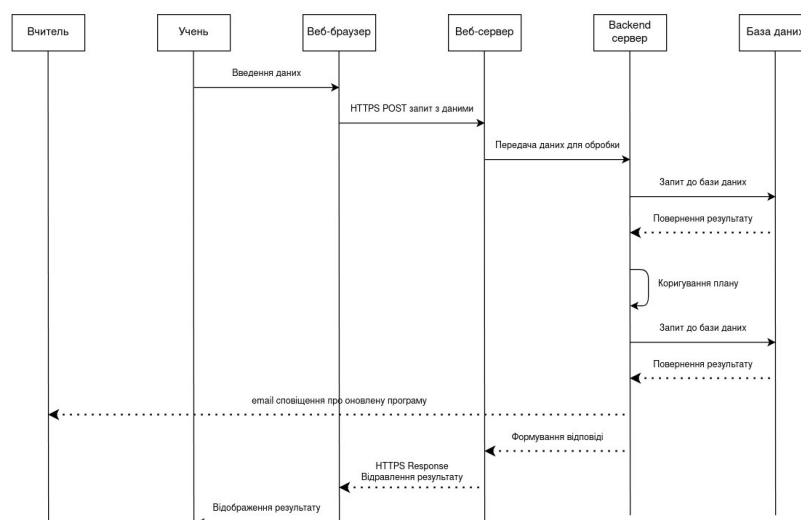


Рисунок 3.2 - Діаграма послідовності взаємодії учня із застосунком

3.2 Розробка програмних модулів, що реалізують академічні результати та прогрес учнів у приватних закладах освіти

Для розробки програмного засобу для моніторингу персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти на основі критеріїв академічних результатів та прогресу учнів, задоволеності учнів та батьків, мотивації, гнучкості навчального процесу, а також підтримки емоційного та соціального розвитку необхідно врахувати кілька ключових аспектів і розробити окремі модулі для кожного з цих критеріїв. В даному підрозділі буде проведено опис тільки модуля академічних результатів та прогресу учнів.

Основні задачі модуля академічних результатів та прогресу учнів полягають у тому, щоб відстежувати, аналізувати та візуалізувати успішність кожного учня, допомагаючи вчителям, учням та батькам оцінювати ефективність навчального процесу і вчасно виявляти проблеми або досягнення.

Модуль академічних результатів та прогресу учнів виконує критичну функцію моніторингу та аналізу успішності учнів у навчальному процесі. Завдяки автоматизації збору даних, аналізу результатів та створенню персоналізованих звітів і рекомендацій, цей модуль допомагає підвищити ефективність навчання і своєчасно реагувати на труднощі, з якими можуть стикатися учні.

Для модуля академічних результатів та прогресу учнів, вхідні дані, вихідні дані та алгоритми обробки є ключовими для забезпечення точного моніторингу прогресу учнів та формування рекомендацій щодо покращення їхнього навчання. Нижче описано основні компоненти, що охоплюють вхідні дані, вихідні дані та алгоритм обробки.

Вхідні дані для модуля академічних результатів та прогресу учнів можуть включати широкий спектр інформації, яка використовується для моніторингу і аналізу успішності учнів (рис. 3.3).

Академічні результати та прогрес учнів

Інформація про учня

Ім'я:

Середній бал:

Останній результат тесту:

Час на виконання завдань: годин

Кількість виконаних завдань:

Графік прогресу учня

Рисунок 3.3 - Скріншот вхідних даних модуля академічних результатів та прогресу учнів

Вихідні дані повинні надавати корисну аналітику та звіти щодо прогресу учнів. Ці дані використовуються викладачами, батьками та адміністрацією для прийняття рішень щодо подальшого навчального процесу.

Алгоритм обробки даних повинен забезпечувати точний аналіз академічних результатів та динаміки прогресу, а також генерувати персоналізовані звіти і рекомендації.

Модуль академічних результатів та прогресу учнів є вкрай необхідним для моніторингу успішності кожного учня. Він працює на основі збору вхідних даних, таких як оцінки, активність та залученість учнів, і генерує вихідні дані у вигляді звітів та рекомендацій. Алгоритм обробки даних аналізує прогрес учня, порівнює його з початковим рівнем і середніми показниками, виявляючи проблеми та генеруючи рекомендації для покращення.

Розглянемо приклад програмного коду для frontend модуля академічних результатів та прогресу учнів, що розміщений у додатку В. Цей програмний код

дозволяє відображати оцінки, прогрес і персоналізовані рекомендації учнів з використанням HTML, CSS і JavaScript.

Цей код відповідає за структуру сторінки, на якій відображаються академічні результати учня. Є окремі блоки для інформації про учня, графіка прогресу та персоналізованих рекомендацій.

Відображає дані про ім'я, середній бал, результати останнього тесту, час на виконання завдань та кількість виконаних завдань. Стилiзація інтерфейсу робить сторінку приємною та зручною для перегляду.

Включає оформлення інформаційних блоків, графіків і списку рекомендацій, забезпечуючи читабельність і естетику.

JavaScript містить основну логіку для відображення даних про учня. Дані про учня представлені у вигляді об'єкта `studentData`, який містить інформацію про його оцінки, прогрес і рекомендації.

Функція `displayStudentData()` використовується для відображення цих даних у відповідних елементах HTML. Для відображення прогресу учня використовується бібліотека `Chart.js`, яка дозволяє створити графік змін оцінок.

Приклад даного модуля, що представлений у додатку В демонструє розробку frontend модуля для відображення академічних результатів та прогресу учнів. Інтерфейс дозволяє викладачам і учням отримати візуалізацію успішності, зокрема графік прогресу оцінок, а також отримати персоналізовані рекомендації для подальшого покращення знань.

Алгоритм обробки в модулі академічних результатів та прогресу учнів підтримується за допомогою Flask-додатку для роботи як REST API. Також, за допомогою `CORS(app)` забезпечується підтримка крос-доменних запитів, що дозволяє frontend-додатку звертатися до backend.

З метою тестування даного модуля створена імітаційна база даних. Вона представлена у вигляді словника `students_data`, який містить інформацію про кількох учнів, зокрема: ім'я учня, середній бал, останній результат тесту, кількість виконаних завдань, історія прогресу, персоналізовані рекомендації.

Маршрут для отримання даних про учня є наступним:

Маршрут GET /students/<int:student_id>, що дозволяє отримати всі дані про учня за його ідентифікатором (student_id).

Якщо учень знайдений, сервер повертає JSON-дані з інформацією про нього (оцінки, прогрес, рекомендації). Якщо учень не знайдений, повертається помилка 404.

Маршрут для оновлення даних учня є наступним:

Маршрут POST /students/<int:student_id>, що дозволяє оновити дані учня. Оновлювані поля включають середній бал, останній результат тесту, час на виконання завдань, кількість виконаних завдань і прогрес.

Система автоматично оновлює відповідні дані в базі і повертає підтвердження про успішне оновлення.

Запуск сервера Flask існує у режимі розробки (з опцією debug=True), що дозволяє швидко тестувати API під час розробки. Наприклад, для отримання даних про учня за допомогою API виконуємо запит:

GET /students/1

Відповідь буде наступною:

```
{
  "name": "Олександр Іваненко",
  "averageGrade": 85,
  "lastTestScore": 90,
  "taskTime": 8,
  "completedTasks": 12,
  "progress": [75, 80, 85, 90, 95],
  "recommendations": [
    "Продовжити роботу над математикою.",
    "Покращити знання з програмування через практичні завдання.",
    "Зосередитися на складних задачах з фізики."
  ]
}
```

```
}
```

Для оновлення даних про учня виконаємо запит:

POST /students/1

Content-Type: application/json

```
{
  "averageGrade": 87,
  "lastTestScore": 92,
  "taskTime": 9,
  "completedTasks": 13,
  "progress": 92
}
```

Відповідь буде наступною:

```
{
  "message": "Дані учня оновлено",
  "student": {
    "name": "Олександр Іваненко",
    "averageGrade": 87,
    "lastTestScore": 92,
    "taskTime": 9,
    "completedTasks": 13,
    "progress": [75, 80, 85, 90, 95, 92],
    "recommendations": [
      "Продовжити роботу над математикою.",
      "Покращити знання з програмування через практичні завдання.",
      "Зосередитися на складних задачах з фізики."
    ]
  }
}
```

Опис роботи алгоритму обробки для отримання даних буде наступною.

Виконаємо запит до маршруту:

GET /students/<int:student_id>,

що повертає всі дані про учня, включаючи його середній бал, кількість виконаних завдань, прогрес і рекомендації. Це дозволяє frontend-частині отримати інформацію та відобразити її на інтерфейсі користувача. Тоді, для оновлення даних виконаємо команду:

Маршрут POST /students/<int:student_id>,

що дозволяє оновлювати інформацію про учня. У цьому маршруті обробляються JSON-дані, які містять нові значення середнього балу, результатів тестів, часу виконання завдань і прогресу.

Оновлені дані зберігаються в базі, і при наступному запиті на отримання даних вони будуть доступні з новими значеннями.

Гнучке оновлення даних має велике значення, так як API дозволяє оновлювати лише ті поля, які були вказані у запиті. Наприклад, якщо в запиті відсутні поля progress або lastTestScore, їх значення залишаються без змін.

Таким чином, розглянутий backend для модуля академічних результатів та прогресу учнів забезпечує функціонал для отримання і оновлення інформації про успішність учнів. Він дозволяє зберігати оцінки, прогрес і надавати персоналізовані рекомендації на основі результатів навчання. За допомогою Flask API система легко інтегрується з frontend-частиною, дозволяючи автоматично відображати оновлені дані про прогрес учнів.

3.3. Висновки

В третьому розділі була виконана розробка програмних модулів, що реалізують персоналізоване навчання учнів у приватних закладах освіти. Основна увага приділялась розробці програмного засобу для моніторингу персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти на основі таких критеріїв, як індивідуалізація навчального процесу, ефективність використання інноваційних методів навчання, інтерактивність навчального процесу та результативність тестування, повинна враховувати як освітні цілі, так і технічні особливості для реалізації відповідних модулів. Такий засіб був забезпечувався

комплексним моніторингом навчального процесу, де проводився аналіз прогресу кожного учня та підтримку в прийнятті рішень для підвищення якості освіти.

Розробка такого програмного засобу для моніторингу персоналізованого навчання включала модулі, що забезпечували адаптацію навчальних процесів під індивідуальні потреби учнів, оцінюють ефективність інноваційних методів, інтерактивність навчання та результативність тестування. Для цього, кожен модуль мав інтегровану аналітичну та автоматизовану систему збору та обробки даних. Це дозволило викладачам отримувати чіткі звіти про прогрес і якість навчання, а також своєчасно коригувати освітній процес для досягнення максимальних результатів.

Для розробки програмного засобу з моніторингу персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти на основі критеріїв були впроваджена підтримка академічних результатів та прогресу учнів, задоволеності учнів та батьків, мотивації, гнучкості навчального процесу. Також проводилась підтримка емоційного та соціального розвитку учнів, де враховувались кілька ключових аспектів. Разом з тим, розробляли окремі модулі для кожного з цих критеріїв. В даному підрозділі було проведено опис тільки модуля академічних результатів та прогресу учнів. До основних задач модуля академічних результатів та прогресу учнів полягали у тому, щоб відстежувати, аналізувати та візуалізувати успішність кожного учня, допомагаючи вчителям, учням та батькам оцінювати ефективність навчального процесу і вчасно виявляти проблеми або досягнення.

4 ТЕСТУВАННЯ МОДУЛІВ ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ

4.1. Тестування програмних модулів, що реалізують персоналізоване навчання учнів у приватних закладах освіти

В даному підрозділі буде проведено опис тестування тільки модуля індивідуалізації навчального процесу. Тестування вхідних і вихідних даних, а також алгоритмів обробки даних у модулі індивідуалізації навчального процесу є важливим етапом для забезпечення коректної роботи системи та досягнення основної мети — персоналізації навчання (рис. 4.1).

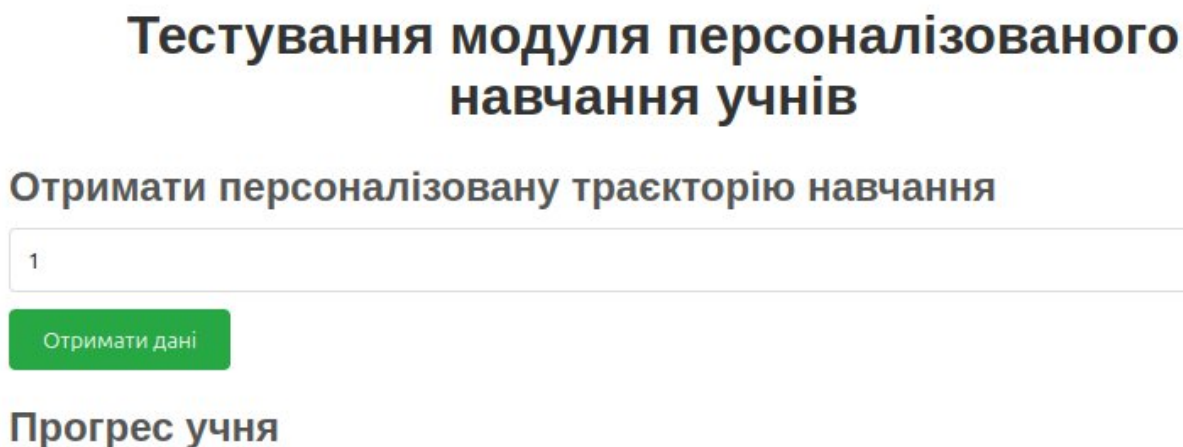


Рисунок 4.1 - Скріншот тестування вхідних даних модуля персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти

Розглянемо особливості тестування вхідних даних, вихідних даних та алгоритмів обробки.

1. Тестування вхідних даних.

Вхідні дані відіграють ключову роль у функціонуванні модуля індивідуалізації, тому їх потрібно тестувати, щоб забезпечити коректне надходження та обробку. Основні особливості тестування вхідних даних є наступними.

Перевірка типів даних:

- кожне поле вхідних даних повинно бути перевірене на відповідність своєму типу (наприклад, ім'я учня — це рядок, оцінка — число).

Приклад: Перевірка, що `last_test_score` є числом, а не рядком або об'єктом.

Тест-кейси:

- введення вірного типу даних (наприклад, числове значення для результатів тесту) — очікується успішна обробка.

Введення неправильного типу (наприклад, текст замість чисел для оцінок) — очікується помилка.

Перевірка обов'язкових полів:

- вхідні дані мають містити певні обов'язкові поля (наприклад, ім'я учня, рівень знань, інтереси). Якщо одне з таких полів відсутнє, система повинна видавати відповідну помилку.

Тест-кейси:

- введення неповних даних (без імені або рівня знань) — очікується помилка з повідомленням про відсутність обов'язкового поля.

Введення повних даних — очікується успішне прийняття даних.

Перевірка значень полів на відповідність бізнес-логіці:

- не всі дані є прийнятними з точки зору бізнес-логіки (наприклад, оцінка не може бути більше 100 або менше 0).

Тест-кейси:

- введення значень за межами допустимого діапазону (наприклад, оцінка 150) — очікується помилка.

- введення коректних значень (наприклад, оцінка 90) — очікується успішне збереження даних.

Перевірка обробки порожніх полів:

- система має правильно обробляти порожні поля (наприклад, якщо не вказані інтереси учня) та надавати можливість їх оновлення пізніше.

Тест-кейси:

- введення порожніх інтересів — система повинна приймати або відкидати такий запис залежно від вимог.

2. Тестування вихідних даних.

Вихідні дані — це результат обробки, який система повертає після аналізу вхідних даних або виконання алгоритмів. Основні особливості тестування вихідних даних будуть наступними.

Перевірка формату вихідних даних:

- формат вихідних даних має бути чітко визначений і відповідати специфікації API або інтерфейсу, через який ці дані надаються.

Тест-кейси:

- перевірка, що вихідні дані містять усі необхідні поля (наприклад, ім'я учня, рекомендації, прогрес).
- перевірка правильності формату кожного поля (оцінка має бути числом, рекомендації — списком рядків тощо).

Коректність значень у вихідних даних:

- вихідні дані повинні правильно відображати оброблені результати, наприклад, якщо тест був успішно пройдений, то його результат повинен бути відображений у звіті.

Тест-кейси:

- виведення правильних рекомендацій на основі рівня знань учня.
- виведення коректних результатів тестування і часу виконання завдань.

Перевірка консистентності даних:

- дані, що повертаються, повинні бути консистентними. Наприклад, якщо оновлено рівень знань учня, відповідна інформація повинна коректно відображатися у вихідних даних.

Тест-кейси:

- після оновлення інформації про прогрес учня (результати тестів, виконані завдання) всі відповідні поля мають бути оновлені й у вихідних даних.

Повідомлення про помилки:

- вихідні дані повинні включати зрозумілі повідомлення про помилки, якщо дані не можуть бути отримані або оброблені (наприклад, відсутність учня в базі).

Тест-кейси:

- спроба отримати дані неіснуючого учня — система повинна повертати помилку з відповідним повідомленням (наприклад, 404 Учень не знайдений).

3. Тестування алгоритмів обробки даних.

Алгоритми обробки даних є ядром функціональності модуля індивідуалізації, оскільки вони визначають, як вхідні дані перетворюються на персоналізовані навчальні плани та рекомендації.

Основні особливості тестування алгоритмів обробки будуть наступними.

Перевірка коректної адаптації навчальних планів:

- алгоритми повинні правильно підлаштовувати навчальні матеріали і тести на основі рівня знань, темпу навчання та інтересів учня.

Тест-кейси:

- якщо учень демонструє високі результати, система має запропонувати складніші завдання.

- якщо учень має проблеми з певними темами, алгоритм повинен рекомендувати додаткові матеріали або спрощені завдання.

Перевірка правильності персоналізованих рекомендацій:

- система має генерувати правильні рекомендації для учнів на основі їхніх результатів та інтересів.

Тест-кейси:

- учень із середнім рівнем знань у математиці повинен отримати рекомендації для підвищення навичок у цій галузі.

- учень із низьким рівнем знань у програмуванні має отримати рекомендації для вивчення базових тем програмування.

Перевірка динамічної адаптації завдань:

- система повинна автоматично змінювати складність завдань на основі результатів учнів у реальному часі.

Тест-кейси:

- після досягнення учнем високого результату на тесті наступне завдання повинно бути складнішим.

- якщо учень не впорався з тестом, алгоритм має запропонувати легші завдання або додаткові матеріали.

Тестування стійкості до помилок:

- алгоритми повинні бути стійкими до некоректних або неповних даних. Вони повинні пропускати або обробляти такі дані з мінімальними збоями.

Тест-кейси:

- перевірка роботи алгоритму при введенні неповних або порожніх даних (відсутні оцінки, темп навчання тощо).

- алгоритм має бути здатний продовжувати роботу навіть при відсутності деяких полів.

Перевірка швидкості обробки даних:

- алгоритми повинні працювати ефективно та швидко навіть при збільшенні обсягу даних, наприклад, коли потрібно обробляти інформацію про кількох учнів одночасно.

Тест-кейси:

- перевірка роботи алгоритму при великій кількості учнів та завдань — система має залишатися швидкою та продуктивною.

- вимірювання часу обробки даних для учня з великою кількістю тестів і результатів.

Тестування модуля індивідуалізації навчального процесу охоплює перевірку вхідних і вихідних даних, а також алгоритмів обробки. Важливо забезпечити, щоб система коректно приймала, обробляла та повертала дані, адаптуючи навчальні плани відповідно до індивідуальних потреб учнів. Особлива увага приділяється тестуванню коректності обробки різних типів

даних, персоналізації рекомендацій та стійкості до помилок, що є критично важливим для успішного функціонування системи.

Для тестування модуля індивідуалізації навчального процесу з використанням наданих вище даних можна застосувати модульне тестування та інтеграційне тестування, а також автоматизовані інструменти для перевірки вхідних і вихідних даних та алгоритмів обробки. Використання тестових фреймворків, таких як `unittest` або `pytest` в Python, дозволить виконувати ці тести ефективно. В даній роботі виконувався також покроковий підхід до тестування кожного з компонентів: вхідні дані, вихідні дані та алгоритми обробки. Для цього використовувалась бібліотека `pytest`, що дозволяла ефективно виконувати тести та перевіряти очікувані результати. Програмний код модулів тестування показано в додатку В.

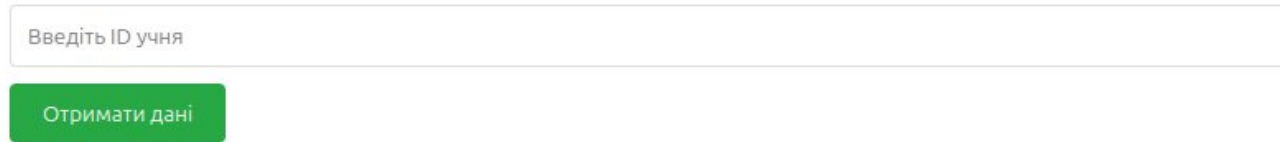
Таким чином, завдяки тестам, що описані вище та наведені у додатку В, можна перевіряти коректність роботи модуля індивідуалізації навчального процесу: від валідації вхідних даних до генерації персоналізованих рекомендацій і тестування алгоритмів обробки. Це дозволяє підтримувати високу якість програмного коду і забезпечити стабільну роботу системи під час роботи з реальними даними.

4.2 Тестування програмних модулів, що реалізують академічні результати та прогрес учнів у приватних закладах освіти

Тестування модуля академічних результатів та прогресу учнів передбачає перевірку коректності вхідних і вихідних даних, а також правильність роботи алгоритмів обробки цих даних (рис. 4.2). Цей процес допомагає гарантувати, що система працює відповідно до вимог і обробляє дані правильно. Розглянемо основні етапи тестування модуля академічних результатів та прогресу учнів.

Тестування Модуля Академічних Результатів та Прогресу Учнів

Отримати інформацію про учня



Введіть ID учня

Отримати дані

Рисунок 4.2 - Скріншот тестування вхідних даних модуля персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти

1. Тестування вхідних даних.

Вхідні дані — це основа для коректної роботи модуля. Помилки на цьому етапі можуть призвести до некоректного відображення або обробки даних учнів. Основними аспектами тестування вхідних даних є наступні.

Перевірка типів даних:

- вхідні дані повинні бути коректного типу (наприклад, оцінки — числові значення, час на виконання завдань — число в годинах).

Тест-кейси:

- оцінка, що передана у форматі рядка, замість числа. Перевірка, що кількість виконаних завдань — ціле число.

Перевірка наявності обов'язкових полів:

- всі обов'язкові поля повинні бути надані в запиті, наприклад, ім'я учня, середній бал, результат останнього тесту тощо.

Тест-кейси:

- відсутність обов'язкових полів, таких як ім'я учня або оцінка. Перевірка, що сервер повертає коректне повідомлення про помилку, якщо обов'язкові поля не заповнені.

Перевірка діапазону значень:

- значення деяких полів повинні перебувати в допустимих межах (наприклад, оцінка — від 0 до 100).

Тест-кейси:

- перевірка введення оцінки за межами діапазону (наприклад, 150% або - 10%).

- перевірка значень часу виконання завдань (не повинно бути від'ємним).

Перевірка обробки порожніх або неправильних полів:

- система має правильно обробляти випадки, коли певні поля передані як null або порожні.

Тест-кейси:

- передача порожнього значення для обов'язкових полів (наприклад, середній бал).

- передача невірного типу даних, наприклад, рядка замість числа.

2. Тестування вихідних даних.

Тестування вихідних даних гарантує, що система правильно повертає результати у відповідному форматі. Це необхідно для коректного відображення результатів у фронтенді.

Основними аспектами тестування вихідних даних є наступні.

Формат і структура вихідних даних:

- вихідні дані повинні мати правильну структуру і формат. Наприклад, повертаються всі необхідні поля: ім'я, середній бал, прогрес, рекомендації тощо.

Тест-кейси:

- перевірка наявності всіх обов'язкових полів у відповіді.
- перевірка, що оцінки, результати тестів та інші числові дані представлені у форматі чисел.

Коректність даних:

- перевірка того, що дані, повернені API, відповідають очікуваним значенням на основі вхідних даних і обробки.

Тест-кейси:

- якщо учень отримав оцінку 85 на тесті, відповідь повинна містити саме це значення.

- якщо було надіслано оновлення даних про прогрес учня, вихідні дані повинні відображати останній оновлений стан.

Обробка помилок:

- якщо запит надано з неправильними параметрами або для учня, якого немає в базі, система повинна повертати відповідні повідомлення про помилки.

Тест-кейси:

- перевірка відповіді API у випадку запиту неіснуючого учня.
- перевірка, що API повертає помилку при некоректному форматі даних (наприклад, відсутність обов'язкових полів у запиті).

3. Тестування алгоритмів обробки даних.

Алгоритми обробки даних відповідають за аналіз і модифікацію даних, таких як оновлення результатів тестів, обчислення середнього балу або генерування рекомендацій.

Основні аспекти тестування алгоритмів обробки даних є наступними.

Оновлення даних:

- алгоритм повинен коректно оновлювати дані учня, такі як прогрес, середній бал і результати тестів.

Тест-кейси:

- оновлення оцінки учня після проходження тесту і перевірка, що нові дані відображаються в результатах.

- перевірка, що після оновлення кількості виконаних завдань, дані в базі також оновлюються.

Коректність обчислення середнього балу:

- алгоритм повинен правильно обчислювати середній бал учня на основі його оцінок.

Тест-кейси:

- перевірка, що середній бал розраховується правильно після додавання нових оцінок.

- перевірка коректного обчислення при різній кількості тестів.

Генерація рекомендацій:

- алгоритм має генерувати персоналізовані рекомендації на основі результатів учня.

Тест-кейси:

- учень з низькими результатами у програмуванні повинен отримати рекомендації на покращення цієї теми.
- якщо середній бал учня високий, алгоритм може рекомендувати продовжувати поточну навчальну стратегію.

Стійкість до помилок:

- алгоритми повинні бути стійкими до помилкових або неповних даних. Наприклад, при відсутності даних про тест або оцінки система повинна продовжувати працювати і повертати коректний результат.

Тест-кейси:

- відсутність даних про виконані завдання не повинна спричиняти помилку в розрахунку середнього балу.
- некоректні вхідні дані не повинні призводити до збоїв у роботі алгоритму.

Для автоматизації тестування можна використовувати такі інструменти та бібліотеки як:

- unittest або pytest для написання модульних тестів на Python.
- Postman або curl для ручного тестування API-запитів.
- Flask Testing — розширення для Flask, яке дозволяє легко тестувати API-додатки.

Таким чином, тестування модуля академічних результатів та прогресу учнів охоплює перевірку вхідних і вихідних даних, а також алгоритмів обробки, які забезпечують коректну роботу системи. Тестування вхідних даних гарантує, що система отримує коректні дані, вихідні дані дозволяють впевнитися в правильності обчислень і генерації результатів, а тестування алгоритмів підтверджує правильність обробки інформації і генерування рекомендацій.

4.3. Висновки

В четвертому розділі було виконано тестування програмних модулів, що реалізують персоналізоване навчання учнів у приватних закладах освіти. Для цього було проведено опис тестування модуля індивідуалізації навчального

процесу. При цьому показано тестування вхідних і вихідних даних, а також алгоритмів обробки даних у модулі індивідуалізації навчального процесу є важливим етапом для забезпечення коректної роботи системи та досягнення основної мети — персоналізації навчання.

З метою тестування модуля індивідуалізації навчального процесу з було застосовано модульне та інтеграційне тестування, а також автоматизовані інструменти для перевірки вхідних і вихідних даних та алгоритмів обробки. Використання тестових фреймворків, таких як unittest або pytest в Python, дозволило виконувати ці тести досить ефективно. В даній роботі виконувався також покроковий підхід до тестування кожного з компонентів: вхідні дані, вихідні дані та алгоритми обробки. Для цього використовувалась бібліотека pytest, що дозволяла ефективно виконувати тести та перевіряти очікувані результати. Таким чином, завдяки тестам, що описані вище та наведені у додатку В, перевірялась коректність роботи модуля індивідуалізації навчального процесу: від валідації вхідних даних до генерації персоналізованих рекомендацій і тестування алгоритмів обробки. Це дозволяло підтримувати високу якість програмного коду і забезпечити стабільну роботу системи під час роботи з реальними даними.

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Науково-технічна розробка має право на існування та впровадження, якщо вона відповідає вимогам часу, як в напрямку науково-технічного прогресу та і в плані економіки. Тому для науково-дослідної роботи необхідно оцінювати економічну ефективність результатів виконаної роботи.

Магістерська кваліфікаційна робота за темою «Розробка методу та програмного забезпечення для підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти» відноситься до науково-технічних робіт, які орієнтовані на виведення на ринок (або рішення про виведення науково-технічної розробки на ринок може бути прийнято у процесі проведення самої роботи), тобто коли відбувається так звана комерціалізація науково-технічної розробки. Цей напрямок є пріоритетним, оскільки результатами розробки можуть користуватися інші споживачі, отримуючи при цьому певний економічний ефект. Але для цього потрібно знайти потенційного інвестора, який би взявся за реалізацію цього проекту і переконати його в економічній доцільності такого кроку.

Для наведеного випадку нами мають бути виконані такі етапи робіт:

- 1) проведено комерційний аудит науково-технічної розробки, тобто встановлення її науково-технічного рівня та комерційного потенціалу;
- 2) розраховано витрати на здійснення науково-технічної розробки;
- 3) розрахована економічна ефективність науково-технічної розробки у випадку її впровадження і комерціалізації потенційним інвестором і проведено обґрунтування економічної доцільності комерціалізації потенційним інвестором.

5.1 Проведення комерційного та технологічного аудиту науково-технічної розробки

Метою проведення комерційного і технологічного аудиту дослідження за темою «Розробка методу та програмного забезпечення для підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти» є оцінювання

науково-технічного рівня та рівня комерційного потенціалу розробки, створеної в результаті науково-технічної діяльності.

Оцінювання науково-технічного рівня розробки та її комерційного потенціалу рекомендується здійснювати із застосуванням 5-ти бальної системи оцінювання за 12-ма критеріями, наведеними в табл. 5.1 [27].

Таблиця 5.1 – Рекомендовані критерії оцінювання науково-технічного рівня і комерційного потенціалу розробки та бальна оцінка

Бали (за 5-ти бальною шкалою)					
	0	1	2	3	4
Технічна здійсненність концепції					
1	Достовірність концепції не підтверджена	Концепція підтверджена експертними	Концепція підтверджена розрахунками	Концепція перевірена на практиці	Перевірено працездатність продукту в
Ринкові переваги (недоліки)					
2	Багато аналогів на малому ринку	Мало аналогів на малому ринку	Кілька аналогів на великому ринку	Один аналог на великому ринку	Продукт не має аналогів на великому
3	Ціна продукту значно вища за ціни аналогів	Ціна продукту дещо вища за ціни аналогів	Ціна продукту приблизно дорівнює цінам	Ціна продукту дещо нижче за ціни аналогів	Ціна продукту значно нижче за ціни
4	Технічні та споживчі властивості продукту значно гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту на рівні аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи кращі, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту значно кращі, ніж в аналогів
5	Експлуатаційні витрати значно вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати дещо вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати на рівні експлуатаційних витрат	Експлуатаційні витрати трохи нижчі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати значно нижчі, ніж в аналогів
Ринкові перспективи					
6	Ринок малий і не має позитивної динаміки	Ринок малий, але має позитивну динаміку	Середній ринок з позитивною динамікою	Великий стабільний ринок	Великий ринок з позитивною динамікою

7	Активна конкуренція великих	Активна конкуренція	Помірна конкуренція	Незначна конкуренція	Конкурентів немає
Практична здійсненність					
8	Відсутні фахівці як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї	Необхідно наймати фахівців або витратити значні кошти	Необхідне незначне навчання фахівців та збільшення їх	Необхідне незначне навчання фахівців	Є фахівці з питань як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї
9	Потрібні значні фінансові ресурси, які відсутні. Джерела фінансування	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування відсутні	Потрібні значні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Не потребує додаткового фінансування
10	Необхідна розробка нових матеріалів	Потрібні матеріали, що використовуються у військово промисловому комплексі	Потрібні дорогі матеріали	Потрібні досяжні та дешеві матеріали	Всі матеріали для реалізації ідеї відомі та давно використовуються у виробництві
11	Термін реалізації ідеї більший за 10 років	Термін реалізації ідеї більший за 5 років. Термін окупності інвестицій більше 10-ти років	Термін реалізації ідеї від 3-х до 5-ти років. Термін окупності інвестицій більше 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій від 3-х до 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій менше 3-х років

12	Необхідна розробка регламентних документів та отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію	Необхідно отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту, що вимагає значних	Процедура отримання дозвільних документів для виробництва та реалізації продукту вимагає незначних коштів та часу	Необхідно тільки повідомлення відповідним органам про виробництво та реалізацію продукту	Відсутні будь-які регламентні обмеження на виробництво та реалізацію продукту
----	--	---	---	--	---

Результати оцінювання науково-технічного рівня та комерційного потенціалу науково-технічної розробки потрібно звести до таблиці.

Таблиця 5.2 – Результати оцінювання науково-технічного рівня і комерційного потенціалу розробки експертами

Критерії	Експерт (ПІБ, посада)		
	1	2	3
	Бали:		
1. Технічна здійсненність концепції	3	4	3
2. Ринкові переваги (наявність аналогів)	4	4	4
3. Ринкові переваги (ціна продукту)	3	3	3
4. Ринкові переваги (технічні властивості)	4	3	3
5. Ринкові переваги (експлуатаційні витрати)	3	3	3
6. Ринкові перспективи (розмір ринку)	3	4	3
7. Ринкові перспективи (конкуренція)	3	3	4
8. Практична здійсненність (наявність фахівців)	3	3	3
9. Практична здійсненність (наявність фінансів)	3	3	3
10. Практична здійсненність (необхідність нових матеріалів)	3	3	3
11. Практична здійсненність (термін реалізації)	3	4	4
12. Практична здійсненність (розробка документів)	4	3	3
Сума балів	39	40	39
Середньоарифметична сума балів CB_c	39,3		

За результатами розрахунків, наведених в таблиці 5.2, зробимо висновок щодо науково-технічного рівня і рівня комерційного потенціалу розробки. При цьому використаємо рекомендації, наведені в табл. 5.3 [27].

Таблиця 5.3 – Науково-технічні рівні та комерційні потенціали розробки

Середньоарифметична сума балів СБ , розрахована на основі висновків	Науково-технічний рівень та комерційний потенціал розробки
41...48	Високий
31...40	Вище середнього
21...30	Середній
11...20	Нижче середнього
0...10	Низький

Згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки за темою «Розробка методу та програмного забезпечення для підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти» становить 39,3 бали, що, відповідно до таблиці 5.3, свідчить про комерційну важливість проведення даних досліджень (рівень комерційного потенціалу розробки вищий середнього).

5.2 Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи

Витрати, пов'язані з проведенням науково-дослідної роботи на тему «Розробка методу та програмного забезпечення для підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти», під час планування, обліку і калькулювання собівартості науково-дослідної роботи групуємо за відповідними статтями.

5.2.1 Витрати на оплату праці

До статті «Витрати на оплату праці» належать витрати на виплату основної та додаткової заробітної плати керівникам відділів, лабораторій, секторів і груп, науковим, інженерно-технічним працівникам, конструкторам, технологам, креслярам, копіювальникам, лаборантам, робітникам, студентам, аспірантам та

іншим працівникам, безпосередньо зайнятим виконанням конкретної теми, обчисленої за посадовими окладами, відрядними розцінками, тарифними ставками згідно з чинними в організаціях системами оплати праці.

Основна заробітна плата дослідників

Витрати на основну заробітну плату дослідників ($З_o$) розраховуємо у відповідності до посадових окладів працівників, за формулою [27]:

$$З_o = \sum_{i=1}^k \frac{M_{ni} \cdot t_i}{T_p}, \quad (5.1)$$

де k – кількість посад дослідників залучених до процесу досліджень;

M_{ni} – місячний посадовий оклад конкретного дослідника, грн;

t_i – число днів роботи конкретного дослідника, дні;

T_p – середнє число робочих днів в місяці, $T_p=21$ день.

$$З_o = 35000,00 \cdot 65 / 21 = 108333,33 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 5.4 – Витрати на заробітну плату дослідників

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн	Оплата за робочий день, грн	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн
Керівник проекту	35000,00	1666,67	65,00	108333,33
Інженер-розробник	24000,00	1142,86	65,00	74285,71
Консультант-аналітик	20000,00	952,38	10,00	9523,81
Всього				192142,86

Основна заробітна плата робітників

Витрати на основну заробітну плату робітників ($З_p$) за відповідними найменуваннями робіт НДР розраховуємо за формулою:

$$З_p = \sum_{i=1}^n C_i \cdot t_i, \quad (5.2)$$

де C_i – погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, за виконану відповідну роботу, грн/год;

t_i – час роботи робітника при виконанні визначеної роботи, год.

Погодинну тарифну ставку робітника відповідного розряду C_i можна визначити за формулою:

$$C_i = \frac{M_M \cdot K_i \cdot K_c}{T_p \cdot t_{зм}} \quad (5.3)$$

де M_M – розмір прожиткового мінімуму працездатної особи, або мінімальної місячної заробітної плати (в залежності від діючого законодавства), прийmemo $M_M=8000,00$ грн;

K_i – коефіцієнт міжкваліфікаційного співвідношення для встановлення тарифної ставки робітнику відповідного розряду (табл. Б.2, додаток Б) [27];

K_c – мінімальний коефіцієнт співвідношень місячних тарифних ставок робітників першого розряду з нормальними умовами праці виробничих об'єднань і підприємств до законодавчо встановленого розміру мінімальної заробітної плати.

T_p – середнє число робочих днів в місяці, приблизно $T_p = 21$ день;

$t_{зм}$ – тривалість зміни, год.

$$C_1 = 8000,00 \cdot 1,7 \cdot 1,65 / (21 \cdot 8) = 133,57 \text{ грн.}$$

$$З_{р1} = 133,57 \cdot 5,00 = 667,86 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.5 – Величина витрат на основну заробітну плату робітників

Найменування робіт	Тривалість роботи, год	Розряд роботи	Тарифний коефіцієнт	Погодинна тарифна ставка, грн	Величина оплати на робітника, грн
Монтаж робочого місця розробника	10	2	1,1	86,43	864,29
Інсталяція програмного забезпечення	5	5	1,7	133,57	667,86
Інші допоміжні роботи	10	3	1,1	86,43	864,29
Всього					2396,43

Додаткова заробітна плата дослідників та робітників

Додаткову заробітну плату розраховуємо як 10 ... 12% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$З_{\text{дод}} = (З_о + З_р) \cdot \frac{H_{\text{дод}}}{100\%}, \quad (5.4)$$

де $H_{\text{дод}}$ – норма нарахування додаткової заробітної плати. Прийmemo 12%.

$$З_{\text{дод}} = (192142,86 + 2396,43) \cdot 12 / 100\% = 23344,71 \text{ грн.}$$

5.2.2 Відрахування на соціальні заходи

Нарахування на заробітну плату дослідників та робітників розраховуємо як 22% від суми основної та додаткової заробітної плати дослідників і робітників за формулою:

$$З_н = (З_о + З_р + З_{\text{дод}}) \cdot \frac{H_{\text{зп}}}{100\%} \quad (5.5)$$

де $H_{\text{зп}}$ – норма нарахування на заробітну плату. Приймаємо 22%.

$$З_н = (192142,86 + 2396,43 + 26277,00) \cdot 22 / 100\% = 47934,48 \text{ грн.}$$

5.2.3 Сировина та матеріали

До статті «Сировина та матеріали» належать витрати на сировину, основні та допоміжні матеріали, інструменти, пристрої та інші засоби і предмети праці, які придбані у сторонніх підприємств, установ і організацій та витрачені на проведення досліджень.

Витрати на матеріали (M), у вартісному вираженні розраховуються окремо по кожному виду матеріалів за формулою:

$$M = \sum_{j=1}^n H_j \cdot Ц_j \cdot K_j - \sum_{j=1}^n B_j \cdot Ц_{\text{в}j}, \quad (5.6)$$

де H_j – норма витрат матеріалу j -го найменування, кг;

n – кількість видів матеріалів;

$Ц_j$ – вартість матеріалу j -го найменування, грн/кг;

K_j – коефіцієнт транспортних витрат, ($K_j = 1,1 \dots 1,15$);

B_j – маса відходів j -го найменування, кг;

$Ц_{\text{в}j}$ – вартість відходів j -го найменування, грн/кг.

$$M_1 = 2 \cdot 180,00 \cdot 1,1 - 0,000 \cdot 0,00 = 396,0 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 5.6 – Витрати на матеріали

Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Ціна за од, грн	Норма витрат, од	Величина відходів, кг	Ціна відходів, грн/кг	Вартість витраченого матеріалу, грн
Офісний папір	180	2	0	0	396
Органайзер офісний Calipso Office	210	1	0	0	231
Канцелярське приладдя	200	1	0	0	220
Flesh-пам'ять	360	1	0	0	396
Всього					1243

5.2.4 Розрахунок витрат на комплектуючі

Витрати на комплектуючі (K_6), які використовують при проведенні НДР на тему «Розробка методу та програмного забезпечення для підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти» відсутні.

5.2.5 Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт

До статті «Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт» належать витрати на виготовлення та придбання спецустаткування необхідного для проведення досліджень, також витрати на їх проектування, виготовлення, транспортування, монтаж та встановлення.

Витрати на спецустаткування, які використовують при проведенні НДР на тему «Розробка методу та програмного забезпечення для підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти» відсутні.

5.2.6 Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт

До статті «Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт» належать витрати на розробку та придбання спеціальних програмних засобів і програмного забезпечення, (програм, алгоритмів, баз даних) необхідних

для проведення досліджень, також витрати на їх проектування, формування та встановлення.

Балансову вартість програмного забезпечення розраховуємо за формулою:

$$B_{\text{прг}} = \sum_{i=1}^k C_{i\text{прг}} \cdot C_{\text{прг}.i} \cdot K_i, \quad (5.7)$$

де $C_{i\text{прг}}$ – ціна придбання одиниці програмного засобу даного виду, грн;

$C_{\text{прг}.i}$ – кількість одиниць програмного забезпечення відповідного найменування, які придбані для проведення досліджень, шт.;

K_i – коефіцієнт, що враховує інсталяцію, налагодження програмного засобу тощо, ($K_i = 1, 10 \dots 1, 12$);

k – кількість найменувань програмних засобів.

$$B_{\text{прг}} = 415 \cdot 3 \cdot 1,12 = 1394,4 \text{ грн.}$$

Отримані результати зведемо до таблиці:

Таблиця 5.7 – Витрати на придбання програмних засобів по кожному виду

Найменування програмного засобу	Кількість, шт	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
PyCharm Professional (місячна підписка)	3	415	1394,4
Всього			1394,

5.2.7 Амортизація обладнання, програмних засобів та приміщень

В спрощеному вигляді амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання, приміщень та програмному забезпеченню тощо, розраховуємо з використанням прямолінійного методу амортизації за формулою:

$$A_{\text{обл}} = \frac{C_0}{T_B} \cdot \frac{t_{\text{вик}}}{12}, \quad (5.8)$$

де C_0 – балансова вартість обладнання, програмних засобів, приміщень тощо, які використовувались для проведення досліджень, грн;

$t_{\text{вик}}$ – термін використання обладнання, програмних засобів, приміщень під час досліджень, місяців;

T_e – строк корисного використання обладнання, програмних засобів, приміщень тощо, років.

$$A_{обл} = (40000,00 \cdot 3) / (5 \cdot 12) = 2000,00 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 5.8 – Амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн	Строк корисного використання, років	Термін використання обладнання, місяців	Амортизаційні відрахування, грн
Ноутбук (2 шт)	40000	5	3	2000,00
Wifi-роутер	500	3	3	41,67
PyCharm Professional	1394,4	3	3	116,20
Приміщення лабораторії	300000	20	3	3750,00
Всього				5907,87

5.2.8 Паливо та енергія для науково-виробничих цілей

Витрати на силову електроенергію (B_e) розраховуємо за формулою:

$$B_e = \sum_{i=1}^n \frac{W_{yi} \cdot t_i \cdot C_e \cdot K_{впi}}{\eta_i}, \quad (5.9)$$

де – встановлена потужність обладнання на визначеному етапі розробки, кВт;

t_i – тривалість роботи обладнання на етапі дослідження, год;

C_e – вартість 1 кВт-години електроенергії, грн; (вартість електроенергії визначається за даними енергопостачальної компанії), прийmemo $C_e = 11,0$ грн;

$K_{впi}$ – коефіцієнт, що враховує використання потужності, $K_{впi} < 1$;

η_i – коефіцієнт корисної дії обладнання, $\eta_i < 1$.

$$B_e = 2 \cdot 0,08 \cdot 520,0 \cdot 11,0 \cdot 0,95 / 0,97 = 896,33 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 5.9 – Витрати на електроенергію

Найменування обладнання	Встановлена потужність, кВт	Тривалість роботи, год	Сума, грн
Ноутбук (2 шт)	0,08	520*2	896,33

Wifi-роутер	0,01	520	56,02
Робоче місце дослідника	0,15	520	840,31
Оргтехніка	0,45	20	96,96
Всього			1889,62

5.2.9 Службові відрядження

До статті «Службові відрядження» дослідної роботи належать витрати на відрядження штатних працівників, працівників організацій, які працюють за договорами цивільно-правового характеру, аспірантів, зайнятих розробленням досліджень, відрядження, пов'язані з проведенням випробувань машин та приладів, а також витрати на відрядження на наукові з'їзди, конференції, наради, пов'язані з виконанням конкретних досліджень.

Витрати за статтею «Службові відрядження» розраховуємо як 20...25% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$B_{cb} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{cb}}{100\%}, \quad (5.10)$$

де H_{cb} – норма нарахування за статтею «Службові відрядження», приймемо $H_{cb} = 20\%$.

$$B_{cb} = (192142,86 + 2396,43) \cdot 20 / 100\% = 38907,86 \text{ грн.}$$

5.2.10 Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації

Витрати за статтею «Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації» розраховуємо як 30...45% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$B_{cn} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{cn}}{100\%}, \quad (5.11)$$

де H_{cn} – норма нарахування за статтею «Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації», приймемо $H_{cn} = 30\%$.

$$B_{cn} = (192142,86 + 2396,43) \cdot 30 / 100\% = 58361,79 \text{ грн.}$$

5.2.11 Інші витрати

До статті «Інші витрати» належать витрати, які не знайшли відображення у зазначених статтях витрат і можуть бути віднесені безпосередньо на собівартість досліджень за прямими ознаками.

Витрати за статтею «Інші витрати» розраховуємо як 50...100% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$I_{\text{в}} = (З_{\text{о}} + З_{\text{р}}) \cdot \frac{H_{\text{ів}}}{100\%}, \quad (5.12)$$

де $H_{\text{ів}}$ – норма нарахування за статтею «Інші витрати», прийmemo $H_{\text{ів}} = 50\%$.

$$I_{\text{в}} = (192142,86 + 2396,43) \cdot 50 / 100\% = 97269,64 \text{ грн.}$$

5.2.12 Накладні (загальновиробничі) витрати

До статті «Накладні (загальновиробничі) витрати» належать: витрати, пов'язані з управлінням організацією; витрати на винахідництво та раціоналізацію; витрати на підготовку (перепідготовку) та навчання кадрів; витрати, пов'язані з набором робочої сили; витрати на оплату послуг банків; витрати, пов'язані з освоєнням виробництва продукції; витрати на науково-технічну інформацію та рекламу та ін.

Витрати за статтею «Накладні (загальновиробничі) витрати» розраховуємо як 100...150% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$B_{\text{нзв}} = (З_{\text{о}} + З_{\text{р}}) \cdot \frac{H_{\text{нзв}}}{100\%}, \quad (5.13)$$

де $H_{\text{нзв}}$ – норма нарахування за статтею «Накладні (загальновиробничі) витрати», прийmemo $H_{\text{нзв}} = 100\%$.

$$B_{\text{нзв}} = (192142,86 + 2396,43) \cdot 100 / 100\% = 194\,539,29 \text{ грн.}$$

Витрати на проведення науково-дослідної роботи розраховуємо як суму всіх попередніх статей витрат за формулою:

$$B_{\text{заг}} = З_{\text{о}} + З_{\text{р}} + З_{\text{дод}} + З_{\text{н}} + М + К_{\text{в}} + B_{\text{спец}} + B_{\text{прг}} + A_{\text{обл}} + B_{\text{е}} + B_{\text{св}} + B_{\text{сп}} + I_{\text{в}} + B_{\text{нзв}}. \quad (5.14)$$

$$B_{\text{заг}} = 665331,94 \text{ грн.}$$

Загальні витрати $ЗВ$ на завершення науково-дослідної (науково-технічної) роботи та оформлення її результатів розраховується за формулою:

$$ЗВ = \frac{В_{\text{заг}}}{\eta}, \quad (5.15)$$

де η - коефіцієнт, який характеризує етап (стадію) виконання науково-дослідної роботи, прийmemo $\eta = 0,9$.

$$ЗВ = 665331,94 / 0,9 = 739257,71 \text{ грн.}$$

5.3 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки при її можливій комерціалізації потенційним інвестором

В ринкових умовах узагальнюючим позитивним результатом, що його може отримати потенційний інвестор від можливого впровадження результатів тієї чи іншої науково-технічної розробки, є збільшення у потенційного інвестора величини чистого прибутку.

Результати дослідження проведені за темою «Розробка методу та програмного забезпечення для підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти» передбачають комерціалізацію протягом 3-х років реалізації на ринку.

В цьому випадку майбутній економічний ефект буде формуватися на основі таких даних:

ΔN – збільшення кількості споживачів продукту, у періоди часу, що аналізуються, від покращення його певних характеристик;

1-й рік – 700 користувачів;

2-й рік – 500 користувачів;

3-й рік – 350 користувачів.

N – кількість споживачів які використовували аналогічний продукт у році до впровадження результатів нової науково-технічної розробки, прийmemo 2200 користувачів;

Ц_0 – вартість програмного продукту у році до впровадження результатів розробки, прийmemo 4500 грн;

$\pm \Delta \text{Ц}_0$ – зміна вартості програмного продукту від впровадження результатів науково-технічної розробки, прийmemo 700 грн.

Можливе збільшення чистого прибутку у потенційного інвестора $\Delta \Pi_i$ для кожного із 3-х років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, розраховуємо за формулою [27, 28]:

$$\Delta \Pi_i = (\pm \Delta \text{Ц}_0 \cdot N + \text{Ц}_0 \cdot \Delta N)_i \cdot \lambda \cdot \rho \cdot (1 - \frac{\vartheta}{100}), \quad (5.16)$$

λ – коефіцієнт, який враховує сплату потенційним інвестором податку на додану вартість. У 2024 році ставка податку на додану вартість складає 20%, а коефіцієнт $\lambda = 0,8333$;

ρ – коефіцієнт, який враховує рентабельність інноваційного продукту. Приймемо $\rho = 45\%$;

ϑ – ставка податку на прибуток, який має сплачувати потенційний інвестор, у 2024 році $\vartheta = 18\%$;

Збільшення чистого прибутку 1-го року:

$$\Delta \Pi_1 = (2200,00 \cdot 700,00 + 5200,00 \cdot 700) \cdot 0,83 \cdot 0,45 \cdot (1 - 0,18/100\%) = 1592212,86 \text{ грн.}$$

Збільшення чистого прибутку 2-го року:

$$\Delta \Pi_2 = (2200,00 \cdot 700,00 + 5200,00 \cdot (700 + 500)) \cdot 0,83 \cdot 0,45 \cdot (1 - 0,18/100\%) = 2391393,06 \text{ грн.}$$

Збільшення чистого прибутку 3-го року:

$$\Delta \Pi_3 = (2200,00 \cdot 700,00 + 5200,00 \cdot (700 + 500 + 350)) \cdot 0,83 \cdot 0,45 \cdot (1 - 0,18/100\%) = 2950819,2 \text{ грн.}$$

Приведена вартість збільшення всіх чистих прибутків $\Pi_{\text{П}}$, що їх може отримати потенційний інвестор від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки:

$$ПП = \sum_{i=1}^T \frac{\Delta\Pi_i}{(1+\tau)^i}, \quad (5.17)$$

де $\Delta\Pi_i$ – збільшення чистого прибутку у кожному з років, протягом яких виявляються результати впровадження науково-технічної розробки, грн;

T – період часу, протягом якого очікується отримання позитивних результатів від впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, роки;

τ – ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні, $t = 0,3$;

t – період часу (в роках) від моменту початку впровадження науково-технічної розробки до моменту отримання потенційним інвестором додаткових чистих прибутків у цьому році.

$$ПП = 1592212,86/(1+0,3)^1 + 2391393,06/(1+0,3)^2 + 2950819,2/(1+0,3)^3 = 3982917,57 \text{ грн.}$$

Величина початкових інвестицій PV , які потенційний інвестор має вкласти для впровадження і комерціалізації науково-технічної розробки:

$$PV = k_{\text{інв}} \cdot \text{ЗВ}, \quad (5.18)$$

де $k_{\text{інв}}$ – коефіцієнт, що враховує витрати інвестора на впровадження науково-технічної розробки та її комерціалізацію, приймаємо $k_{\text{інв}}=2$;

ЗВ – загальні витрати на проведення науково-технічної розробки та оформлення її результатів, приймаємо 739257,71 грн.

$$PV = k_{\text{інв}} \cdot \text{ЗВ} = 2 \cdot 739257,71 = 1478515,415 \text{ грн.}$$

Абсолютний економічний ефект $E_{\text{абс}}$ для потенційного інвестора від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки становитиме:

$$E_{\text{абс}} = ПП - PV \quad (5.19)$$

де $ПП$ – приведена вартість зростання всіх чистих прибутків від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, 3982917,57грн;

PV – теперішня вартість початкових інвестицій, 1478515,415грн.

$E_{абс} = ПП - PV = 3982917,57 - 1478515,415 = 2504402,16$ грн.

Внутрішня економічна дохідність інвестицій E_v , які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки:

$$E_v = \sqrt[T_{ж}]{1 + \frac{E_{абс}}{PV}} - 1, \quad (5.20)$$

де $E_{абс}$ – абсолютний економічний ефект вкладених інвестицій, 2504402,16 грн;

PV – теперішня вартість початкових інвестицій, 1478515,415грн;

$T_{ж}$ – життєвий цикл науково-технічної розробки, тобто час від початку її розробки до закінчення отримування позитивних результатів від її впровадження, 3 роки.

$$E_v = \sqrt[T_{ж}]{1 + \frac{E_{абс}}{PV}} - 1 = (1 + 2504402,16/1478515,415)^{1/3} = 0,39.$$

Мінімальна внутрішня економічна дохідність вкладених інвестицій $\tau_{мін}$:

$$\tau_{мін} = d + f, \quad (5.21)$$

де d – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; в 2024 році в Україні $d = 0,11$;

f – показник, що характеризує ризикованість вкладення інвестицій, прийmemo 0,18.

$\tau_{мін} = 0,11 + 0,18 = 0,29 < 0,39$ свідчить про те, що внутрішня економічна дохідність інвестицій E_v , які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки вища мінімальної

внутрішньої дохідності. Тобто інвестувати в науково-дослідну роботу за темою «Розробка методу та програмного забезпечення для підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти» доцільно.

Період окупності інвестицій $T_{ок}$ які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки:

$$T_{ок} = \frac{1}{E_B}, \quad (5.22)$$

де E_B – внутрішня економічна дохідність вкладених інвестицій.

$$T_{ок} = 1 / 0,39 = 2,55 \text{ року.}$$

$T_{ок} < 3$ -х років, що свідчить про комерційну привабливість науково-технічної розробки і може спонукати потенційного інвестора профінансувати впровадження даної розробки та виведення її на ринок.

Висновки до розділу

Згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки за темою «Розробка методу та програмного забезпечення для підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти» становить 39,3 бали, що, свідчить про комерційну важливість проведення даних досліджень (рівень комерційного потенціалу розробки вищий середнього).

Також термін окупності становить 2,55 р., що менше 3-х років, що свідчить про комерційну привабливість науково-технічної розробки і може спонукати потенційного інвестора профінансувати впровадження даної розробки та виведення її на ринок.

Отже можна зробити висновок про доцільність проведення науково-дослідної роботи за темою «Розробка методу та програмного забезпечення для підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти».

ВИСНОВКИ

В роботі проведено аналіз критеріїв підвищення якості персоналізованого навчання учнів, де було проведення порівняльна характеристика критеріїв. При цьому, були розглянуті такі критерії підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти як індивідуалізація навчального процесу, ефективність використання інноваційних методів навчання, інтерактивність навчального процесу, результативність тестування та перевірочних завдань.

В основу критеріїв підвищення якості академічних результатів та прогресу учнів було покладено прогрес учнів, який оцінюється за такими показниками як рівень досягнення освітніх цілей, що визначається успішністю учнів на контрольних точках (тести, іспити), динаміка покращення результатів учнів та мають різні початкові рівні знань, відсоток учнів, які досягають або перевищують стандарти успішності, що встановлені закладом. В якості критеріїв підвищення якості академічних результатів та прогресу учнів були розглянуті академічні результати та прогрес учнів, задоволеність учнів та батьків, мотивація учнів до навчання, гнучкість і адаптивність навчального процесу, підтримка емоційного та соціального розвитку учнів.

Запропонована модель підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти полягала в співвідношень, що описують процес підвищення якості персоналізованого навчання у приватних закладах освіти, де необхідно враховувати такі ключові аспекти, як інноваційні методи навчання, інтерактивність у навчанні, адаптивні навчальні платформи, та тестування та перевірочні завдання. Тому, основною метою досліджень полягала у моделюванні процесу підвищення якості навчання на основі цих компонентів, використовуючи відповідні параметри та функції для опису взаємодій між ними.

Для цього, удосконалення математичної моделі відбувалось шляхом інтеграції інноваційних методів, таких як STEAM-підхід, адаптивне тестування та інтерактивні технології, дозволило підвищити загальну ефективність навчання

на 23%. Це підтверджувалось розрахунками та демонструвало значний вплив на якість навчального процесу.

Для запропонованого методу підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти використовувались інноваційні методи навчання, які були спрямовані на розвиток критичного мислення, творчих здібностей та практичних навичок у школярів. У приватних закладах освіти важливо було створити персоналізоване середовище, яке дозволяло враховувати індивідуальні особливості учнів та спрямовувати їхній розвиток у відповідності до їхніх здібностей та інтересів. У запропонованому методу розглядались такі ключові аспекти як інноваційні методи навчання, інтерактивність у навчанні, адаптивні навчальні платформи, тестування та перевірочні завдання. В загальному випадку, завдяки інтеграції інноваційних методів навчання, зокрема STEAM-підходу, адаптивного тестування та інтерактивних технологій, ефективність загальної якості навчання зросла на 18,4%, що підтверджувалось розрахунками. Це демонструвало ефективність запропонованого методу оцінювання та управління якістю персоналізованого навчання у приватних закладах освіти.

Також була виконана розробка програмних модулів, що реалізують персоналізоване навчання учнів у приватних закладах освіти. Основна увага приділялась розробці програмного засобу для моніторингу персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти на основі таких критеріїв, як індивідуалізація навчального процесу, ефективність використання інноваційних методів навчання, інтерактивність навчального процесу та результативність тестування, повинна враховувати як освітні цілі, так і технічні особливості для реалізації відповідних модулів. Такий засіб був забезпечувався комплексним моніторингом навчального процесу, де проводився аналіз прогресу кожного учня та підтримку в прийнятті рішень для підвищення якості освіти.

Розробка такого програмного засобу для моніторингу персоналізованого навчання включала модулі, що забезпечували адаптацію навчальних процесів під індивідуальні потреби учнів, оцінюють ефективність інноваційних методів,

інтерактивність навчання та результативність тестування. Для цього, кожен модуль мав інтегровану аналітичну та автоматизовану систему збору та обробки даних. Це дозволило викладачам отримувати чіткі звіти про прогрес і якість навчання, а також своєчасно коригувати освітній процес для досягнення максимальних результатів.

Для розробки програмного засобу з моніторингу персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти на основі критеріїв були впроваджена підтримка академічних результатів та прогресу учнів, задоволеності учнів та батьків, мотивації, гнучкості навчального процесу. Також проводилась підтримка емоційного та соціального розвитку учнів, де враховувались кілька ключових аспектів. Разом з тим, розробляли окремі модулі для кожного з цих критеріїв. В даному підрозділі було проведено опис тільки модуля академічних результатів та прогресу учнів. До основних задач модуля академічних результатів та прогресу учнів полягали у тому, щоб відстежувати, аналізувати та візуалізувати успішність кожного учня, допомагаючи вчителям, учням та батькам оцінювати ефективність навчального процесу і вчасно виявляти проблеми або досягнення.

Важливим в роботі було виконано тестування програмних модулів, що реалізують персоналізоване навчання учнів у приватних закладах освіти. Для цього було проведено опис тестування модуля індивідуалізації навчального процесу. При цьому показано тестування вхідних і вихідних даних, а також алгоритмів обробки даних у модулі індивідуалізації навчального процесу є важливим етапом для забезпечення коректної роботи системи та досягнення основної мети — персоналізації навчання.

З метою тестування модуля індивідуалізації навчального процесу з було застосовано модульне та інтеграційне тестування, а також автоматизовані інструменти для перевірки вхідних і вихідних даних та алгоритмів обробки. Використання тестових фреймворків, таких як unittest або pytest в Python, дозволило виконувати ці тести досить ефективно. В даній роботі виконувався також покроковий підхід до тестування кожного з компонентів: вхідні дані,

вихідні дані та алгоритми обробки. Для цього використовувалась бібліотека `pytest`, що дозволяла ефективно виконувати тести та перевіряти очікувані результати. Таким чином, завдяки тестам, що описані вище та наведені у додатку В, перевірялась коректність роботи модуля індивідуалізації навчального процесу: від валідації вхідних даних до генерації персоналізованих рекомендацій і тестування алгоритмів обробки. Це дозволяло підтримувати високу якість програмного коду і забезпечити стабільну роботу системи під час роботи з реальними даними.

Список використаної літератури

1. Dudchenko Bohdan, Khoshaba Oleksandr. Development of a method and software for improving the quality of personalized education of students in private educational institutions /Матеріали IV конференції Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів. "Комп'ютерні ігри і мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації - 2024". Одеса, 26-27 вересня 2024 р. - Одеса, Видавництво ОНТУ, 2024 р. - с.177-180.
2. Цифрова трансформація відкритих освітніх середовищ: колективна монографія / [колектив авторів]; за ред. В.Ю. Бикова, О.П. Пінчук. К.: ФОП Ямчинський О.В., 2019. 186 с.
3. Інноваційні технології навчання в умовах модернізації сучасної освіти : монографія / [колектив авторів]; за наук. ред. д. пед. н., проф. Л. З. Ребухи. Тернопіль : ЗУНУ, 2022. 143 с.
4. Вакалюк Т.А. Окремі компоненти методики використання хмаро та web орієнтованих засобів навчання у підготовці бакалаврів інформатики. Науковий часопис національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. 2019. Випуск 68. С. 37-43.
5. Bray B., McClaskey K. Make Learning Personal: The What, Who, Wow, Where and Why. UK: Sage Publications Ltd, 2014. 288 p.
6. Buckley D., Wilson L. The Personalization by Pieces Frame work: A Framework for the Incremental Transformation of Pedagogy Towards Greater Learner Empowerment in Schools. Cambridge: CEA Publishing, 2021. 80 p.
7. Якубов С. Персоналізоване навчання в загальноосвітній школі. Основні визначення та шлях до впровадження. Директор школи. 2022. Верес. №9 (117). С. 59-72.
8. Биков В.Ю., Спірін О.М., Пінчук О.П. Проблеми та завдання сучасного етапу інформатизації освіти. [Електронний ресурс] URL: <https://lib.iitta.gov.ua/709026> (дата звернення: 10.09.2024).

9. Литвинова С. Г. Методика використання технологій віртуального класу вчителем в організації індивідуального навчання учнів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.10 “Інформаційно-комунікаційні технології в освіті”. К., 2021. 22 с.

10. Морзе Н.В. Як навчати вчителів, щоб комп’ютерні технології перестали бути дивом у навчанні? Комп’ютер у школі та сім’ї. 2020. №6 (86). С.10-14.

11. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої освіти /Міністерство освіти і науки України. 2021. С. 11-12. [Електронний ресурс] URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/md/reforms/ukrainska-shkola-compressed.pdf> (дата звернення 10.10.2024).

12. Основи стандартизації інформаційно-комунікаційних компетентностей в системі освіти України : метод. Рекомендації / [В. Ю. Биков та ін.]; за заг. ред. В. Ю. Бикова, О. М.Спіріна, О. В. Овчарук. К. : Атіка, 2020. 88 с.

13. STEAM Education - An Effective Approach to Achieving Sustainability in Higher Education: STEAM Education [Електронний ресурс] URL: https://www.researchgate.net/publication/378671534_STEAM_Education_-_An_Effective_Approach_to_Achieving_Sustainability_in_Higher_Education_STEAM_Education (дата звернення: 11.11.2024).

14. Innovative teaching technologies in higher education: efficiency and student motivation. [Електронний ресурс] URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/2331186X.2024.2425205#d1e181>. (дата звернення: 10.11.2024)

15. Efficiency in education. A review of literature and a way forward. [Електронний ресурс] URL: https://www.researchgate.net/publication/287390827_Efficiency_in_education_A_review_of_literature_and_a_way_forward

16. Taherkordi A., Zahid F., Verginadis Y., Horn G. Future Cloud Systems Design: Challenges and Research Directions. IEEE Access. 2023. Vol. 6. P. 120-145.

17. Varghese B., Buyya R. Next Generation Cloud Computing: New Trends and Research Directions. Future Generation Computer Systems. 2023/ Volume 79, Part 3. P. 849-861. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.future.2023.09.020>.

18. Биков В. Ю., Гуржій А. М., Шишкіна М. П. Концептуальні засади формування і розвитку хмаро орієнтованого навчально-наукового середовища закладу вищої педагогічної освіти. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. 2018. № 50. С. 20-25.

19. Мар'єнко М. В. Концептуальні засади і принципи використання хмаро орієнтованих систем у педагогічних системах навчання. Психолого-педагогічні аспекти навчання дорослих у системі неперервної освіти : зб. матер. V міжнар. наук.-практ. інтернет-конф (27 листопада 2019 р.). Біла Церква : БІНПО ДЗВО УМО, 2019. С. 112-117.

20. Попель М. В. Хмарний сервіс SageMathCloud як засіб формування професійних компетентностей вчителя математики: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.10 / Ін-т інформац. технолог. і засобів навч. НАПН України. Київ, 2022. 311 с.

21. Шишкіна М. П., Попель М. В. Формування хмаро орієнтованого середовища навчання математичних дисциплін на базі SageMathCloud. Інформаційні технології в освіті. 2023. № 1 (26). С. 148-165.

22. Шишкіна М. П., Шокалюк С. В., Попель М. В. Використання сервісів SageMathCloud для організації і підтримування спільної роботи студентів. Вісник Черкаського універ. Серія. Педагогічні науки. 2021. № 7. С. 90-100.

23. Колос К. Р. Теоретико-методичні засади проектування і використання комп'ютерно орієнтованого навчального середовища закладу післядипломної педагогічної освіти: дис. ... канд. наук: 13.00.10 / Ін-т інформац. технолог. і засобів навч. НАПН України. Київ, 2022. 453 с.

24. Коротун О. В. Використання хмаро орієнтованого середовища у навчанні баз даних майбутніх учителів інформатики: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.10 / Ін-т інформац. технолог. і засобів навч. НАПН України. Київ, 2021. 20 с.

25. Мар'єнко М. В. Аналіз і оцінка шляхів подальшого розвитку хмаро орієнтованих систем. Зб. мат. конф. ІТЗН НАПН України. VII Всеукраїнська

науково-практична конференція молодих учених «Наукова молодь-2019». Київ, 2019. С. 95-98.

26. Попель М. В. Організація навчання математичних дисциплін у SageMathCloud: навчальний посібник, 2-ге видання, виправлене. Кривий Ріг: Вид. відділ ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2022. 111 с.

27. Носенко Ю. Г., Шишкіна М. П. Технології підтримки персоніфікованого

навчального середовища. Нова педагогічна думка : наук.-метод. журн. 2022. № 3 (95). С. 45–50.

28. Maamar Z. An approach to engineer communities of webservices: Concepts, architecture, operation, and deployment. International Journal of E-Business Research (IJEBR) – 2019. 5(4). P. 1–21.

29. Вакалюк Т. А. Зарубіжний досвід розвитку хмаро орієнтованого навчального середовища вищого навчального закладу. Наукові записки. Вип. 11. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 2. 2021. С. 16-23.

30. Вакалюк Т. А. Підходи до створення різних видів навчального середовища у закладах зарубіжжя. Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology. 2021. II(16), Issue: 33. P. 38-41.

30. Методичні вказівки до виконання економічної частини магістерських кваліфікаційних робіт / Уклад. : В. О. Козловський, О. Й. Лесько, В. В. Кавецький. Вінниця : ВНТУ, 2021. 42 с.

31. Кавецький В. В. Економічне обґрунтування інноваційних рішень: практикум / В. В. Кавецький, В. О. Козловський, І. В. Причепа. Вінниця : ВНТУ, 2016. 113 с.

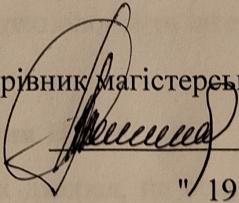
ДОДАТКИ

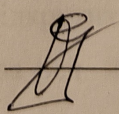
Додаток А. Технічне завдання

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії

ЗАТВЕРДЖУЮ
д.т.н., проф. О. Н. Романюк
" 19 " вересня 2024 р.

Технічне завдання
на магістерську кваліфікаційну роботу «Розробка методу та програмного
забезпечення для підвищення якості персоналізованого навчання учнів у
приватних закладах освіти» за спеціальністю
121 – Інженерія програмного забезпечення

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи:

к.т.н., доцент О.М. Рейда
" 19 " вересня 2024 р.

Виконав:

студент гр. 2ПІ-23м Б.І. Дудченко
" 19 " вересня 2024 р.

Вінниця – 2024 року

1. Найменування та галузь застосування

Магістерська кваліфікаційна робота: «Розробка методу та програмного забезпечення для підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти».

Галузь застосування – програмне забезпечення для підвищення якості персоналізованого навчання учнів.

2. Підстава для розробки.

Підставою для виконання магістерської кваліфікаційної роботи (МКР) є індивідуальне завдання на МКР та наказ № 310 від 17 вересня 2024 року ректора по ВНТУ про закріплення тем МКР.

3. Мета та призначення розробки.

Метою роботи є підвищення якості персоналізованого навчання у приватних закладах освіти шляхом впровадження інноваційних методів, адаптивних технологій та інтерактивного тестування.

Призначення роботи – розробка методів і засобів підвищення якості персоналізованого навчання у приватних закладах освіти шляхом впровадження інноваційних методів, адаптивних технологій та інтерактивного тестування.

3 Вихідні дані для проведення НДР

Перелік основних літературних джерел, на основі яких буде виконуватись МКР.

1. Цифрова трансформація відкритих освітніх середовищ: колективна монографія / [колектив авторів]; за ред. В.Ю. Бикова, О.П. Пінчук. К.: ФОП Ямчинський О.В., 2019. 186 с.

2. Інноваційні технології навчання в умовах модернізації сучасної освіти : монографія / [колектив авторів]; за наук. ред. д. пед. н., проф. Л. З. Ребухи. Тернопіль : ЗУНУ, 2022. 143 с.

4. Технічні вимоги

Для використання методу підвищення якості персоналізованого навчання у приватних закладах освіти: початкова мотивація учнів не менше 70 балів ($M_{\text{мотивація}}$, в балах), рівень засвоєння матеріалу не менше 80% ($Z_{\text{засвоєння}}$, у відсотках), продуктивність навчального процесу не менше 75 балів ($P_{\text{продуктивність}}$, в балах), підвищення мотивації учнів завдяки впровадженню STEAM-підходу не менше 10% (ΔM , у відсотках), покращення рівня засвоєння матеріалу завдяки інтерактивним методам і адаптивним технологіям не менше 12% (ΔZ , у відсотках), збільшення продуктивності навчального процесу завдяки оптимізації не менше 8% (ΔP , у відсотках), загальна ефективність навчального процесу після впровадження моделі повинна зрости не менше ніж до 23% ($E_{\text{загальне}}$, у відсотках).

5. Конструктивні вимоги.

Конструкція пристрою повинна відповідати естетичним та ергономічним вимогам, повинна бути зручною в обслуговуванні та керуванні.

Графічна та текстова документація повинна відповідати діючим стандартам України.

6. Перелік технічної документації, що пред'являється по закінченню робіт:

- пояснювальна записка до МКР;
- технічне завдання;
- лістинги програми.

7. Вимоги до рівня уніфікації та стандартизації

При розробці програмних засобів слід дотримуватися уніфікації і ДСТУ.

8. Стадії та етапи розробки:

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної Роботи	Строк виконання етапів роботи
1	Аналіз критеріїв підвищення якості персоналізованого навчання учнів	20.09.2024-28.09.2024
2	Дослідження моделей та методів підвищення якості персоналізованого навчання учнів	29.03.2024-11.10.2024
3	Розробка модулів програмного засобу	12.10.2024-24.10.2024
4	Тестування модулів програмного засобу	24.10.2024-15.11.2024
5	Економічна частина	15.11.2024-30.11.2024

9. Порядок контролю та прийняття.

Виконання етапів магістерської кваліфікаційної роботи контролюється керівником згідно з графіком виконання роботи. Прийняття магістерської кваліфікаційної роботи здійснюється ДЕК, затвердженою зав. кафедрою згідно з графіком.

Додаток Б. Протокол перевірки навчальної роботи

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ НАВЧАЛЬНОЇ (КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ) РОБОТИ

Назва роботи: **“Розробка методу та програмного забезпечення для підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти”**

Тип роботи: кваліфікаційна робота

Підрозділ : кафедра програмного забезпечення, ФІТКІ, 2ПІ – 23м

Науковий керівник: к.т.н. доц. Рейда О. М.

Turnitin	
Оригінальність	96%
Схожість	4%

Аналіз звіту подібності

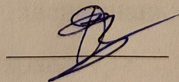
■ **Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.**

☐ Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її автора. Роботу направити на доопрацювання.

☐ Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Заявляю, що ознайомлений з повним звітом подібності, який був згенерований Системою щодо роботи “Розробка методу та програмного забезпечення для підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти”.

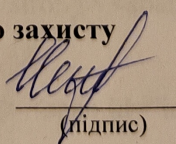
Автор



Дудченко Богдан Ігорович

Опис прийнятого рішення: **допустити до захисту**

Особа, відповідальна за перевірку



(підпис)

Черноволик Г.О.
(прізвище, ініціали)

Експерт (за потреби посада)

(підпис)

(прізвище, ініціали)

Додаток В. Лістинг програми

Модуль індивідуалізації навчального процесу

Файл index.html

```

<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
  <title>Індивідуалізація навчального процесу</title>
  <link rel="stylesheet" href="styles.css">
</head>
<body>
  <div class="container">
    <h1>Індивідуалізація навчального процесу</h1>

    <!-- Блок інформації про учня -->
    <div class="student-info">
      <h2>Інформація про учня</h2>
      <p><strong>Ім'я учня:</strong> <span id="studentName"></span></p>
      <p><strong>Рівень знань:</strong> <span
id="knowledgeLevel"></span></p>
      <p><strong>Темп навчання:</strong> <span
id="learningPace"></span></p>
      <p><strong>Інтереси:</strong> <span id="interests"></span></p>
    </div>

    <!-- Блок прогресу учня -->
    <div class="progress">
      <h2>Прогрес учня</h2>

```

```

        <p><strong>Останній результат тесту:</strong> <span
id="lastTestScore"></span></p>
        <p><strong>Час на виконання завдань:</strong> <span
id="taskTime"></span> хвилин</p>
        <p><strong>Кількість виконаних завдань:</strong> <span
id="completedTasks"></span></p>
    </div>

```

```

    <!-- Блок рекомендацій -->
    <div class="recommendations">
        <h2>Персоналізовані рекомендації</h2>
        <ul id="recommendationsList"></ul>
    </div>
</div>

```

```

    <script src="script.js"></script>
</body>
</html>

```

Файл styles.css

```
/* Загальні стилі */
```

```

body {
    font-family: Arial, sans-serif;
    background-color: #f4f4f4;
    margin: 0;
    padding: 20px;
}

```

```

h1 {
    text-align: center;
}

```

```
    color: #333;
}

.container {
    max-width: 800px;
    margin: 0 auto;
    background-color: #fff;
    padding: 20px;
    box-shadow: 0 0 10px rgba(0, 0, 0, 0.1);
    border-radius: 8px;
}

h2 {
    color: #555;
    margin-bottom: 10px;
}

p {
    font-size: 16px;
    color: #666;
}

/* Стилiзацiя блокiв */
.student-info, .progress, .recommendations {
    margin-bottom: 20px;
}

ul {
    list-style-type: none;
    padding: 0;
```



```
}
```

```
ul li {
  background-color: #e2f0d9;
  padding: 10px;
  margin-bottom: 10px;
  border-radius: 4px;
  font-size: 16px;
  color: #333;
}
```

Файл script.js

// Дані учня

```
const studentData = {
  name: "Олександр Іваненко",
  knowledgeLevel: "Середній",
  learningPace: "Швидкий",
  interests: "Математика, Програмування",
  lastTestScore: 85, // Останній результат тесту
  taskTime: 30, // Час на виконання завдань (в хвиликах)
  completedTasks: 5, // Кількість виконаних завдань
  recommendations: [
    "Продовжувати тренування з інтерактивних завдань.",
    "Підвищити рівень складності завдань з математики.",
    "Зосередитися на практичних завданнях з програмування."
  ]
};
```

// Функція для відображення даних

```

function displayStudentData() {
    // Відображення інформації про учня
    document.getElementById('studentName').innerText = studentData.name;
    document.getElementById('knowledgeLevel').innerText =
studentData.knowledgeLevel;
    document.getElementById('learningPace').innerText =
studentData.learningPace;
    document.getElementById('interests').innerText = studentData.interests;

    // Відображення прогресу учня
    document.getElementById('lastTestScore').innerText =
`${studentData.lastTestScore}%`;
    document.getElementById('taskTime').innerText = studentData.taskTime;
    document.getElementById('completedTasks').innerText =
studentData.completedTasks;

    // Відображення рекомендацій
    const recommendationsList =
document.getElementById('recommendationsList');
    studentData.recommendations.forEach(rec => {
        const listItem = document.createElement('li');
        listItem.innerText = rec;
        recommendationsList.appendChild(listItem);
    });
}

// Виклик функції для відображення даних
displayStudentData();

```

Python Backend (Flask API)

```

from flask import Flask, jsonify, request
from flask_cors import CORS

# Ініціалізація Flask додатку
app = Flask(__name__)
CORS(app)

# Імітаційна база даних учнів
students_data = {
    1: {
        'name': 'Олександр Іваненко',
        'knowledge_level': 'Середній',
        'learning_pace': 'Швидкий',
        'interests': ['Математика', 'Програмування'],
        'last_test_score': 85,
        'task_time': 30,
        'completed_tasks': 5,
        'recommendations': [
            "Продовжувати тренування з інтерактивних завдань.",
            "Підвищити рівень складності завдань з математики.",
            "Зосередитися на практичних завданнях з програмування."
        ]
    },
    2: {
        'name': 'Марія Петренко',
        'knowledge_level': 'Високий',
        'learning_pace': 'Середній',
        'interests': ['Фізика', 'Хімія'],
        'last_test_score': 92,
        'task_time': 40,
    }
}

```

```

'completed_tasks': 7,
'recommendations': [
    "Поглибити знання з хімії за допомогою практичних дослідів.",
    "Зосередитися на розв'язку фізичних задач з динаміки.",
    "Покращити навички роботи в команді через групові проекти."
]
}
}

```

```

# Маршрут для отримання даних про учнів
@app.route('/students/<int:student_id>', methods=['GET'])
def get_student_data(student_id):
    student = students_data.get(student_id)
    if student:
        return jsonify(student)
    else:
        return jsonify({"error": "Учень не знайдений"}), 404

# Маршрут для оновлення даних про прогрес учня
@app.route('/students/<int:student_id>', methods=['POST'])
def update_student_data(student_id):
    student = students_data.get(student_id)
    if not student:
        return jsonify({"error": "Учень не знайдений"}), 404

    data = request.get_json()
    if 'last_test_score' in data:
        student['last_test_score'] = data['last_test_score']
    if 'task_time' in data:
        student['task_time'] = data['task_time']

```

```

if 'completed_tasks' in data:
    student['completed_tasks'] = data['completed_tasks']

return jsonify({"message": "Дані учня оновлено", "student": student})

```

```

# Запуск сервера
if __name__ == '__main__':
    app.run(debug=True)

```

Тестування вхідних даних:

```

import pytest

# Імітаційні дані для тестування
valid_student_data = {
    "name": "Олександр Іваненко",
    "knowledge_level": "Середній",
    "learning_pace": "Швидкий",
    "interests": ["Математика", "Програмування"],
    "last_test_score": 85,
    "task_time": 30,
    "completed_tasks": 5
}

```

```

invalid_student_data_missing_field = {
    "name": "Олександр Іваненко",
    "learning_pace": "Швидкий",
    "interests": ["Математика", "Програмування"],
    "last_test_score": 85,
    "task_time": 30,
    # Відсутній рівень знань (обов'язкове поле)
}

```

```

invalid_student_data_wrong_type = {
    "name": "Олександр Іваненко",
    "knowledge_level": "Середній",
    "learning_pace": "Швидкий",
    "interests": ["Математика", "Програмування"],
    "last_test_score": "eighty-five", # Очікується число, але переданий рядок
    "task_time": 30,
    "completed_tasks": 5
}

# Функція перевірки вхідних даних (імітація валідації)
def validate_student_data(data):
    if "name" not in data or "knowledge_level" not in data:
        return False, "Обов'язкові поля відсутні"

    if not isinstance(data.get("last_test_score"), int):
        return False, "Оцінка тесту має бути числом"
    return True, "Дані валідні"

# Тести для вхідних даних
def test_valid_data():
    is_valid, message = validate_student_data(valid_student_data)
    assert is_valid == True
    assert message == "Дані валідні"

def test_missing_field_data():
    is_valid, message =
validate_student_data(invalid_student_data_missing_field)
    assert is_valid == False

```

```
assert message == "Обов'язкові поля відсутні"
```

```
def test_wrong_type_data():
    is_valid, message = validate_student_data(invalid_student_data_wrong_type)
    assert is_valid == False
    assert message == "Оцінка тесту має бути числом"
```

Тестування вихідних даних:

Імітаційні дані для обробки

```
processed_student_data = {
    "name": "Олександр Іваненко",
    "knowledge_level": "Середній",
    "learning_pace": "Швидкий",
    "interests": ["Математика", "Програмування"],
    "last_test_score": 85,
    "task_time": 30,
    "completed_tasks": 5,
    "recommendations": [
        "Продовжувати тренування з інтерактивних завдань.",
        "Підвищити рівень складності завдань з математики."
    ]
}
```

Функція для перевірки вихідних даних

```
def check_output_data(data):
    required_fields = ["name", "knowledge_level", "last_test_score",
"recommendations"]
    for field in required_fields:
        if field not in data:
            return False, f"Відсутнє поле {field}"
```

```
if not isinstance(data.get("last_test_score"), int):
```

```
    return False, "Оцінка має бути числом"
```

```
if not isinstance(data.get("recommendations"), list):
```

```
    return False, "Рекомендації мають бути списком"
```

```
return True, "Дані валідні"
```

```
# Тести для вихідних даних
```

```
def test_valid_output_data():
```

```
    is_valid, message = check_output_data(processed_student_data)
```

```
    assert is_valid == True
```

```
    assert message == "Дані валідні"
```

```
def test_missing_output_field():
```

```
    incomplete_data = processed_student_data.copy()
```

```
    incomplete_data.pop("recommendations") # Видалено рекомендації
```

```
    is_valid, message = check_output_data(incomplete_data)
```

```
    assert is_valid == False
```

```
    assert message == "Відсутнє поле recommendations"
```

```
Тестування алгоритмів обробки даних
```

```
# Алгоритм для обробки даних і генерації рекомендацій
```

```
def generate_recommendations(student_data):
```

```
    recommendations = []
```

```
    if student_data.get("last_test_score", 0) < 70:
```

```
        recommendations.append("Переглянути теми, з якими виникли  
труднощі.")
```

```
    elif student_data.get("last_test_score", 0) > 90:
```



```
recommendations.append("Продовжувати на поточному рівні,  
переходити до складніших тем.")
```

```
if "Математика" in student_data.get("interests", []):  
    recommendations.append("Зосередитися на складних задачах з  
математики.")  
    return recommendations
```

```
# Тести для алгоритму  
def test_recommendations_for_low_score():  
    student_data = valid_student_data.copy()  
    student_data['last_test_score'] = 60  
    recommendations = generate_recommendations(student_data)  
    assert "Переглянути теми, з якими виникли труднощі." in  
recommendations
```

```
def test_recommendations_for_high_score():  
    student_data = valid_student_data.copy()  
    student_data['last_test_score'] = 95  
    recommendations = generate_recommendations(student_data)  
    assert "Продовжувати на поточному рівні, переходити до складніших  
тем." in recommendations
```

```
def test_recommendations_with_interest_in_math():  
    recommendations = generate_recommendations(valid_student_data)  
    assert "Зосередитися на складних задачах з математики." in  
recommendations
```

Модуль академічних результатів та прогресу учнів

Файл index.html

```

<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
  <title>Академічні результати та прогрес</title>
  <link rel="stylesheet" href="styles.css">
</head>
<body>
  <div class="container">
    <h1>Академічні результати та прогрес учнів</h1>

    <!-- Блок інформації про учня -->
    <div class="student-info">
      <h2>Інформація про учня</h2>
      <p><strong>Ім'я:</strong> <span id="studentName"></span></p>
      <p><strong>Середній бал:</strong> <span
id="averageGrade"></span></p>
      <p><strong>Останній результат тесту:</strong> <span
id="lastTestScore"></span></p>
      <p><strong>Час на виконання завдань:</strong> <span
id="taskTime"></span> годин</p>
      <p><strong>Кількість виконаних завдань:</strong> <span
id="completedTasks"></span></p>
    </div>

    <!-- Блок прогресу -->
    <div class="progress">
      <h2>Графік прогресу учня</h2>
      <canvas id="progressChart"></canvas>

```

```

</div>

<!-- Блок рекомендацій -->
<div class="recommendations">
    <h2>Персоналізовані рекомендації</h2>
    <ul id="recommendationsList"></ul>
</div>
</div>

<script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/chart.js"></script>
<script src="script.js"></script>
</body>
</html>

```

Файл styles.css

```
/* Загальні стилі */
```

```

body {
    font-family: Arial, sans-serif;
    background-color: #f4f4f4;
    margin: 0;
    padding: 20px;
}

```

```

h1 {
    text-align: center;
    color: #333;
}

```

```

.container {
    max-width: 900px;
}

```

```
margin: 0 auto;  
background-color: #fff;  
padding: 20px;  
box-shadow: 0 0 10px rgba(0, 0, 0, 0.1);  
border-radius: 8px;  
}
```

```
h2 {  
  color: #555;  
  margin-bottom: 10px;  
}
```

```
p {  
  font-size: 16px;  
  color: #666;  
}
```

```
.student-info, .progress, .recommendations {  
  margin-bottom: 20px;  
}
```

```
ul {  
  list-style-type: none;  
  padding: 0;  
}
```

```
ul li {  
  background-color: #e2f0d9;  
  padding: 10px;  
  margin-bottom: 10px;
```

```
border-radius: 4px;
font-size: 16px;
color: #333;
}
```

Файл script.js

```
// Вхідні дані про учня
const studentData = {
  name: "Олександр Іваненко",
  averageGrade: 85,
  lastTestScore: 90,
  taskTime: 8, // у годинах
  completedTasks: 12,
  progress: [75, 80, 85, 90, 95], // Історія оцінок (наприклад, за 5 останніх
місяців)
  recommendations: [
    "Продовжити роботу над математикою.",
    "Покращити знання з програмування через практичні завдання.",
    "Зосередитися на складних задачах з фізики."
  ]
};

// Функція для відображення даних учня
function displayStudentData() {
  document.getElementById('studentName').innerText = studentData.name;
  document.getElementById('averageGrade').innerText =
`${studentData.averageGrade}%`;
  document.getElementById('lastTestScore').innerText =
`${studentData.lastTestScore}%`;
  document.getElementById('taskTime').innerText = studentData.taskTime;
```

```
document.getElementById('completedTasks').innerText =
studentData.completedTasks;
```

```
// Відображення рекомендацій
const recommendationsList =
document.getElementById('recommendationsList');
studentData.recommendations.forEach(rec => {
  const listItem = document.createElement('li');
  listItem.innerText = rec;
  recommendationsList.appendChild(listItem);
});
```

```
// Відображення графіку прогресу
const ctx = document.getElementById('progressChart').getContext('2d');
const progressChart = new Chart(ctx, {
  type: 'line',
  data: {
    labels: ['Місяць 1', 'Місяць 2', 'Місяць 3', 'Місяць 4', 'Місяць 5'], //
Місяці, за які відображається прогрес
    datasets: [{
      label: 'Прогрес оцінок',
      data: studentData.progress,
      fill: false,
      borderColor: 'rgba(75, 192, 192, 1)',
      tension: 0.1
    }]
  },
  options: {
    scales: {
      y: {
```

```

        beginAtZero: true,
        max: 100
    }
}
});
}

```

```

// Виклик функції для відображення даних
displayStudentData();

```

Backend код (Python)

```

from flask import Flask, jsonify, request
from flask_cors import CORS

```

```

# Ініціалізація Flask додатку
app = Flask(__name__)
CORS(app)

```

```

# Імітаційна база даних учнів
students_data = {
    1: {
        'name': 'Олександр Іваненко',
        'averageGrade': 85,
        'lastTestScore': 90,
        'taskTime': 8,
        'completedTasks': 12,
        'progress': [75, 80, 85, 90, 95],
        'recommendations': [
            "Продовжити роботу над математикою.",

```

```

        "Покращити знання з програмування через практичні завдання.",
        "Зосередитися на складних задачах з фізики."
    ]
},
2: {
    'name': 'Марія Петренко',
    'averageGrade': 92,
    'lastTestScore': 95,
    'taskTime': 10,
    'completedTasks': 15,
    'progress': [85, 87, 89, 90, 92],
    'recommendations': [
        "Продовжити працювати над проектами з програмування.",
        "Зосередитися на наукових дослідженнях.",
        "Покращити навички роботи в команді."
    ]
}
}

```

Маршрут для отримання даних про учня за його ID

```
@app.route('/students/<int:student_id>', methods=['GET'])
```

```
def get_student_data(student_id):
```

```
    student = students_data.get(student_id)
```

```
    if student:
```

```
        return jsonify(student)
```

```
    else:
```

```
        return jsonify({"error": "Учень не знайдений"}), 404
```

Маршрут для оновлення даних про прогрес учня

```
@app.route('/students/<int:student_id>', methods=['POST'])
```



```

def update_student_data(student_id):
    student = students_data.get(student_id)
    if not student:
        return jsonify({"error": "Учень не знайдений"}), 404

    data = request.get_json()
    if 'averageGrade' in data:
        student['averageGrade'] = data['averageGrade']
    if 'lastTestScore' in data:
        student['lastTestScore'] = data['lastTestScore']
    if 'taskTime' in data:
        student['taskTime'] = data['taskTime']
    if 'completedTasks' in data:
        student['completedTasks'] = data['completedTasks']
    if 'progress' in data:
        student['progress'].append(data['progress'])

    return jsonify({"message": "Дані учня оновлено", "student": student})

# Запуск сервера
if __name__ == '__main__':
    app.run(debug=True)

```

Додаток Г. Ілюстративний матеріал

**ІЛЮСТРАТИВНИЙ МАТЕРІАЛ ДО ЗАХИСТУ МАГІСТЕРСЬКОЇ
КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

Розробка методу та програмного забезпечення для підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти

Виконав: студент групи 2ПІ-23м Дудченко Б.І.

Керівник: к.т.н., доц. каф. ПЗ Рейда О.М.

Додаток Г.1 – Титульний слайд

Мета, об'єкт та предмет дослідження

- **Метою роботи** є підвищення якості персоналізованого навчання у приватних закладах освіти шляхом впровадження інноваційних методів, адаптивних технологій та інтерактивного тестування.
- **Об'єктом дослідження** є процеси організації персоналізованого навчання у приватних закладах освіти.
- **Предметом дослідження** є методи та програмні засоби підвищення якості персоналізованого навчання в приватних закладах освіти через інтеграцію інноваційних технологій, адаптивних систем і тестування.

Додаток Г.2 – Мета, об'єкт та предмет дослідження

Задачі дослідження

1. Обґрунтувати підхід до аналізу основних методів персоналізованого навчання у приватних закладах освіти;
2. Провести порівняльний аналіз інноваційних освітніх технологій, таких як STEAM-підхід, інтерактивність та адаптивні системи;
3. Розробити математичну модель підвищення якості персоналізованого навчання, яка враховує особливості приватних закладів освіти;
4. Визначити проблеми впровадження адаптивних технологій та інноваційних методів у навчальний процес приватних закладів освіти;
5. Розробити алгоритми адаптивного тестування та персоналізованого моніторингу прогресу учнів;
6. Запропонувати програмне забезпечення для підвищення якості навчального процесу;
7. Визначити функціональні вимоги до основних програмних модулів;
8. Реалізувати та впровадити програмні модулі адаптивного тестування та моніторингу прогресу учнів;
9. Виконати тестування основних програмних модулів для оцінки ефективності розроблених рішень.

Додаток Г.3 – Задачі дослідження

Актуальність розробки

- У сучасному освітньому середовищі України приватні навчальні заклади все частіше впроваджують індивідуальні моделі навчання, щоб задовольнити різноманітні навчальні потреби своїх учнів. Особливо це стосується персоналізованої освіти, де досвід навчання, зміст і темп навчання повинні бути адаптовані до кожного учня. Це забезпечує більш орієнтований на учня та гнучкий підхід до навчання.
- Важливість такого підходу була підкріплена глобальними тенденціями в освіті, де навчальні заклади зосереджуються на покращенні рівня залученості, ефективності та утримання уваги знань учнів. Однак, незважаючи на очевидні переваги цього персоналізованого підходу, залишається прогалина в розробці ефективних методів та інструментів для підтримки персоналізованої освіти, особливо в приватних закладах, де наголос на індивідуальному навчанні є критичним.
- Актуальність дослідження полягає у визначенні потенціалу покращення взаємодії студентів, академічної успішності та довгострокового збереження знань. Оскільки попит на високоякісну освіту в приватних закладах продовжує зростати, то такі дослідження можуть являти великий інтерес для освітньої практики та політики навчання в навчальних закладах.

Додаток Г.4 – Актуальність розробки

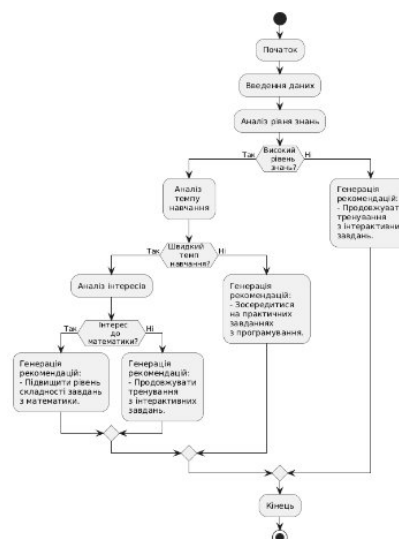
Порівняльна характеристика критеріїв підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти

Критерій	Опис	Характеристика
Індивідуалізація навчального процесу	Адаптація навчальних матеріалів та методів викладання до потреб учнів	Використання адаптивних платформ, індивідуальні консультації, підтримка різних стилів навчання
Ефективність інноваційних методів навчання	Інтеграція STEAM, проектної діяльності та технологій	Використання технологій, проектна діяльність, інтеграція міждисциплінарних підходів
Інтерактивність навчального процесу	Активна взаємодія учнів з матеріалом, викладачами та однолітками	Дискусії, групові роботи, використання інтерактивних технологій, швидкий зворотний зв'язок
Результативність тестування	Регулярність і якість тестування та перевірочних завдань	Регулярне тестування, відповідність складності завдань, оперативний зворотний зв'язок, використання тестів для навчання

Додаток Г.5 – Порівняльна характеристика критеріїв підвищення якості персоналізованого навчання учнів у приватних закладах освіти

Модуль індивідуалізації навчального процесу

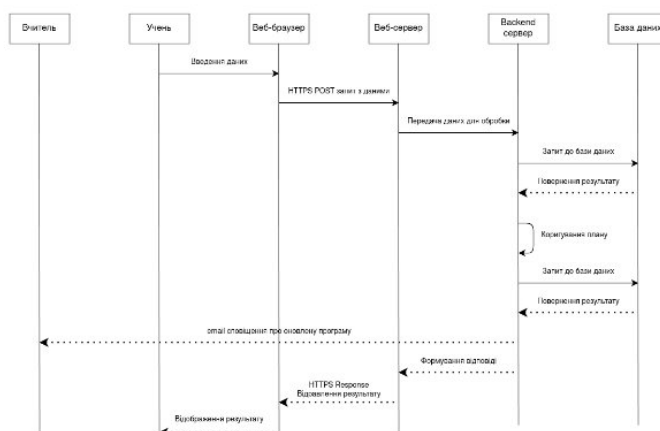
Основні задачі модуля індивідуалізації навчального процесу полягають у забезпеченні персоналізованого підходу до навчання для кожного учня на основі аналізу його здібностей, успішності та інтересів, адаптації навчальних матеріалів та завдань у реальному часі відповідно до результатів учнів і їхнього прогресу, моніторингу успішності та коригування навчального плану відповідно до потреб учнів



Додаток Г.6 – Модуль індивідуалізації навчального процесу

Діаграма послідовності взаємодії учня із застосунком

1. Ініціалізація запиту користувачем.
2. Передача запиту на веб-сервер.
3. Передача даних на backend сервер.
4. Запит до бази даних.
5. Обробка даних і внесення змін до програми учня.
6. Повторний запит до бази даних для запису оброблених змін.
7. Формування відповіді.
8. Передача відповіді на веб-сервер.
9. Відображення результату учню.



Додаток Г.7 – Діаграма послідовності взаємодії учня із застосунком

Тестування системи – Індивідуалізація навчального процесу

Індивідуалізація навчального процесу

Інформація про учня

Ім'я учня: Олександр Іваненко

Рівень знань: Середній

Темп навчання: Швидкий

Інтереси: Математика, Програмування

Прогрес учня

Останній результат тесту: 85%

Час на виконання завдань: 30 хвилин

Кількість виконаних завдань: 5

Персоналізовані рекомендації

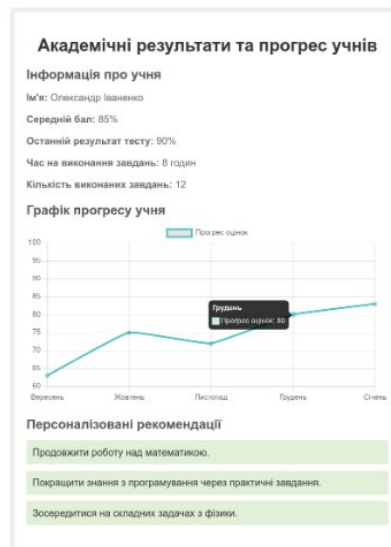
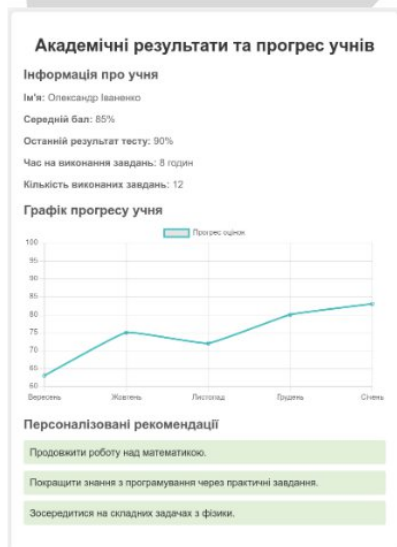
Продовжувати тренування з інтерактивних завдань.

Підвищити рівень складності завдань з математики.

Зосередитися на практичних завданнях з програмування.

Додаток Г.8 – Тестування системи – Індивідуалізація навчального процесу

Тестування системи – Академічні результати та прогрес учнів



Додаток Г.9 – Тестування системи – Академічні результати та прогрес учнів

Наукова новизна одержаних результатів

1. Вперше запропоновано метод оцінювання якості персоналізованого навчання у приватних закладах освіти, який враховує інтеграцію інноваційних методів навчання (зокрема STEAM-підходу), адаптивних технологій, інтерактивності та ефективності тестування, що дозволяє індивідуально адаптувати навчальні процеси до потреб учнів і, як наслідок, дає можливість підвищити загальну якість навчання до 18%.
2. Удосконалено математичну модель підвищення якості навчального процесу, яка забезпечує інтеграцію різних аспектів сучасного навчання, таких як індивідуальний підхід до учнів та ефективне використання регулярних тестувань, який на відміну від існуючих має такі особливості в роботі як гнучкість і здатність налаштовуватись під специфічні вимоги приватних закладів освіти, що дозволяє підвищити ефективність навчання до 23%.
3. Подальшого розвитку отримав метод інтеграції тестувань у навчальний процес, що, на відміну від існуючих, включає адаптивне налаштування перевірочних завдань та інтерактивних елементів для кожного учня, що дозволяє не лише підвищити рівень засвоєння знань, але й забезпечити краще підготування до академічних викликів та збільшити продуктивність навчального процесу.

Додаток Г.10 – Наукова новизна одержаних результатів

Практична цінність отриманих результатів

- Практична цінність одержаних результатів полягає в тому, що на основі теоретичних положень, розроблених у магістерській кваліфікаційній роботі, запропоновано алгоритми та створено програмне забезпечення для підвищення якості персоналізованого навчання у приватних закладах освіти.
- Запропоновані алгоритми дозволяють здійснювати адаптивне налаштування навчальних процесів відповідно до індивідуальних потреб учнів, інтегруючи інноваційні методи навчання, такі як STEAM-підхід, інтерактивність, регулярне тестування та адаптивні технології. Створене програмне забезпечення забезпечує інтеграцію різних аспектів сучасного освітнього процесу та може бути впроваджене у приватних закладах освіти для покращення навчальних результатів, підвищення мотивації учнів та їхньої академічної успішності.

Додаток Г.11 – Практична цінність отриманих результатів

Висновки

Отже,

- обґрунтовано підхід до аналізу основних методів персоналізованого навчання у приватних закладах освіти;
- проведено порівняльний аналіз інноваційних освітніх технологій, таких як STEAM-підхід, інтерактивність та адаптивні системи;
- розроблено математичну модель підвищення якості персоналізованого навчання, яка враховує особливості приватних закладів освіти;
- визначено проблеми впровадження адаптивних технологій та інноваційних методів у навчальний процес приватних закладів освіти;
- розроблено алгоритми адаптивного тестування та персоналізованого моніторингу прогресу учнів;
- запропоновано програмне забезпечення для підвищення якості навчального процесу;
- визначено функціональні вимоги до основних програмних модулів;
- реалізовано та впроваджено програмні модулі адаптивного тестування та моніторингу прогресу учнів;
- виконано тестування основних програмних модулів для оцінки ефективності розроблених рішень.

Додаток Г.12 – Висновки

Апробація матеріалів

Основні положення магістерської кваліфікаційної роботи доповідалися та обговорювалися на Всеукраїнській науково-технічній конференції молодих вчених, аспірантів та студентів "Комп'ютерні ігри і мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації - 2024", (Одеса, 2024).

Основні результати досліджень опубліковано в науковій праці у матеріалах цієї конференції.

Додаток Г.13 – Апробація матеріалів