

Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка

Фізико-математичний факультет

Кафедра математики, фізики та методик їх навчання

Пархоменко Олександр Володимирович

НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ В КОНТЕКСТІ SMART ОСВІТИ

Спеціальність: 014 Середня освіта (Математика)

Галузь знань: 01 Освіта/Педагогіка

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра

Науковий керівник:

Друшляк Марина Григорівна,
доктор педагогічних наук,
професор, доцент кафедри
математики, фізики та метод їх
навчання

« ____ » _____ 2024 року

Виконавець:

Пархоменко Олександр
студент 461 групи

« ____ » _____ 2024 року

Суми 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ SMART ОСВІТИ	8
1.1. Поняття та принципи SMART освіти.....	8
1.2. Сучасні технології SMART-освіти в навчанні математики.....	12
1.3. Переваги та виклики впровадження принципів SMART-освіти в навчальний процес.....	16
1.4. Можливості адаптивного навчання в контексті SMART-освіти.....	18
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1	25
РОЗДІЛ 2. ЗАСОБИ SMART ОСВІТИ В НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ	27
2.1. Використання інтерактивних платформ в навчанні математики.....	27
2.2. Використання математичних симуляторів та віртуальних лабораторій як засобів SMART-освіти.....	31
2.3. Впровадження штучного інтелекту в освітній процес в контексті навчання математики.....	41
2.4. Персоналізовані освітні траєкторії для учнів з різними рівнями знань.....	51
2.5. Використання мобільних додатків та онлайн-курсів в навчанні математики.....	60
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2	73
РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ SMART ТЕХНОЛОГІЙ В НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ	74
3.1. Аналіз використання SMART технологій у навчальному процесі (на прикладі конкретного закладу освіти).....	74
3.2. Оцінка ефективності навчання математики за допомогою SMART технологій.....	81

3.3. Порівняльний аналіз традиційного та SMART підходів в навчанні математики.....	89
3.4. Виклики та перспективи впровадження SMART освіти в шкільній практиці.....	93
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3.....	96
ВИСНОВКИ.....	97
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	99

fizmat@sspi.edu.ua
суворо дотримуйтесь
правил академічної
добросовісності

ВСТУП

Актуальність. Сучасний світ, що характеризується стрімким розвитком технологій, зокрема цифрових, потребує якісних змін в освітньому процесі. Сучасна освіта повинна відповідати запитам суспільства, сприяти розвитку критичного мислення, креативності, навичок роботи з великими обсягами інформації та підвищувати мотивацію до навчання. Освітня галузь потребує спрямування на інтеграцію інноваційних технологій, персоналізований підхід до навчання та ефективну організацію освітнього процесу.

Особливо важливою є потреба в модернізації підходів в навчанні математики, оскільки ця дисципліна є базовою для розвитку логічного мислення та розв'язування прикладних задач, необхідних у різних сферах діяльності. Традиційні методи навчання не завжди дозволяють врахувати індивідуальні потреби учнів і забезпечити належний рівень їх залучення до навчального процесу.

Усім цим викликам відповідає SMART освіта, яка базується на принципах інтерактивності, адаптивності, мобільності, персоналізації. Але попри очевидні переваги впровадження SMART освіти, цей підхід залишається недостатньо дослідженим як в українському, так і в міжнародному освітньому просторі. Зокрема, мало уваги приділено методикам навчання математики в умовах SMART освіти, розробці математичних симуляторів, інтеграції штучного інтелекту та оцінці ефективності цих інновацій у реальних навчальних умовах.

Таким чином, дослідження питань навчання математики в контексті SMART освіти є своєчасним і важливим для забезпечення якісних змін у освітній системі. Це дозволить розробити нові підходи до навчання, які відповідатимуть сучасним викликам і сприятимуть формуванню освітнього середовища, орієнтованого на потреби учнів майбутнього. Актуальність теми та її недостатня прикладна розробленість зумовили вибір теми кваліфікаційної роботи **«Навчання математики в контексті SMART освіти»**.

Мета дослідження полягала у вивченні особливостей застосування SMART технологій у навчанні математики.

Для досягнення мети було поставлено такі *завдання дослідження*:

1. Проаналізувати й узагальнити науково-теоретичні дослідження про методичні особливості навчання математики в контексті SMART освіти.
2. Визначити сучасні технології та платформи, що використовуються в рамках SMART освіти для навчання математики.
3. Розробити рекомендації щодо використання SMART технологій для підвищення ефективності навчання математики.
4. Оцінити переваги і недоліки використання цих технологій у викладанні.

Об'єктом дослідження є процес навчання математики.

Предмет дослідження – особливості застосування SMART технологій у навчанні математики. Основна увага була зосереджена на тому, як інтерактивні засоби впливають на результативність засвоєння математичних знань.

Методи дослідження. Для досягнення мети та розв'язання поставлених завдань використано наступні методи:

- *теоретичні* (аналіз науково-методичної літератури з метою визначення сучасних тенденцій та теоретичних основ досліджуваної теми; порівняльний аналіз для порівняння традиційних і Smart підходів до навчання математики для виявлення їхніх переваг та недоліків);
- *емпіричні* (спостереження для дослідження результатів впровадження Smart технологій у навчальний процес на прикладі конкретних освітніх закладів).

Практичне значення здобутих результатів полягає у розробці рекомендації щодо використання SMART технологій для підвищення ефективності навчання математики.

Одержані в дослідженні результати можуть бути використані у освітньому процесі навчання математики учнів старшої школи, у процесі розробки навчальних програм з математики.

Апробація результатів дослідження. Основні положення і висновки дослідження висвітлено у публікаціях:

1. Пархоменко О. В. SMART освіта як світовий тренд організації освітнього процесу. IV Всеукраїнська науково-методична інтернет-конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс-2023 Форум молодих дослідників». 17 листопада 2023 року, Суми. С. 59-60 [1].

2. Пархоменко О. В. Навчання математики в контексті SMART освіти. Студентська звітна конференція: Матеріали результатів наукових досліджень молодих науковців. Суми, 2022. Вип. 18. С. 39 [2].

Структура та обсяг магістерської роботи. Магістерська робота складається зі вступу, двох розділів, висновків, списку використаних джерел.

У вступі розглянуто актуальність роботи, визначено об'єкт, предмет, мету та завдання дослідження.

У першому розділі «Теоретичні основи SMART освіти» було розглянуто теоретичне підґрунтя SMART освіти. Проаналізовано поняття та принципи цієї освітньої концепції, зокрема її орієнтацію на індивідуалізацію, інтерактивність та ефективне використання цифрових технологій у навчанні. Досліджено сучасні технології, які застосовуються в SMART освіті в навчанні математики, зокрема інтерактивні платформи, мобільні додатки, математичні симулятори та інші інструменти, що сприяють персоналізованому навчанню. Окремо було проаналізовано переваги SMART освіти, зокрема підвищення мотивації учнів, розвиток критичного мислення та адаптацію навчального процесу до потреб учнів, а також виклики, які виникають під час впровадження цих принципів у навчальний процес.

У другому розділі «Засоби SMART освіти в навчанні математики» розглянуто використання інтерактивних платформ, що забезпечують залучення учнів до навчального процесу через індивідуалізацію завдань, миттєвий зворотний зв'язок і гейміфікацію. Проаналізовано математичні симулятори та віртуальні лабораторії як ефективні інструменти для візуалізації складних математичних понять, проведення експериментів і практичної роботи учнів.

Описано можливості впровадження штучного інтелекту в освітній процес для створення адаптивного навчального середовища, автоматизованого оцінювання знань і персоналізованих рекомендацій для учнів. Особливу увагу приділено персоналізованим освітнім траєкторіям, що дозволяють враховувати різний рівень знань учнів, їхні інтереси та темп засвоєння матеріалу. Також було розглянуто роль мобільних додатків і онлайн-курсів, які сприяють гнучкому та доступному засвоєнню математичних знань у будь-який час і з будь-якого місця.

У третьому розділі «Практичні аспекти впровадження SMART технологій в навчання математики» на основі аналізу роботи конкретного закладу освіти визначено реальні можливості та результати впровадження SMART технологій у навчальний процес. Оцінено, як інтерактивні інструменти впливають на якість засвоєння математичних знань і залучення учнів до навчання. Розглянуто ефективність використання SMART технологій через оцінювання результатів учнів, їхньої мотивації та прогресу порівняно з традиційними підходами. Здійснено порівняльний аналіз традиційного та SMART підходів до викладання математики, акцентуючи увагу на відмінностях у методах, результатах і рівні інтерактивності. Виявлено основні виклики, пов'язані з впровадженням SMART технологій у шкільній практиці, зокрема технічні, методичні та організаційні труднощі. Водночас окреслено перспективи їх подальшого застосування для модернізації освіти, підвищення ефективності навчання та адаптації до потреб сучасного суспільства.

Загальний обсяг магістерської роботи – 104 сторінок. Список використаних джерел включає 72 найменування. У тексті міститься 77 рисунків.

Робота буде корисною студентам педагогічних спеціальностей та вчителям математики закладів загальної середньої освіти.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ SMART ОСВІТИ

1.1. Поняття та принципи SMART освіти

SMART – освіта є сучасною освітньою моделлю, що базується на інтеграції новітніх технологій для забезпечення інтерактивного, адаптивного та персоналізованого навчального досвіду. Поняття «SMART-освіта» вперше стало популярним завдяки роботам Е. К. Ліндквіста, який розглядає її як підхід, спрямований на підвищення ефективності навчання за допомогою цифрових інструментів, таких як штучний інтелект, адаптивні системи та інтерактивні платформи [3]. В основі SMART-освіти лежить акронім SMART, який у цьому контексті набуває значення освітніх принципів, зокрема, Specific (Конкретність), Measurable (Вимірюваність), Achievable (Досяжність), Relevant (Актуальність) та Time-bound (Часові обмеження), що обмежують встановлення чітких, реалістичних й контрольованих освітніх цілей.

На думку українського дослідника Г. Буткевича, SMART-освіта є однією з ключових сучасних освітніх моделей, яка дозволяє оптимізувати навчальний процес за рахунок впровадження інтерактивних технологій та елементів адаптивного навчання [4]. Вона забезпечує не лише підвищення рівня успішності учнів, а й сприяє розвитку їхньої самостійності та відповідальності за навчання. Як зазначає Г. Буткевич, принципи SMART-освіти передбачають персоналізований підхід, де учень отримує знання й навички в тісній взаємодії з цифровими ресурсами, які адаптуються до його рівня та потреб.

Розглянемо основні принципи SMART-освіти.

Принцип інтерактивності є основою SMART-освіти, оскільки він забезпечує залучення учнів до активної взаємодії з навчальними матеріалами через цифрові платформи. Як відзначає J. A. Johnson, інтерактивні освітні платформи перетворюють учнів із пасивних слухачів на активних учасників навчального процесу, що сприяє глибшому засвоєнню знань [5]. Прикладом інтерактивності може бути використання інтерактивних дошок, платформи для

зворотного зв'язку та інструментів для тестування в реальному часі, що дозволяє разом з учням взаємодіяти з навчальним матеріалом.

Інтерактивне навчання також вимагає високого рівня безпеки, щоб захистити особисті дані учнів і забезпечити безпечний освітній простір. С. Лі підкреслює важливість забезпечення конфіденційності інформації на інтерактивних платформах, щоб уникнути витoku даних та захистити учасників від небажаного контенту [6].

Принцип адаптивності дозволяє мінімізувати навчальний процес відповідно до індивідуальних потреб учнів, їхнього рівня знань та навчальних стилів. Це робить можливим персоналізований підхід, за допомогою якого кожен учень отримує завдання та матеріали, що компенсують його індивідуальний прогрес. За словами С. Mavroudi, адаптивні навчальні системи пропонують коригуючі завдання та рекомендації, які дозволяють усунути прогалини у знаннях [7]. Розглянемо деякі з провідних адаптивних платформ, які активно використовують.

1. DreamBox Learning – платформа, яка спеціалізується на навчанні математики для початкової та середньої школи [8]. Ці алгоритми аналізують дії учня в реальному часі та аналізують завдання відповідно до рівня його знань. Наприклад, якщо учень робить помилку в завданнях, DreamBox надає підказки і пропонує більш прості завдання, щоб допомогти учню зрозуміти основні концепції перед переходом до складного матеріалу. За дослідженнями Г. Фельдмана [9], використання DreamBox Learning ефективно покращує результати на 20-30% у порівнянні з традиційними методами навчання.

2. Knewton – це адаптивна платформа, яка використовує штучний інтелект для персоналізації навчального контенту [10]. Knewton постійно відстежує, як учні виконують завдання, та аналізує, які теми потребують додаткового вивчення. Наприклад, якщо учень демонструє слабкі результати з певної теми, система пропонує додаткові ресурси та вправи для покращення знань. У результаті, учні, які навчаються за допомогою Knewton, демонструють на 25%

вищі показники засвоєння матеріалу, нарешті отримують індивідуально підібраний контент [11].

3. ALEKS (Оцінювання та навчання в просторах знань) [12]. ALEKS – це адаптивна навчальна система для вивчення математики та природничих наук. Вона застосовує унікальну технологію, яка дозволяє визначати «зони знань» учнів та прогнозувати їхню готовність до вивчення нових тем. Коли учень виконує завдання, система аналізує його результати і пропонує теми відповідно до рівня підготовки, забезпечуючи тим самим логічний і послідовний навчальний процес. Підхід значно сприяє підвищенню впевненості учнів у своїх силах.

4. Smart Sparrow – це інтерактивна адаптивна платформа, яка дозволяє вчителям створювати курси з можливістю налаштування під потреби кожного учня [13]. Використовуючи аналіз дій учнів, Smart Sparrow дає рекомендації для подальшого навчання, залежно від результатів і труднощів, які виконують у процесі. Наприклад, якщо студенту важко виконати певне завдання, система дає додаткові пояснення та вправи, щоб допомогти йому опанувати матеріал перед переходом до складного рівня.

5. Khan Academy [14] є однією з найпопулярніших платформ, яка надає безкоштовні ресурси для вивчення різних предметів. Його адаптивний алгоритм дозволяє учням навчатися у власному темпі, забезпечуючи індивідуальні рекомендації залежно від їх досягнень. Наприклад, якщо учень пройти тести й успішно виконує завдання, система автоматично підвищує рівень складності. У разі труднощів платформа пропонує учні додаткового пояснення і вправи на цю тему. Дослідження Johnson вказує на те, що учні, якими користуються Khan Academy, досягають на 20% вищих результатів завдяки такому адаптивному підходу.

Мобільність є принципом, який дає можливість учням мати доступ до навчальних матеріалів у будь-який час і в будь-якому місці за допомогою смартфонів, планшетів та інших пристроїв. Це особливо важливо у випадках дистанційного навчання, коли учні не можуть бути присутніми в класі фізично.

R. M. Bell [15] відзначає, що мобільний доступ до освіти розширює можливості для навчання, створюючи його доступним і для тих учнів, у яких немає можливості відвідувати заклади освіти щодня.

Завдяки мобільності учні можуть продовжувати навчання поза школою, використовуючи мобільні додатки, такі як Google Classroom або Coursera, що дозволяє їм проходити навчальні курси й виконувати завдання в зручний для них час.

Принцип персоналізації спрямований на налаштування навчальних програм відповідно до індивідуальних особливостей учнів, включаючи їх стиль навчання, інтереси та рівень підготовки. А. Нордквелле зазначає, що персоналізація допоможе кожному учню отримати максимально релевантні матеріали, що сприяє підвищенню мотивації та кращому засвоєнню знань [16].

Прикладом персоналізованих технологій є платформи, які використовують алгоритми для досягнення успіху учнями і надання їм індивідуальних завдань відповідно до їх прогресу. Наприклад, Coursera [17] адаптує рівень складності завдань до знань і здібностей кожного учня, який навчається у власному темпі.

SMART-освіта є концепцією, яка базується на використанні сучасних технологій для створення персоналізованого, інтерактивного та адаптивного навчального середовища. Вона передбачає інтеграцію різноманітних технологічних рішень, таких як адаптивні платформи, штучний інтелект, мобільні додатки та інші інструменти, які дозволяють створити індивідуалізовані навчальні траєкторії для учнів. Основними принципами SMART-освіти є інтерактивність, адаптивність, мобільність та принцип персоналізації.

Адаптивні навчальні платформи, що реалізують ці принципи, дозволяють учням вчитися у своєму темпі, зменшувати прогалини в знаннях і працювати з тим матеріалом, який їм найбільше підходить. Таким чином, SMART-освіта не тільки інтегрує сучасні технології в освітній процес, але й орієнтується на максимальну підтримку та розвиток учня.

Впровадження SMART-освіти в сучасну систему освіти є потужним кроком вперед у напрямку до забезпечення рівного доступу до якісної освіти для всіх учнів, враховуючи їх індивідуальні можливості.

1.2. Сучасні технології SMART-освіти в навчанні математики

SMART-освіта є інноваційною та динамічною системою навчання, яка активно використовує сучасні технології для покращення якості освітнього процесу. Впровадження технологій в освіту має на меті не тільки оптимізацію процесу навчання, але й створення сприятливого середовища для розвитку особистісних і професійних компетенцій учнів. Серед сучасних технологій, що використовуються в SMART-освіті, важливе місце займають інтелектуальні системи, адаптивні платформи, віртуальні та доповнені реальності, а також інструменти для дистанційного навчання, що забезпечують персоналізований підхід.

Адаптивні навчальні технології (наприклад, адаптивне програмне забезпечення та електронні платформи) дозволяють зберігати гнучкість у підходах до навчання та в реальному часі коригувати навчальні програми відповідно до індивідуальних потреб учнів. Технології машинного навчання та штучного інтелекту (ШІ) активно використовуються для створення таких платформ, які здатні аналізувати прогрес учня і надавати рекомендації для покращення результатів. Ці технології забезпечують учням можливість працювати в оптимальному для них темпі, надаючи персоналізовані завдання і ресурси, що відповідають їх рівню підготовки.

Серед сучасних технологій важливою є роль віртуальних та доповнених реальностей (VR і AR), які створюють ефективне середовище для занурення в навчальний процес. Наприклад, вивчення геометрії за допомогою 3D-моделей або практичні заняття з фізики в умовах віртуальної лабораторії надають нові можливості для інтерпретації абстрактних понять і створюють більш інтерактивне середовище для навчання. Використання VR/AR технологій в навчанні математики може значно покращити розуміння складних тем, таких як

стереометрія, математичні моделі чи теорія ймовірностей, дозволяючи учням взаємодіяти з віртуальними об'єктами.

Сучасні технології, такі як хмарні сервіси та платформи для дистанційного навчання, надають доступ до освітніх матеріалів в будь-який час і з будь-якого місця, що є важливим аспектом для розвитку доступної та якісної освіти. Вони дозволяють викладачам організовувати інтерактивні заняття, проводити відео уроки, працювати з онлайн-ресурсами та забезпечувати зворотний зв'язок в реальному часі. В таких умовах учні можуть взаємодіяти з викладачами та однокласниками через різноманітні платформи, обговорювати завдання, отримувати миттєвий доступ до навчальних матеріалів і тестів.

Застосування технологій на уроках математики також дозволяє інтенсифікувати процеси навчання завдяки інтерактивним математичним програмам, таким як GeoGebra, Wolfram Mathematica, Mathcad. Ці інструменти дозволяють учням будувати графіки, моделювати різноманітні математичні ситуації та виконувати обчислення, що робить навчання більш інтерактивним та зрозумілим.

Розглянемо більш детально ці математичні програми.

GeoGebra – це потужний інтерактивний програмний інструмент, який дозволяє створювати графіки функцій, будувати геометричні фігури та виконувати алгебраїчні обчислення [18]. Однією з основних переваг GeoGebra є його універсальність: програма може використовуватися як для вивчення геометрії, так і для аналізу функцій, статистики, а також розв'язування рівнянь і систем рівнянь. Завдяки своїй інтерактивності GeoGebra дозволяє учням візуалізувати абстрактні математичні поняття, що значно покращує їх розуміння та засвоєння матеріалу. Вчителі можуть використовувати цей інструмент для демонстрації складних математичних ідей, а учні – для виконання самостійних досліджень та експериментів.

Wolfram Mathematica є однією з найпотужніших математичних платформ, яка забезпечує широкі можливості для обчислень, симуляції, аналізу даних та візуалізації [19]. Вона включає в себе не лише інструменти для роботи з

алгебраїчними та числовими задачами, а й можливості для побудови складних графіків та 3D-моделей, що дозволяє учням та викладачам зосередитись на дослідженні багатьох математичних аспектів. Завдяки широкому набору функцій, включаючи алгоритми для чисельного та символічного обчислення, Wolfram Mathematica стає потужним помічником у навчанні, особливо при вивченні тем, пов'язаних з математичним аналізом, теорією ймовірностей, а також математичними моделями та оптимізацією. Це дозволяє учням проводити глибокі математичні дослідження та експерименти, значно спрощуючи складні процеси обчислень.

Mathcad – це ще одна програма, яка широко використовується для виконання математичних розрахунків і моделювання [20]. Вона дає можливість розв'язувати задачі, а також працювати з інтерактивними математичними рівняннями. Mathcad дуже зручний у використанні для математиків, завдяки своїм можливостям для побудови графіків, виконання обчислень і документування результатів у зручному форматі. Важливою особливістю є те, що Mathcad дозволяє працювати з математичними виразами у вигляді, близькому до традиційного математичного запису, що робить його доступним як для учнів, так і для професіоналів.

Усі ці програми значно полегшують процес навчання математики, оскільки дозволяють учням не тільки отримувати готові відповіді, але й активно працюють з математичними моделями, досліджують різні варіанти розв'язків задач і пропонують наочні результати. Вони також сприяють розвитку критичного мислення та самостійності, оскільки учні можуть використовувати ці інструменти для створення власних проектів, вивчення нових тем і вирішення нестандартних завдань. Інтерактивність і візуалізація, що пропонуються такими програмами, створюють навчання більш захоплюючим, доступним і зрозумілим, а також можуть учням краще засвоювати складні математичні концепції.

У контексті використання сучасних технологій у SMART-освіті важливо також згадати про системи управління навчальним процесом, такі як Learning Management Systems (LMS) [21]. Ці системи забезпечують повний контроль над

навчальними матеріалами, завданнями та оцінюванням, а також надають викладачам і учням потужні інструменти для ефективної організації навчання. Вони дозволяють створювати персоналізовані плани навчання, відстежувати прогрес учнів, автоматизувати процес оцінювання та забезпечувати високий рівень взаємодії між усіма учасниками освітнього процесу.

Дослідження вчених показують, що впровадження таких технологій в навчання не тільки підвищує ефективність і мотивацію учнів, але й дає можливість досягти глибшого розуміння матеріалу завдяки персоналізованим підходам. За словами І. Дерези, адаптивне навчання є необхідним елементом для побудови успішної освітньої системи, що відповідає вимогам сучасності [22]. В свою чергу, Т. Гнатюк підкреслює важливість інтеграції новітніх технологій для створення гнучких умов навчання та забезпечення розвитку критичного мислення учнів [23].

Враховуючи сучасні виклики в освіті, впровадження технологій в SMART-освіту є необхідним кроком на шляху до вдосконалення освітнього процесу, забезпечення його доступності та інклюзивності для всіх учнів.

Таким чином, SMART-освіта є потужною інноваційною системою, яка інтегрує сучасні технології для підвищення якості та доступності освітнього процесу. Використання адаптивних навчальних платформ, інструментів на базі штучного інтелекту, віртуальної та доповненої реальностей, а також хмарних сервісів робить процес навчання більш персоналізованим, інтерактивним і гнучким, що сприяє розвитку критичного мислення та самостійності учнів. Застосування таких спеціалізованих математичних програм, як GeoGebra, Wolfram Mathematica та Mathcad, значно полегшує розуміння складних математичних концепцій, даючи учням можливість самостійно експериментувати та досліджувати. Усі ці технології в SMART-освіті створюють умови для підвищення ефективності навчання, даючи можливість як викладачам, так і учням зосередитися на практичних і дослідницьких аспектах навчального процесу.

1.3. Переваги та виклики впровадження принципів SMART освіти в навчальний процес

SMART освіта має низку значних переваг, серед яких особливою популярністю є гнучкість навчання, інтерактивні можливості та покращена доступність матеріалів. Однією з ключових переваг є гнучкість навчання, яка дає можливість кожному учню працювати у своєму темпі та виконувати завдання, які відповідають його індивідуальним потребам. Наприклад, адаптивні платформи, як Khan Academy, автоматично надають особливий рівень складності завдань, орієнтуючись на поточний прогрес учня. І. Дереза зазначає, що цей підхід є основою SMART-освіти, тому він дозволяє отримати унікальні особливості кожного учня та зменшити стрес під час засвоєння складних тем [24]. Завдяки таким системам, вчителі мають можливість відслідковувати результати учнів у реальному часі.

Інтерактивність також є важливою перевагою SMART-освіти, оскільки вона залучає учнів до активного процесу навчання. Використання віртуальної та доповненої реальності (VR та AR) дозволяє значно розширити можливості для вивчення тем, які вимагають практичного застосування знань. Наприклад, за допомогою AR учні можуть взаємодіяти з тривимірними моделями причин людини або досліджувати біохімічні процеси. Тетяна Гнатюк зазначає, що такі інструменти допомагають учням краще зрозуміти складні концепції та розвивати дослідницькі навички, що є важливою складовою сучасної освіти [25]. Інтерактивні технології, як 3D-моделювання для вивчення геометрії, сприяють розвитку критичного мислення і творчості, адже учні можуть експериментувати та використовувати різноманітні страти.

Ще однією значною перевагою є доступність навчальних ресурсів, що дозволяє отримувати освіту з будь-якого місця в будь-який час. Завдяки хмарним технологіям, таким як Google Classroom і Microsoft Teams, учні можуть мати безперешкодний доступ до матеріалів уроків, виконувати завдання онлайн і взаємодіяти з викладачем у реальному часі. Ольга Діденко пояснює, що ця доступність забезпечує самостійність учнів, сприяє розвитку навичок

самоорганізації та відповідальності, особливо для тих, хто навчається дистанційно чи має обмежені можливості [26]. Це сприяє рівному доступу до освіти для учнів, незалежно від їхнього місця, що є великим аспектом для забезпечення інклюзивності навчального процесу. Цифрові технології також дозволяють викладачам організовувати інтерактивні заняття, відеоконференції та тести, що робить навчальний процес.

Втім, впровадження SMART-освіти має і значні виклики, серед яких виділяються питання технічного забезпечення й кібербезпеки. Як зазначає Джеймс Томпсон, недостатня підготовка шкіл до використання сучасних технологій, обмежені ресурси та низький рівень технічної інфраструктури можуть створити бар'єри для впровадження SMART-освіти [27]. Це особливо актуально для невеликих населених пунктів та малозабезпечених шкіл, де спостерігається обмежений доступ до якісного Інтернету або сучасних пристроїв. Використання онлайн-платформи також вимагає захисту персональних даних учнів та вчителів, адже питання безпеки є критичним у цифровому середовищі. Інший аспект організації технічної підтримки, який забезпечує безперервний доступ до платформи та швидке вирішення технічних проблем у разі їх виникнення.

Крім технічних викликів, великим аспектом є підготовка вчителів до використання SMART технологій. Український дослідник А. Лисенко зазначає, що для успішного використання таких інструментів в освітньому процесі необхідно проводити спеціалізовані курси для педагогів, де вони повинні освоїти цифрові інструменти та розвинути нові педагогічні навички [28]. Зарубіжні науковці, такі як Дж. Девіс та К. Ван, також акцентують увагу на важливості професійного розвитку вчителів і необхідності навчати їх за допомогою новітніх технологій для ефективної організації освітнього процесу [29]. Це дозволяє педагогам не тільки опанувати технічні аспекти, але й розвивати нові методики навчання, які сприяють підвищенню залученості учнів. В умовах швидкого розвитку технологій цей аспект є критичним, оскільки без відповідної підготовки навіть найкращі інструменти можуть залишитися неефективними.

Таким чином, SMART-освіта має значний потенціал для вдосконалення навчального процесу, але її ефективне впровадження потребує вирішення низки технічних, фінансових та організаційних викликів. Врахування цих завдань дозволяє створити умови для доступної, інклюзивної та якісної освіти, що відповідає вимогам сучасного світу й сприятливого розвитку учнів у цифровому середовищі.

1.4. Можливості адаптивного навчання в контексті SMART-освіти

Адаптивне навчання є одним із ключових елементів SMART-освіти, який забезпечує персоналізований підхід до навчального процесу, орієнтуючи його на індивідуальні потреби та можливості кожного учня. Суть адаптивного навчання полягає в тому, щоб навчальний процес був максимально гнучким і доступним для всіх учасників, дозволяючи їм прогресувати у своєму навчанні в зручному темпі та відповідно до власних здібностей. У традиційній освіті навчальні матеріали часто є стандартними для всіх учнів, що не враховують їхніх індивідуальних потреб, рівня знань і швидкості засвоєння інформації. Адаптивне навчання вирішує цю проблему, дозволяючи вчителям і навчальним системам автоматично коригувати навчальний контент на основі отриманих даних про успішність учнів, тим самим підвищуючи ефективність і якість навчання. Це можливо завдяки використанню сучасних технологій, таких як штучний інтелект, аналітика великих даних, машинне навчання, а також інтеграція спеціалізованих платформ, що дозволяють створювати навчальні траєкторії, що відповідають індивідуальним темпам і стилям навчання кожного учня. Такі технології дозволяють адаптувати матеріал для учнів з різними рівнями підготовки, надаючи можливість для глибшого засвоєння матеріалу тими учнями, які потребують більшого часу, або пропонуючи більш складні завдання для тих, хто швидко освоює базовий матеріал. Завдяки цьому створюється динамічний і інклюзивний навчальний процес, що дає кожному учневі можливість досягти високих результатів, незалежно від його початкового рівня підготовки.

Однією з основних переваг адаптивного навчання є можливість для учнів отримувати індивідуалізовану підтримку, що базується на їхніх особистих потребах і темпі навчання. Сучасні адаптивні системи, які використовують технології машинного навчання та штучного інтелекту, аналізують діяльність учнів у реальному часі, збираючи дані про їхні успіхи, труднощі, час, витрачений на завдання, та рівень засвоєння матеріалу. На основі цих даних система може автоматично коригувати навчальні маршрути, підбираючи для учня найбільш відповідні матеріали, завдання та рівень складності. Така система дозволяє кожному учню працювати у своєму оптимальному темпі, зберігаючи мотивацію і запобігаючи перевантаженню або, навпаки, нудзі через недостатнє завдання. Наприклад, учень, який має високий рівень знань з певної теми, може бути спрямований до більш складних завдань, що дозволяють йому продовжити навчання без затримок. Водночас, учень, який має труднощі в освоєнні матеріалу, може отримувати додаткові ресурси для повторення або пояснення складних моментів, що дає йому можливість зберігати впевненість і прогресувати на своєму шляху. Таким чином, адаптивне навчання створює умови для кожного учня, щоб він міг розвиватися у відповідності до власних можливостей і потреб, одночасно підтримуючи рівень мотивації та задоволення від навчання. Ці можливості стають ще більш ефективними в поєднанні з іншими елементами SMART-освіти, такими як інтерактивні інструменти, що дозволяють учням активно взаємодіяти з навчальним матеріалом.

Важливою особливістю адаптивного навчання в контексті SMART-освіти є його здатність інтегрувати різноманітні інструменти для створення персоналізованих освітніх траєкторій. Одним із таких інструментів є аналіз даних про учня, який дозволяє виявити його сильні та слабкі сторони, а також допомогти у виборі методик навчання. Адаптивні платформи збирають великий обсяг інформації про кожного учня, що включає не лише оцінки, але й інші фактори, такі як час, витрачений на виконання завдань, реакція на типи задач, рівень залученості в навчальний процес та навіть емоційна реакція на складність матеріалу. Зібрані дані дозволяють системам швидко коригувати навчальні

маршрути, що допомагає уникнути ситуацій, коли учень відчуває труднощі або, навпаки, не відчуває їх через занадто легкі завдання. Завдяки інтеграції штучного інтелекту, ці системи здатні самостійно визначати оптимальний темп навчання та рівень складності завдань, що сприяє максимальному розвитку учня без перевантаження або нудьги. Наприклад, адаптивне програмне забезпечення може забезпечити додаткові ресурси для учня, який має труднощі в засвоєнні конкретних математичних концепцій, або запропонувати більш складні завдання для тих, хто вже засвоїв основи і прагне рухатися далі. Застосування таких інструментів у поєднанні з персоналізованим підходом робить навчання більш ефективним, дозволяючи кожному учневі розвиватися відповідно до власних потреб і можливостей. Важливою складовою адаптивного навчання є використання великих даних (Big Data) для моніторингу прогресу учнів. Технології, що використовують великі дані, дозволяють не лише збирати та зберігати величезні обсяги інформації про успішність учнів, але й аналізувати ці дані з метою оптимізації навчального процесу. Використовуючи інструменти для збору та обробки даних, навчальні системи можуть створювати детальні профілі кожного учня, що включають інформацію про його навчальні звички, стиль засвоєння матеріалу, рівень знань з різних тем і навіть прогрес у часі [30].

Збір таких великих масивів даних дозволяє системам навчання виявляти патерни, які можуть бути неочевидними для викладачів або навіть самих учнів. Наприклад, система може виявити, що учень демонструє труднощі в певних областях, навіть якщо в загальному його успіхи в навчанні здаються позитивними. Так, якщо учень намагається розв'язати рівняння, але часто робить помилки, система здатна зафіксувати ці помилки і спостерігати за тим, які саме типи задач викликають труднощі, аналізуючи різні фактори, як-от складність рівняння, тип операцій або частота повторення помилок. На основі цих даних система може не лише адаптувати навчальний контент до потреб учня, але й прогнозувати, в яких областях він може стикнутися з труднощами в майбутньому, пропонуючи персоналізовані стратегії для їх подолання. Такі підходи підтверджує дослідження Дж. Томпсона, який підкреслює значення Big

Data для покращення результатів навчання та розвитку персоналізованих стратегій [31].

Завдяки таким технологіям, вчителі отримують можливість глибше розуміти навчальні потреби учнів і вчасно коригувати навчальний процес. Наприклад, якщо система виявить, що учень постійно пропускає етапи певних математичних обчислень або не засвоює конкретні поняття, це дає можливість педагогам вчасно втрутитися і запропонувати додаткові ресурси чи вправи для покращення розуміння матеріалу. Такий підхід дозволяє уникнути ситуацій, коли учень просто продовжує заучувати матеріал, не усвідомлюючи своїх слабких місць [32].

Більш того, аналіз великих даних дозволяє створювати індивідуальні траєкторії навчання, орієнтуючись на специфічні потреби кожного учня. Наприклад, система може помітити, що певний учень має труднощі з певним типом математичних завдань, тому вона може автоматично адаптувати навчальний процес і запропонувати йому додаткові завдання з цієї теми. У той самий час інші учні, які не мають таких труднощів, можуть продовжувати вивчати складніші розділи, що забезпечує ефективний розподіл часу та ресурсів, сприяючи гнучкості навчання.

Крім того, завдяки використанню технологій Big Data, прогнози щодо майбутніх труднощів учнів можуть бути більш точними. Наприклад, якщо система відслідковує показники успішності учня в реальному часі і аналізує історію його навчальних досягнень, вона може прогнозувати, в яких аспектах навчання учень матиме проблеми, і вчасно запропонувати йому вправи для попередження цих труднощів. Це дозволяє не тільки адаптувати зміст навчання, але й впроваджувати проактивні стратегії, спрямовані на підвищення успішності учнів. Такі підходи підтримує дослідження Г. Гаррісона та його колег, які доводять, що передбачення і адаптація навчального процесу є важливими складовими розвитку успіхів учнів [33].

Адаптивне навчання набуло особливої важливості в навчанні математики, де від учнів вимагається не тільки теоретичне розуміння, але й практичне

застосування знань для розв'язування різноманітних задач. Наприклад, О. Бойко зазначає, що адаптивні навчальні платформи надають можливість використовувати гейміфікацію для розвитку навичок розв'язування математичних задач через мотиваційні «рівні», де кожний новий рівень представляє складніші концепції та алгоритми розв'язання [34]. Це стимулює учнів до подальшого навчання та сприяє кращому запам'ятовуванню ключових теорем і формул.

Крім гейміфікації, симуляції та візуальні моделі відіграють ключову роль у викладанні складних математичних тем. Дослідження Х. Мацуки свідчать про використання динамічних симуляцій значно покращує розуміння складних концепцій, як-от інтеграли та диференціали, оскільки дозволяє учням «взаємодіяти» з математичними об'єктами, спостерігаючи за їхньою поведінкою в реальному часі [35]. Це сприяє кращому засвоєнню складних тем, що стають доступнішими та зрозумілішими для учнів завдяки візуалізації.

Також інтерактивні вправи та персоналізовані рекомендації є основою адаптивного навчання. М. Лейкер наголошує на важливості аналізу даних про успішність учнів і застосуванні хмарних технологій для швидкої оцінки та коригування навчального процесу в режимі реального часу. Завдяки цьому вчитель має можливість надавати додаткову підтримку учням, які стикаються з труднощами в засвоєнні складних тем, таких як математичні функції чи теореми вищого порядку [36]. Таким чином, адаптивне навчання значно підвищує ефективність та доступність навчального процесу, допомагаючи учням розвивати не тільки академічні знання, але й самостійність у навчанні.

Адаптивні технології дозволяють ефективно поєднувати різні методи, які підвищують інтерес до навчання, допомагаючи учням крок за кроком опановувати математичні знання та долати індивідуальні труднощі.

Одним із найяскравіших прикладів успішного впровадження адаптивного навчання є такі платформи, як Knewton і DreamBox. Ці платформи використовують складні алгоритми та машинне навчання, які дозволяють системі постійно збирати й аналізувати великі обсяги даних про успішність,

поведінку, темпи навчання та прогрес учнів. Вони створюють індивідуальні профілі учнів, які враховують не тільки поточний рівень знань, але й прогалини у розумінні, надаючи рекомендації для вдосконалення. Наприклад, М. Ліндквіст зазначає, що Knewton активно використовує адаптивний механізм для формування «навчальних траєкторій» залежно від потреб учнів, таким чином забезпечуючи ефективніше та точніше опрацювання навчального матеріалу [37].

Такі системи не лише налаштовують послідовність навчального контенту, але й адаптуються до стилю навчання кожного учня. Дж. Густавсон підкреслює, що DreamBox здатен самостійно розпізнавати моменти, коли учень потребує додаткової підтримки чи пояснень, і пропонує йому відповідні матеріали або завдання для закріплення знань [38]. Це дозволяє учням працювати у власному темпі, без відчуття тиску чи порівняння з іншими, що є важливим для збереження мотивації.

Іншим важливим аспектом є можливість таких платформ своєчасно визначати потенційні труднощі, з якими учень може зіткнутися на певному етапі навчання. Дослідниця Л. Пейдж вказує, що завдяки аналізу даних, зібраних у процесі роботи учня з платформою, навчальний план може бути змінений, щоб зосередитися на темах, які потребують додаткового засвоєння, або ж перейти на інший матеріал у разі достатнього рівня опанування попереднього [39].

Таким чином, такі інновації в адаптивному навчанні значно підвищують якість освітнього процесу, надаючи учням можливість не просто здобувати знання, але й розвивати критичне мислення, самостійність і вміння саморегулювання в навчанні. Такі платформи надають можливість швидкого реагування на індивідуальні потреби учнів, тим самим роблячи освітній процес гнучкішим та ефективнішим.

Незважаючи на численні переваги, які надає адаптивне навчання в контексті SMART-освіти, його впровадження супроводжується низкою викликів, що вимагають глибокого аналізу та розв'язання. Один із ключових викликів стосується забезпечення рівного доступу до адаптивних технологій для

всіх учнів, незалежно від їхнього місця проживання та соціально-економічного статусу.

Однією з головних проблем впровадження SMART-освіти є нерівність доступу до сучасних технологій, особливо для учнів із віддалених або малозабезпечених регіонів. Відсутність деяких пристроїв або стабільного інтернет-з'єднання обмежує можливості таких учнів використовувати переваги адаптивного навчання. Це загострює нерівність між міськими та сільськими школами, створюючи розрив у якості освіти. Як зазначає дослідниця Х. Ванг, для подолання цих бар'єрів необхідні державні програми, спрямовані на покращення технічного забезпечення шкіл та підтримку доступності навчальної платформи [40].

Не меншою проблемою є потреба у власній підготовці педагогів до роботи в умовах SMART-освіти. Вчителі часто стикаються з труднощами через недостатнє розуміння можливостей адаптивних платформ і методичних підходів до їхнього використання. Як наголошує А. Лисенко, навчальні курси для підвищення кваліфікації необхідно охоплювати як технічні аспекти роботи з програмним забезпеченням, так і розвиток навичок адаптації навчального процесу під індивідуальні потреби учнів [41]. Це дозволить педагогам ефективніше інтегрувати SMART-інструменти у свої методики, сприяючи покращенню якості навчання.

Окремої уваги заслуговує питання захисту персональних даних учнів. Адаптивні освітні системи збирають велику кількість інформації, яка використовується для побудови індивідуальних навчальних траєкторій. Проте демонстрація чітких стандартів безпеки може призвести до ризиків витоку даних або їх використання сторонніми особами. Д. Гаррісон та Т. Андерсон зазначають, що розробка етичних стандартів конфіденційності має стати пріоритетним завданням для розробників платформи та освітніх закладів [42]. Забезпечення захисту інформації є обов'язковою умовою, щоб уникнути негативних наслідків сприйняття довіри до SMART-освіти як до інноваційного підходу.

Загалом, незважаючи на певні труднощі, адаптивне навчання в контексті SMART-освіти є перспективним напрямом, що може значно покращити ефективність освітнього процесу. Проте для успішної реалізації цього підходу необхідно вирішити питання доступності, підготовки педагогів та забезпечення конфіденційності даних. Тільки завдяки комплексному підходу, який включатиме технічні, соціальні та етичні аспекти, адаптивне навчання зможе повноцінно інтегруватися в сучасну систему освіти й ефективно сприяти персоналізації навчання.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

За результатами аналізу науково-методичної літератури було описано теоретичні основи SMART-освіти та можливості її застосування в навчанні математики. Аналіз літератури показав, що SMART-освіта є інноваційним підходом, який базується на інтеграції сучасних технологій для підвищення ефективності освітнього процесу. Серед головних принципів SMART-освіти було виділено персоналізацію, інтерактивність та адаптивність, які дозволяють створювати індивідуальні освітні траєкторії для учнів, забезпечуючи їм комфортні умови для розвитку.

Важливим аспектом SMART-освіти є застосування інтерактивних та адаптивних технологій, що надають можливість учням глибше засвоювати матеріал завдяки активній взаємодії з навчальним контентом. Інтерактивні методи, такі як гейміфікація, симуляції, робота з віртуальними платформами, створюють сприятливе середовище для мотивації учнів і підвищення їхньої успішності, особливо у вивченні таких складних тем, як математичні функції та похідна.

Адаптивне навчання, орієнтоване на індивідуальні потреби кожного учня, відкриває нові можливості для моніторингу їхнього прогресу і корекції навчальних матеріалів у реальному часі. Використання великих даних та інтелектуальних алгоритмів дозволяє освітнім системам своєчасно реагувати на

труднощі, з якими стикаються учні, і сприяти розвитку їхніх здібностей у математиці.

Водночас було відзначено низку викликів, пов'язаних з реалізацією SMART-освіти, включаючи питання доступності технологій для учнів з різним рівнем технічного забезпечення, конфіденційності даних та необхідності підготовки вчителів до роботи в нових умовах.

Таким чином, SMART-освіта має потенціал значно вдосконалити процес навчання математики, надаючи учням нові можливості для здобуття знань, але її успішне впровадження потребує комплексного підходу та вирішення численних організаційних і технологічних питань.

fizmat@sspi.edu.ua
Суворо дотримуйтесь
правил академічності
Доброчесності

РОЗДІЛ 2. ЗАСОБИ SMART ОСВІТИ В НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ

2.1. Використання інтерактивних платформ в навчанні математики

Використання інтерактивних платформ у навчанні математики дозволяє значно розширити можливості методики навчання, залучаючи учнів до активної участі в освітньому процесі. Основною метою цієї методики є не лише підвищення мотивації учнів до навчання, але й створення умов для поглиблення розуміння математичних концепцій та розвитку самостійності в навчанні. Інтерактивні платформи сприяють застосуванню диференційованого підходу до учнів з різними рівнями підготовки, що особливо важливо в умовах SMART-освіти. За дослідженнями П. Джеймса та С. Брауна, така форма організації навчального процесу сприяє інтеграції математичних знань з іншими предметами, що допомагає учням краще засвоювати міждисциплінарні зв'язки [43].

Інтерактивні платформи, такі як Kahoot, Desmos, GeoGebra та Moodle, дозволяють реалізувати різні види навчальної діяльності, від класичних тестів до графічних завдань і математичних симуляцій. Наприклад, платформа GeoGebra забезпечує учням можливість експериментувати з геометричними об'єктами та бачити візуалізацію математичних операцій у реальному часі, що позитивно впливає на їхнє розуміння просторових відношень та інших математичних понять. Можливість побудови інтерактивних графіків і моделей сприяє розвитку критичного мислення і підвищенню загальної математичної грамотності учнів, що відзначено у дослідженнях Б. Андерсона [44]. А наприклад, Desmos дозволяє учням спільно працювати над графіками функцій, що підвищує колективну ефективність та комунікаційні навички.

Українські дослідники, зокрема І. І. Синиця, підкреслюють, що використання інтерактивних платформ також сприяє підвищенню індивідуалізації навчання, що дозволяє вчителям оптимізувати процес навчання, орієнтуючись на сильні сторони та потреби кожного учня [45]. Такий підхід особливо важливий у рамках SMART-освіти, де акцент робиться на застосуванні

комп'ютерних технологій для організації навчання з адаптацією під кожного учня. За даними досліджень, індивідуалізований підхід сприяє поліпшенню академічних досягнень і формує навички самостійного вирішення завдань.

Водночас, інтерактивні платформи, такі як Google Classroom і Microsoft Teams, Nauk створюють додаткові можливості для організації навчального процесу. Використання цих платформ дозволяє викладачам проводити онлайн-опитування, організовувати обговорення, а також надавати учням завдання з миттєвим зворотним зв'язком. Це сприяє не тільки формуванню базових математичних навичок, але й розвитку соціальних та комунікативних компетенцій. Так, у роботах Е. Йонг, зазначено, що інтеграція інструментів для комунікації в реальному часі дозволяє вчителям миттєво реагувати на потреби учнів і адаптувати навчальні матеріали відповідно до рівня сприйняття кожного з них [46].

Розглянемо використання інтерактивних платформ на прикладі платформи *На урок* на основі теми «Функції, їх властивості та графіки». На сайті *На урок* можна знайти, до прикладу, опорні конспекти для заданої теми, які є корисним інструментом для учнів, які допомагають систематизувати знання, покращити розуміння теми та полегшити підготовку до уроків, контрольних робіт чи іспитів, як показано на рис. 2.1 (а, б, в, г).

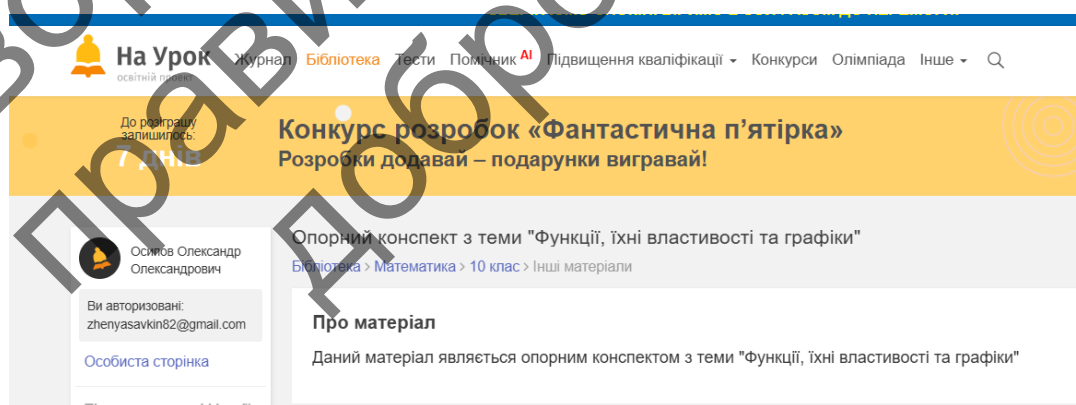


Рис. 2.1. (а). Платформа *На урок*

Перегляд файлу

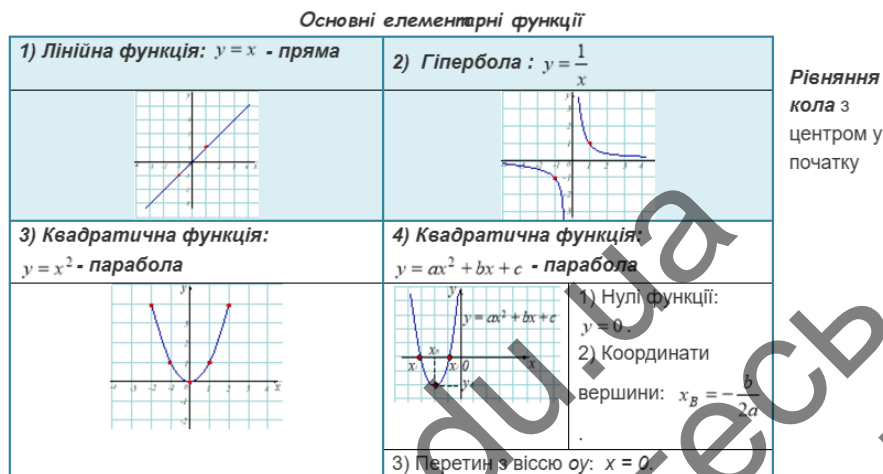


Рис. 2.1. (б). Опорний конспект на платформі На урок

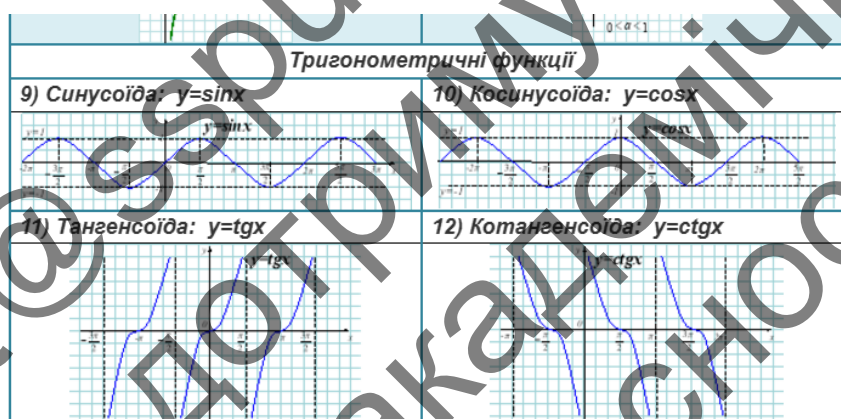
координат: $x^2 + y^2 = R^2$.Рівняння кола з центром у точці $O(x_0, y_0)$: $(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 = R^2$.

Рис. 2.1. (в) Опорний конспект на платформі На урок

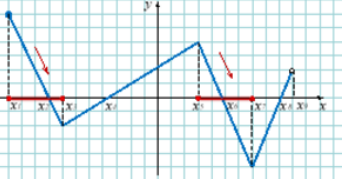
Характеристика або властивість функції	Геометричний зміст	Графічна ілюстрація
<p>Проміжки монотонності</p> <p>а) функція називається зростаючою на деякому проміжку, якщо більшому значенню аргументу відповідає більше значення функції, тобто: якщо $x_2 > x_1$, то $f(x_2) > f(x_1)$.</p>	Проміжки, на яких графік функції прямує на право вгору.	<p>Зростання: $x \in [x_2; x_5] \cup [x_7; x_9]$</p> 
<p>б) функція називається спадною на деякому проміжку, якщо більшому значенню аргументу відповідає менше значення функції, тобто: якщо $x_2 > x_1$, то $f(x_2) < f(x_1)$.</p>	Проміжки, на яких графік функції прямує на право вниз.	<p>Спадання: $x \in [x_1; x_3] \cup [x_5; x_7]$</p> 

Рис. 2.1. (г) Опорний конспект на платформі На урок

В меню пошуку, по запиту заданої теми, можна знайти багато різних тестів для закріплення та узагальнення знань з обраної теми що показано на рис. 2.2 (а, б, в).

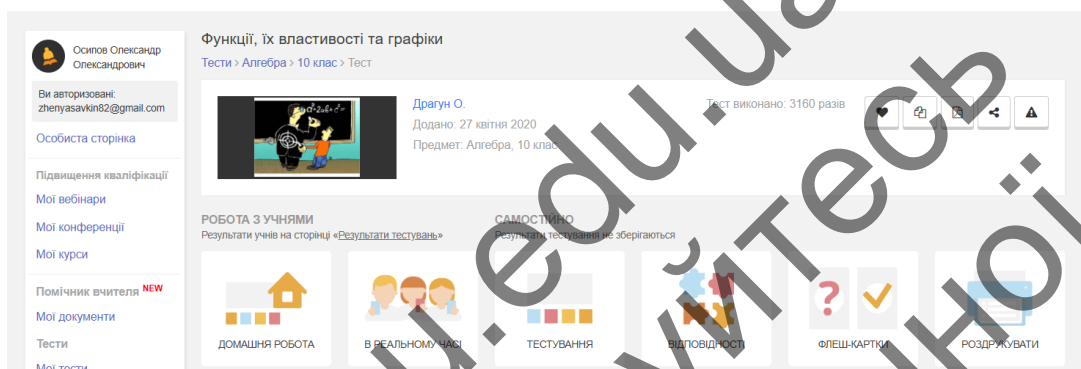


Рис. 2.2. (а). Приклад тесту на платформі На урок

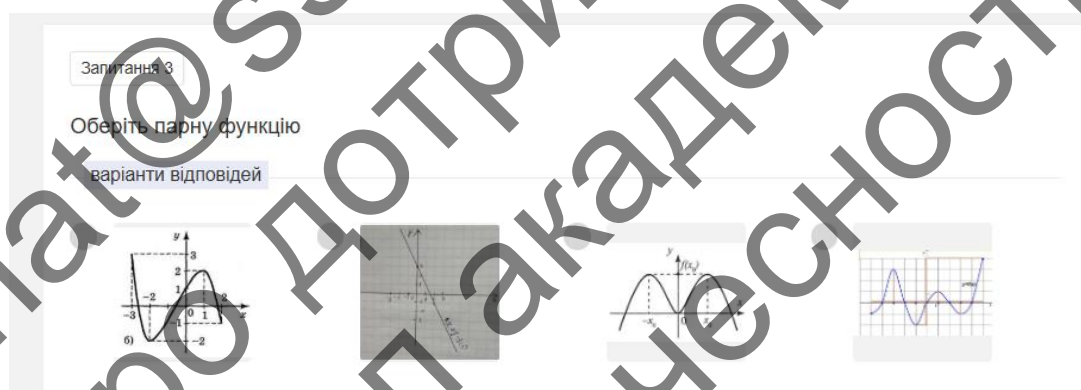


Рис. 2.2. (б) Приклад тестового завдання на платформі На урок

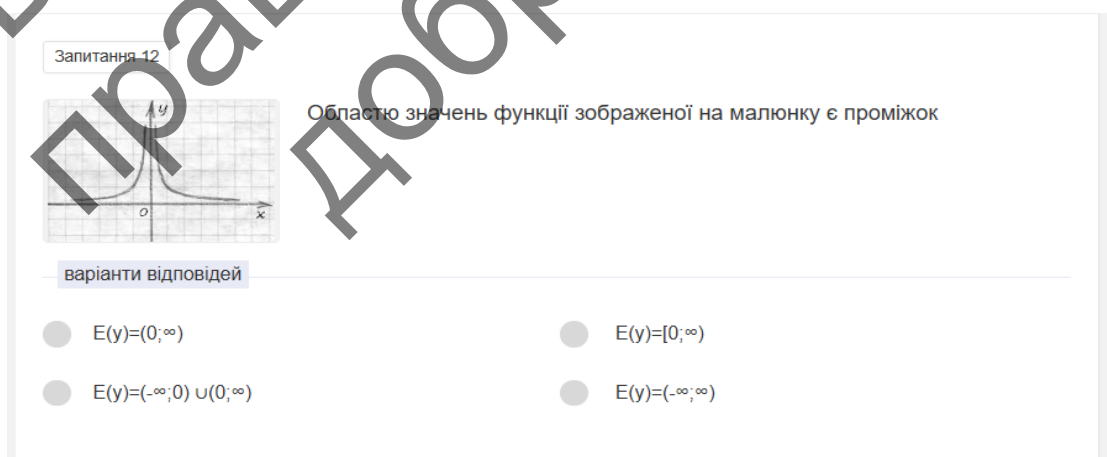


Рис. 2.2. (в) Приклад тестового завдання на платформі На урок

Як можна бачити, навчальна онлайн платформа *На урок* може стати ефективним інструментом при навчанні в контексті SMART-освіти. Користуючись цією платформою, учні можуть як вивчати матеріал, за допомогою електронних конспектів на будь-яку тему, так і закріплювати знання, проходячи тести, та виконуючи практичні завдання. Дана платформа є ефективним інструментом і в роботі вчителя в контексті SMART-освіти.

Таким чином, інтерактивні платформи є важливим інструментом для реалізації гнучкої SMART-освіти, яка базується на адаптивному підході до навчання. Вони дозволяють учням не тільки поглиблювати свої знання в математиці, але й активно брати участь у навчальному процесі, спираючись на власні дослідницькі здібності та навички критичного мислення. Як показують дослідження зарубіжних і українських науковців, інтерактивні платформи дозволяють оптимізувати навчальний процес та значно підвищити його ефективність, водночас роблячи навчання більш захопливим і різноплановим.

2.2. Використання математичних симуляторів та віртуальних лабораторій як засобів SMART-освіти

Застосування математичних симуляторів та віртуальних лабораторій є важливим компонентом методики навчання математики в умовах SMART-освіти. У сучасному освітньому просторі все більше уваги приділяється технологіям, що дозволяють учням проводити експериментальні дослідження та моделювати математичні процеси. Такі інструменти створюють можливості для занурення учнів у навчальний процес через інтерактивні завдання та візуалізацію теоретичних понять. Використання віртуальних лабораторій дозволяє реалізувати одну з головних цілей SMART-освіти – індивідуалізацію навчання. Учні можуть самостійно налаштовувати параметри симуляцій, досліджувати вплив різних змінних на результати, що розвиває критичне мислення та стимулює інтерес до математики. Крім того, за словами дослідників Г. Смита та Л. Тейлора, математичні симулятори сприяють тому, що учні краще засвоюють

матеріал через практичний досвід і наочність, адже вони не тільки спостерігають за результатами розрахунків, а й самостійно аналізують їхній вплив [47].

Розглянемо основні математичні симулятори, їх позитивні якості та недоліки. Серед найпоширеніших математичних симуляторів, що застосовуються в освітньому процесі, особливо виділяються Wolfram Alpha, MATLAB та GeoGebra. Кожен із них має власні переваги та недоліки, які варто враховувати при їх використанні.

Розглянемо використання математичних симуляторів на прикладі завдання з побудови графіка певної функції з теми «Функції, їх властивості та графіки».

Wolfram Alpha – це онлайн-система, що обробляє математичні запити та надає відповіді у вигляді розв'язків рівнянь, графіків функцій, статистичних розрахунків та іншої аналітичної інформації [48]. Однією з головних переваг Wolfram Alpha є його доступність і простота у використанні, що робить його зручним для швидких обчислень і візуалізації результатів у реальному часі. Крім того, Wolfram Alpha підтримує широке коло математичних функцій, охоплюючи як базові, так і складні математичні операції. Однак, недоліком є обмежена функціональність у порівнянні з професійними симуляторами та деякі обмеження безкоштовної версії, що знижує його цінність для поглибленого вивчення.

Розглянемо як система Wolfram Alpha допоможе в побудові графіків функцій, та яким чином ми отримаємо виведену інформацію. Для прикладу, розглянемо таке завдання: побудуйте графік функції $y = x^3 - 6x^2 + 4x + 12$.

Ми використовуємо Wolfram Alpha, щоб не лише побудувати графік, а й навчити учнів аналізувати функції за допомогою сучасних інструментів, що сприяє розвитку їхніх математичних компетентностей, дослідницьких здібностей та навичок використання цифрових технологій у навчанні.

В спеціальному меню вводимо математичний запис нашого графіка функції як показано на рис. 2.1.



Рис. 2.1. Запис завдання в Wolfram Alpha

Результат ми отримуємо у вигляді зображення графіка заданої функції що показано на рис. 2.2.

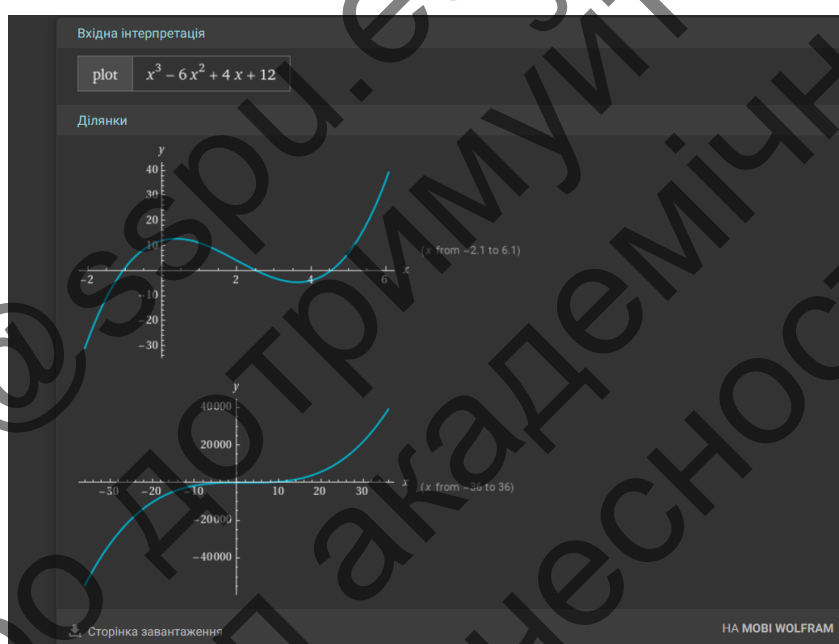


Рис. 2.2. Графік функції $y = x^3 - 6x^2 + 4x + 12$

Отже, Wolfram Alpha підходить для швидкого та зручного аналізу задач середнього рівня, але не є оптимальним для комплексного дослідження математичних моделей.

MATLAB – потужне програмне забезпечення, яке використовується в наукових та інженерних розрахунках [49]. MATLAB забезпечує високий рівень функціональності для математичного моделювання, симуляцій та візуалізації. Однією з ключових переваг MATLAB є його здатність обробляти складні чисельні розрахунки та виконувати симуляції, що дає можливість учням працювати з реалістичними математичними моделями. MATLAB дозволяє

проводити міждисциплінарні дослідження, що сприяє інтеграції математичних знань з іншими науками, такими як фізика або інженерія. Проте, основним недоліком є складність програмного забезпечення та його висока вартість, що може обмежувати доступ для учнів та шкіл із меншим бюджетом. Таким чином, MATLAB підходить для глибоких математичних досліджень, особливо в старшій школі та в університетах, але його складність та вартість є перешкодою для його широкого використання в середній школі.

GeoGebra – безкоштовний математичний симулятор, орієнтований на візуалізацію математичних об'єктів, зокрема в геометрії, алгебрі та тригонометрії [50]. GeoGebra дозволяє легко створювати інтерактивні графіки та будувати геометричні конструкції, що робить його дуже популярним серед викладачів математики для проведення занять, спрямованих на візуалізацію теоретичного матеріалу. GeoGebra інтерактивний і дружній для користувача, що забезпечує простоту в роботі навіть для учнів початкових класів. Проте, порівняно з MATLAB, GeoGebra має обмежені можливості у складних обчисленнях, що робить його менш придатним для виконання завдань з інженерної математики та фізики.

Розглянемо як сервіс GeoGebra допоможе в побудові графіків функцій, та яким чином ми отримаємо виведену інформацію. Розглянемо завдання: побудувати та дослідити як змінюється графік тригонометричної функції $y = a \sin(x+b) + c$ в залежності від значення коефіцієнтів a , b , c .

Навчальна мета цієї задачі полягає в тому, щоб допомогти учням глибше усвідомити зв'язок між алгебраїчним виразом тригонометричної функції та її графічним зображенням, а також розвинути навички аналізу функцій з усіма параметрами. Завдяки використанню GeoGebra ви зможете візуалізувати вплив змін значущих коефіцієнтів на графічне зображення даної функції.

В спеціальне поле вводимо математичний запис нашої функції як показано на рис. 2.3.

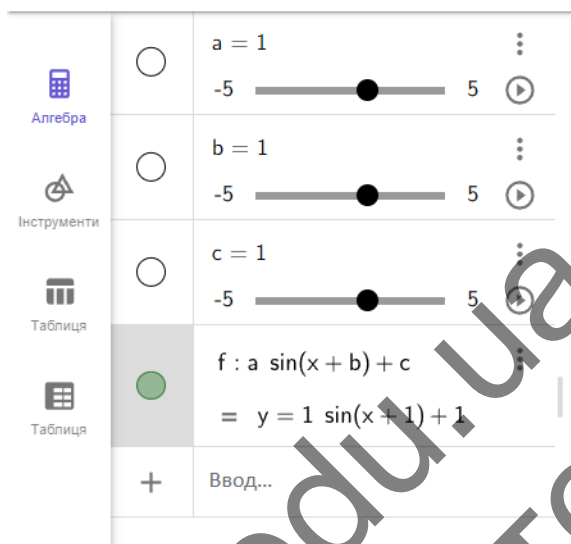


Рис. 2.3. Введення функції в GeoGebra

Далі отримаємо детальне графічне зображення даного графіка функції, яке ми можемо збільшувати та зменшувати відповідно, як показано на рисунку, досліджувати будь-яку точку даного графіка з відповідними координатами, відповідно змінюючи задані коефіцієнти (a , b , c), відповідно змінюючи та досліджуючи поведінку зміни графіка заданої функції що на рис. 2.4 (а, б, в, г).

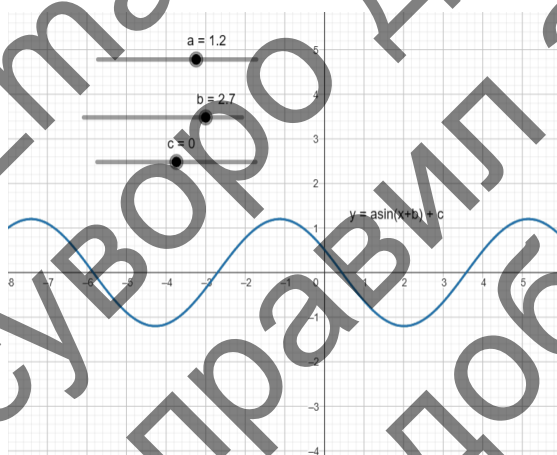


Рис. 2.4. (а)

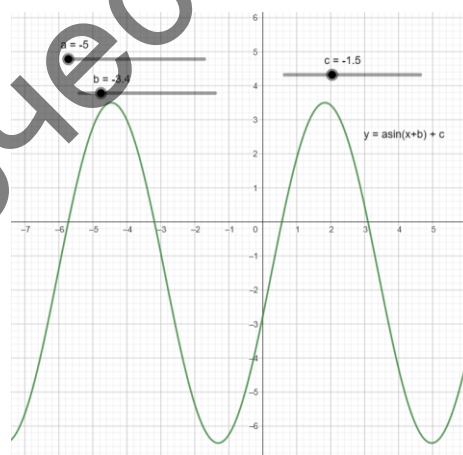


Рис. 2.4. (б)

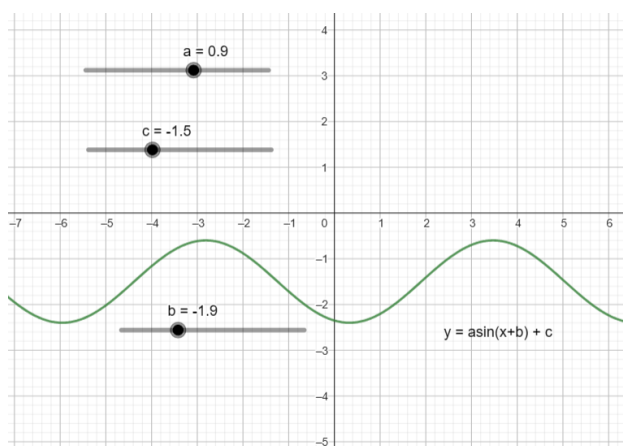


Рис. 2.4. (в)

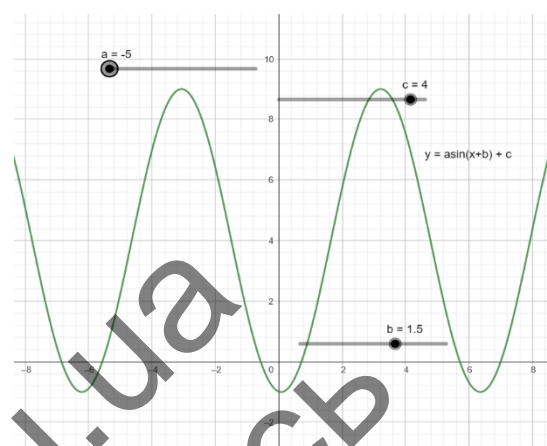


Рис. 2.4. (г)

Приходимо до висновку, що GeoGebra є ідеальним інструментом для візуалізації математичних понять і підходить для різних рівнів освіти, але його функціональність обмежена для наукових досліджень та складних розрахунків.

Використання GeoGebra дозволяє наочно побачити ці зміни та зрозуміти їх математичну інтерпретацію. Учні навчаються працювати з динамічними інструментами, що спрощує процес вивчення функцій і сприяє розвитку аналітичного мислення. Це дозволяє також швидко перевірити гіпотези щодо кожного коефіцієнта та зробити висновки.

Таким чином, кожен із математичних симуляторів має власні переваги і недоліки, які необхідно враховувати при їх інтеграції в навчальний процес. Wolfram Alpha є зручним інструментом для базових обчислень та швидкого аналізу, MATLAB призначений для глибоких математичних та наукових досліджень, тоді як GeoGebra є простим і ефективним засобом для візуалізації основних математичних концепцій. Вибір симулятора повинен залежати від конкретних навчальних цілей та рівня підготовки учнів.

Методика навчання з використанням віртуальних лабораторій та симуляторів дозволяє гнучко адаптувати навчальний матеріал до рівня учнів. У дослідженнях І. І. Синиці вказано, що такі інструменти забезпечують можливість диференціації навчання, дозволяючи учням самостійно опрацьовувати завдання різної складності залежно від їхніх індивідуальних можливостей і темпу навчання [51]. Віртуальні лабораторії дозволяють учням не

лише виконувати обчислення, а й досліджувати, проводити експерименти та візуалізувати математичні процеси у наочній формі. Зокрема, це сприяє розвитку аналітичного мислення та стимулює застосування математичних навичок у реальних ситуаціях.

Розглянемо віртуальні лабораторії, їх основні особливості, переваги та недоліки.

Серед популярних платформ для віртуальних математичних лабораторій виділяються Labster, PhET Interactive Simulations та Matific. Розглянемо кожен з цих платформ докладніше, враховуючи її переваги, обмеження та можливості для навчання.

Labster – це платформа, яка пропонує широкий спектр симуляцій для навчання природничих наук, включаючи фізику, хімію та біологію [52]. Математика в Labster інтегрована переважно як інструмент для обчислення у фізичних та інженерних експериментах, що дозволяє учням досліджувати, як математичні моделі використовуються для моделювання природних явищ. Labster має декілька важливих переваг, таких як можливість вивчати теми в контексті реальних ситуацій і проводити експерименти без необхідності фізичного обладнання. Учні можуть змінювати параметри симуляцій та спостерігати, як ці зміни впливають на результати. Однак, одним з недоліків є обмежена кількість математичних симуляцій, оскільки фокус платформи здебільшого орієнтований на природничі науки. Крім того, доступ до Labster є платним, що може стати перешкодою для деяких навчальних закладів. Отже, Labster є ефективним засобом для міждисциплінарного навчання, але його застосування для вузькоспеціалізованої математичної освіти є обмеженим.

PhET Interactive Simulations – це безкоштовна платформа від Університету Колорадо, яка пропонує низку симуляцій для вивчення математики та фізики [53]. PhET має простий та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що робить його ідеальним для учнів молодших та середніх класів, які лише починають ознайомлюватися з математичними концепціями. Серед сильних сторін PhET – можливість інтерактивного навчання, яке дозволяє учням експериментувати з

графіками функцій, вивчати тригонометричні співвідношення та аналізувати геометричні об'єкти. Однак PhET має певні обмеження, наприклад, незначну кількість симуляцій для старших класів та обмежену функціональність для складних математичних моделей. Таким чином, PhET підходить для базового вивчення математики та ідеально підходить для молодших учнів, але його використання для старших класів є менш ефективним через брак складних симуляцій.

Matific – це платформа, спеціально розроблена для вивчення математики у початковій школі [54]. Вона пропонує інтерактивні вправи, що допомагають учням зрозуміти базові математичні поняття, такі як додавання, віднімання, дробки та множення, через ігрові завдання. Перевагами Matific є гейміфікований підхід до навчання та можливість адаптувати складність завдань до рівня знань учня, що стимулює його інтерес та мотивацію до навчання. Недоліком є обмеженість матеріалу, спрямованого на старші класи, а також невеликий акцент на математичні симуляції у старшій школі. Можна зробити висновок, що Matific є ефективним для початкового навчання математики завдяки інтерактивним вправам, проте не підходить для більш просунутого рівня навчання.

Таким чином, кожна з розглянутих віртуальних лабораторій має власні унікальні властивості та обмеження. Вибір конкретної платформи залежить від вікової категорії учнів та навчальних цілей. Labster та PhET забезпечують учням міждисциплінарний підхід, що сприяє інтеграції математичних знань з іншими науками, такими як фізика та хімія, що є важливим компонентом методики SMART-освіти. З іншого боку, Matific орієнтований на початкове навчання та забезпечує гейміфікований підхід, що підвищує мотивацію молодших учнів до навчання. Віртуальні лабораторії допомагають створити інтерактивне навчальне середовище, в якому учні активно залучаються до дослідницької діяльності та отримують змогу застосовувати математичні знання на практиці, що значно підвищує їхню зацікавленість і сприяє більш ефективному засвоєнню навчального матеріалу.

Наведемо приклад використання віртуальних математичних лабораторій в навчанні математики на основі PhET Interactive Simulations. Розглянемо цей віртуальний сервіс на прикладі квадратичної функції та побудови її графіка.

Навчальна мета використання PhET Interactive Simulations для побудови графіка квадратичної функції виникає у формуванні глибокого розуміння властивостей квадратичних функцій, розвитку навичок роботи з сучасними інтерактивними інструментами та підвищеної цікавості учнів у вивченні математики через інтерактивні й наочні підходи.

Задамо в поле для вводу квадратичну функції у загальному вигляді як показано на рис. 2.5.

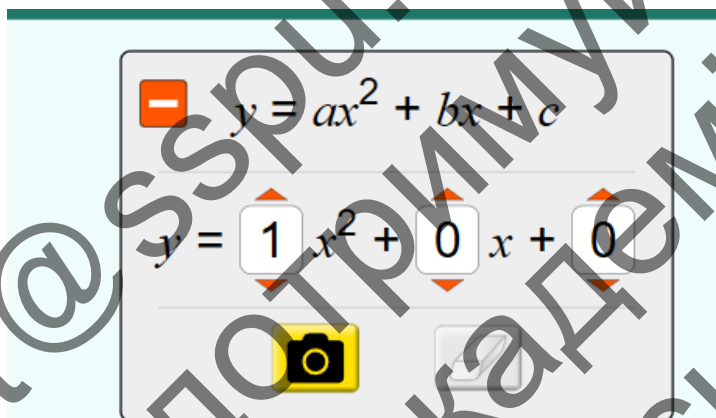


Рис. 2.5 Сервіс PhET Interactive Simulations

Далі ми отримаємо графічне зображення даної функції яке ми можемо досліджувати, так само ми можемо прибрати його, та висвітлити за допомогою спеціальної опції як показано на рис. 2.6 (а, б).

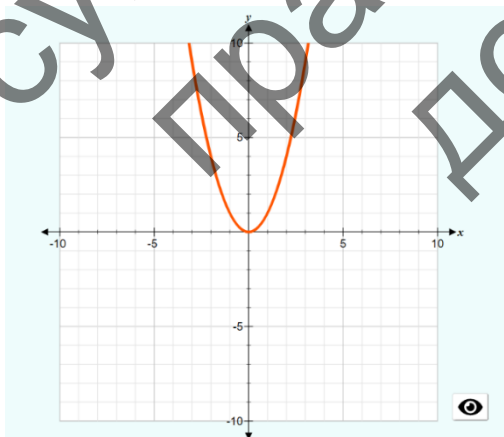


Рис. 2.6. (а)

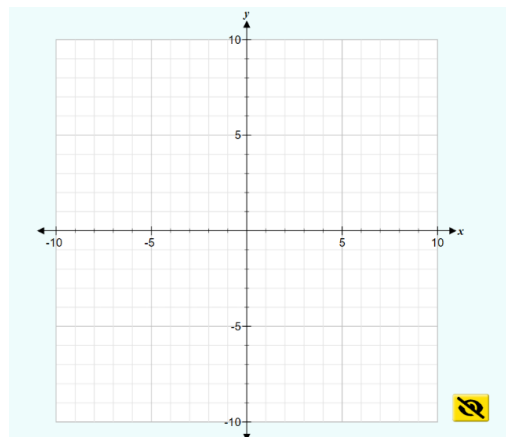


Рис. 2.6. (б)

Ми можемо змінювати коефіцієнти квадратичної функції та відповідно, бачити та аналізувати як змінюється графічне зображення даного графіка функції як показано на рис. 2.7 (а, б, в, г).

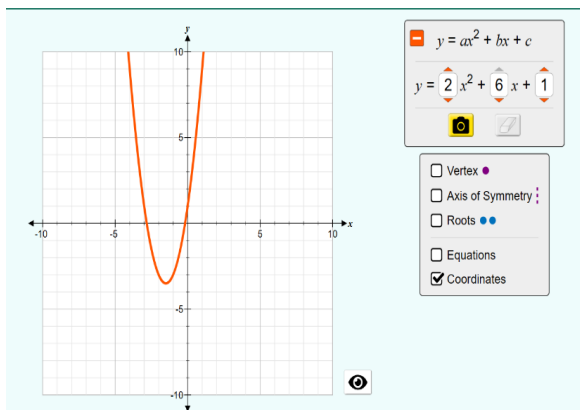


Рис. 2.7. (а)

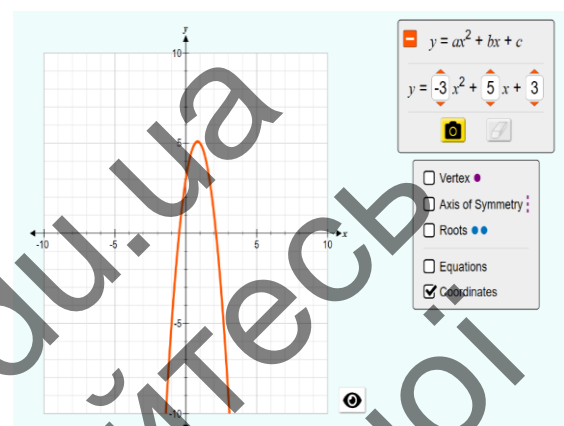


Рис. 2.7. (б)

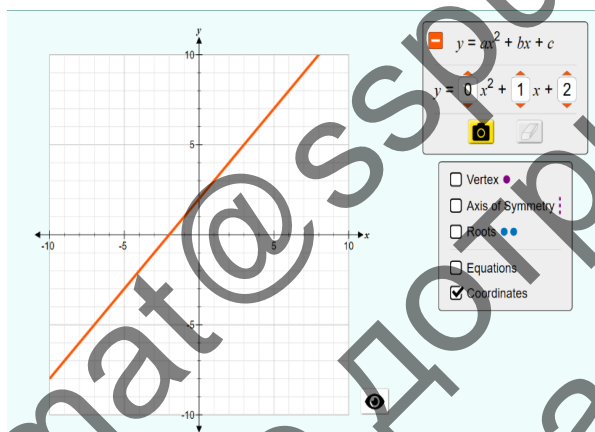


Рис. 2.7. (в)

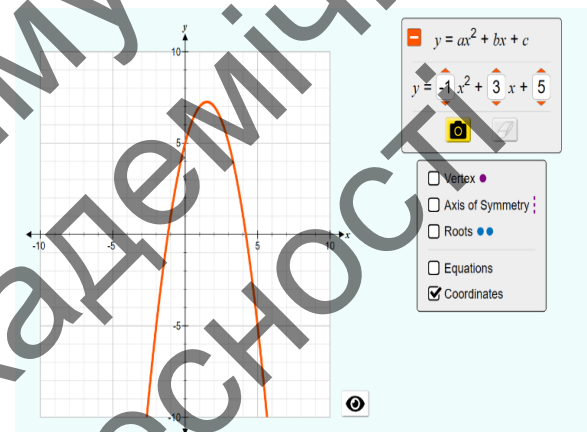


Рис. 2.7. (г)

Як можна бачити, дана віртуальна лабораторія дозволяє детально проаналізувати поведінку функції, відповідно до заданих умов.

Ми використовуємо PhET Interactive Simulations, щоб забезпечити інтерактивну та наочну побудову графіків функцій, сприяти розумінню практичних теоретичних основ через невелике дослідження, розвинути критичне мислення учнів та сформувати стійкі навички використання цифрових технологій у математичних дослідженнях.

Використання математичних симуляторів та віртуальних лабораторій у навчанні математики в умовах SMART-освіти є важливим кроком до створення інтерактивного та персоналізованого освітнього середовища. Вони надають учням можливість не лише засвоювати математичні концепції, а й застосовувати їх у контексті реальних або моделюваних ситуацій, що підсилює

міждисциплінарний підхід та розвиває критичне мислення. Такі інструменти, як Wolfram Alpha, MATLAB та GeoGebra, дозволяють вивчати складні математичні явища на вищому рівні, тоді як PhET Interactive Simulations і Matific ідеально підходять для молодших учнів, що починають своє знайомство з базовими математичними поняттями.

Методика навчання з використанням цих інструментів створює умови для гнучкої диференціації освітнього процесу, що дозволяє адаптувати завдання до рівня підготовки кожного учня, а також стимулює інтерес до навчання завдяки інтерактивності та гейміфікації. Однак для максимальної ефективності слід ретельно добирати симулятори та лабораторії, враховуючи навчальні цілі та специфіку кожного інструмента. Віртуальні лабораторії підвищують ефективність засвоєння матеріалу через візуалізацію складних концепцій і залучення учнів до самостійного проведення експериментів, що сприяє розвитку практичних навичок. Загалом, інтеграція симуляторів і віртуальних лабораторій у методику навчання математики допомагає досягти більшої гнучкості, адаптивності та практичності навчального процесу, що є ключовими компонентами SMART-освіти.

2.3. Впровадження штучного інтелекту в освітній процес в контексті навчання математики

Інтеграція штучного інтелекту (ШІ) в освітній процес є одним із найбільш перспективних напрямків розвитку SMART-освіти. Штучний інтелект здатний здійснювати аналіз великих масивів даних, адаптувати навчальний контент під індивідуальні потреби учнів, а також автоматизувати процеси оцінювання та зворотного зв'язку. Застосування ШІ в навчанні має значний потенціал у персоналізації освітнього процесу, оскільки дозволяє створювати адаптивні навчальні системи, які підлаштовуються під рівень знань і швидкість засвоєння матеріалу кожного учня.

Одним з основних аспектів інтеграції ШІ в навчальний процес є використання алгоритмів машинного навчання для створення інтелектуальних

навчальних платформ. Вони забезпечують автоматичне визначення слабких місць учнів і надають рекомендації щодо подальшого навчання, дозволяючи кожному учневі працювати в комфортному темпі. Застосування ШІ в адаптивних системах дозволяє створити індивідуальні траєкторії навчання, що значно підвищує ефективність процесу. Наприклад, програми на базі ШІ можуть аналізувати відповідь учня на питання і, на основі цього, коригувати рівень складності завдань чи надавати додаткові ресурси для кращого розуміння матеріалу.

Водночас, важливо зазначити, що впровадження ШІ в освіту має й деякі виклики. Такі системи потребують великих обсягів даних для ефективної роботи, що викликає питання щодо безпеки та конфіденційності персональних даних учнів. Крім того, вивчення складних математичних концепцій із застосуванням ШІ потребує від учнів високого рівня цифрової грамотності, що ставить перед освітніми установами завдання з розвитку цих навичок.

Розглянемо популярні приклади використання штучного інтелекту в контексті SMART-освіти. Одним із найбільш популярних застосувань ШІ є використання адаптивних навчальних платформ, які автоматично коригують складність завдань залежно від прогресу учня. Це дозволяє кожному працювати в оптимальному темпі, підвищуючи ефективність навчання. Наведемо кілька прикладів таких платформ.

Squirrel AI Squirrel AI – це китайська платформа, яка активно застосовує ШІ для адаптивного навчання в різних предметних галузях, зокрема з математики та природничих наук [55]. Платформа використовує алгоритми машинного навчання для прогнозування прогалів у знаннях учнів і створення персоналізованих траєкторій навчання. Вона здійснює постійну оцінку успішності учня і коригує складність завдань, що дає можливість значно підвищити ефективність навчання. Перевагою є велика кількість вправ для різних рівнів складності, а недоліком – обмежена доступність на міжнародному ринку та мовна бар'єрність.

IBM Watson Education використовує потужні можливості ШІ для створення персоналізованих освітніх траєкторій і надання вчителям інструментів для моніторингу прогресу учнів [56]. Платформа аналізує дані з оцінок, результатів тестів, взаємодії з контентом і навіть зворотного зв'язку від учнів для визначення їхніх потреб і слабких місць. Вона також надає учням інструменти для самоконтролю і рекомендації щодо додаткових матеріалів для покращення результатів. Водночас, цей продукт має високу вартість, що може обмежувати його доступність для деяких освітніх закладів.

Інтеграція штучного інтелекту в освітній процес через адаптивні платформи, такі як Squirrel AI та IBM Watson Education, є важливим кроком до створення персоналізованих, ефективних та гнучких умов для навчання. Кожна з платформ має свої переваги і недоліки, але загальною тенденцією є підвищення ефективності навчання через адаптацію контенту під індивідуальні потреби учнів. Усі ці системи допомагають учням працювати в комфортному темпі, мають високий рівень інтерактивності та сприяють глибшому розумінню матеріалу. Однак, важливо зазначити, що впровадження таких платформ потребує значних фінансових та технічних ресурсів, а також здатності учнів і вчителів працювати з технологіями.

Розглянемо використання популярних та сучасних чат-ботів наділених ШІ такі як ChatGPT та Gemini, які мають величезний потенціал у контексті SMART-освіти. Ці інструменти можуть покращити процес навчання, забезпечуючи учнів і вчителів персоналізованими рекомендаціями, миттєвим зворотним зв'язком і допомогою у виконанні завдань.

ChatGPT, розроблений компанією OpenAI, є потужним генеративною мовною моделлю, яка здатна здійснювати діалог з користувачем, надаючи відповіді на запитання, пояснення з різних предметів, а також допомогу в розв'язуванні задач [57]. У контексті SMART-освіти ChatGPT може бути використаний для таких цілей:

– індивідуалізоване навчання. ChatGPT здатний адаптувати свої відповіді залежно від рівня знань учня. Він може пояснити складні математичні поняття

або розв'язати задачу поетапно, що дозволяє учню зрозуміти процес розв'язування і сприяє глибшому засвоєнню матеріалу;

- миттєвий зворотний зв'язок. ChatGPT може надавати учням миттєвий зворотний зв'язок, що є важливою складовою ефективного навчання. Наприклад, при виконанні завдань із математики чи природничих наук, учні можуть отримувати пояснення або рекомендації щодо покращення своїх відповідей;

- підтримка вчителів. ChatGPT може слугувати інструментом для вчителів, надаючи їм матеріали для уроків, ідеї для завдань або допомогу в аналізі результатів тестів. Також він може генерувати запитання для перевірки знань учнів і створювати індивідуальні плани навчання.

Розглянемо позитивні якості ChatGPT:

- здатність адаптуватися до рівня знань учня;
- наявність миттєвого зворотного зв'язку;
- доступність 24/7, що дає можливість учням отримати допомогу в будь-який час.

До недоліків ChatGPT можна віднести наступні аспекти:

- недостатня здатність до глибокого розуміння контексту в складних ситуаціях;
- існує ризик використання ChatGPT як заміни навчальної діяльності, що може знизити ефективність навчання.

Gemini є новою лінією інтелектуальних систем штучного інтелекту, розробленою компанією Google DeepMind [58]. Цей інструмент також активно використовується в освітніх цілях, зокрема для:

- генерація навчальних матеріалів. Gemini здатний створювати навчальні матеріали, такі як тексти, питання для тестів, вправи та пояснення складних тем. це дозволяє зекономити час вчителів на підготовку уроків і забезпечити доступ до високоякісних освітніх ресурсів;

- інтерактивні завдання. Gemini може створювати інтерактивні завдання з математичних тем, фізики чи інших наук, де учні можуть працювати з реальними

даними, перевіряти свої гіпотези, а також отримувати коригування на свої помилки в реальному часі;

– покращення залучення учнів. Завдяки інтерактивності та можливості працювати з багатьма типами медіа (відео, текст, графіки), Gemini допомагає створити цікаві навчальні середовища, що заохочують учнів до глибшого занурення в матеріал.

Основні позитивні якості, які можна виділити для Gemini:

- потужні можливості для генерації адаптивних навчальних матеріалів;
- висока інтерактивність і залучення учнів через різні типи контенту;
- гнучкість у створенні завдань для різних рівнів знань.

Недоліки засобу генеративного штучного інтелекту Gemini:

- як і у випадку з ChatGPT, існують обмеження у здатності до контекстуального розуміння складних завдань;
- потребує постійного оновлення даних, щоб бути ефективним у створенні актуальних навчальних матеріалів.

Наведемо приклад використання штучного інтелекту в навчанні математики на основі ChatGPT на прикладі завдання: дослідити графік функції $y = x^3 - 6x^2 + 4x + 12$. При використанні ChatGPT в данному завданні, бажано більш детально вказати, що конкретно потрібно зробити при дослідженні графіка функції.

В спеціальне меню вводимо завдання та вказівки до нього, які ChatGPT повинен проаналізувати та розв'язати (рис. 2.8).

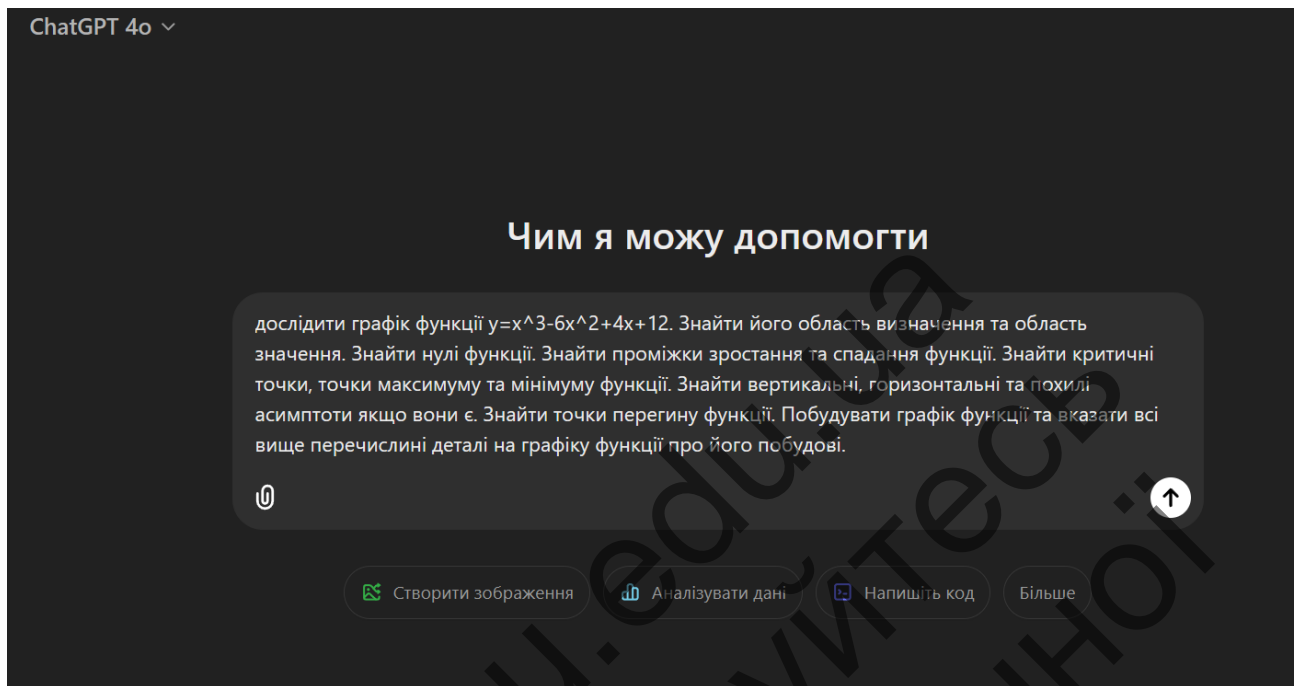


Рис.2.8. Сервіс ChatGPT

ChatGPT надає відповідь у вигляді пояснення з розв'язанням у вигляді математичних операцій з використання конкретних формул. Можна побачити що ШІ надає відповідь поетапно в такому порядку, в якому користувач робив відповідний запит про покрокове розв'язання даного завдання, як показано на рис. (2.9 – 2.14).

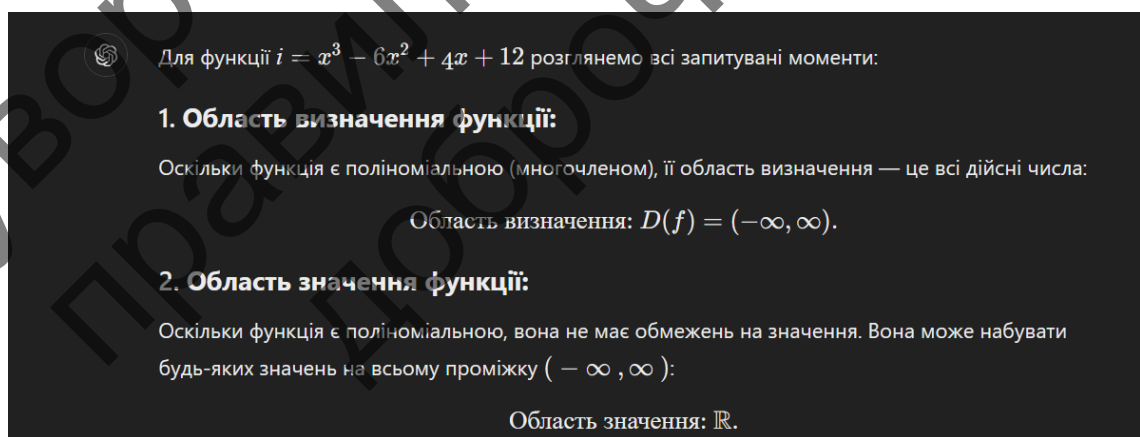


Рис. 2.9. Область визначення/значення функції

3. Нулі функції:

Для знаходження нулів функції, розв'язуємо рівняння $f(x) = 0$:

$$x^3 - 6x^2 + 4x + 12 = 0$$

Можна застосувати метод проб для знаходження коренів, або скористатися чисельними методами для більш точного розв'язання. Один з коренів функції — $x = 2$, відж

$$x^3 - 6x^2 + 4x + 12 = (x - 2)(x^2 - 4x - 6).$$

Тепер розв'язуємо квадратне рівняння:

$$x^2 - 4x - 6 = 0.$$

Корені цього рівняння:

$$x = \frac{4 \pm \sqrt{16 + 24}}{2} = \frac{4 \pm \sqrt{40}}{2} = \frac{4 \pm 2\sqrt{10}}{2} = 2 \pm \sqrt{10}.$$

○

$$x = 2, \quad x = 2 + \sqrt{10}, \quad x = 2 - \sqrt{10}.$$

Рис. 2.10. Нулі функції

4. Проміжки зростання та спадання функції:

Для визначення проміжків зростання та спадання потрібно знайти похідну функції:

$$f'(x) = 3x^2 - 12x + 4$$

Знайдемо критичні точки, розв'язавши рівняння $f'(x) = 0$:

$$3x^2 - 12x + 4 = 0.$$

Розв'язуємо це рівняння за допомогою формули для квадратних рівнянь:

$$x = \frac{-(-12) \pm \sqrt{(-12)^2 - 4(3)(4)}}{2(3)} = \frac{12 \pm \sqrt{144 - 48}}{6} = \frac{12 \pm \sqrt{96}}{6} = \frac{12 \pm 4\sqrt{6}}{6} = 2 \pm \frac{2\sqrt{6}}{3}.$$

Від

$$x_1 = 2 + \frac{2\sqrt{6}}{3}, \quad x_2 = 2 - \frac{2\sqrt{6}}{3}.$$

Тепер розглянемо знаки похідної на проміжках $(-\infty, x_2)$, (x_2, x_1) і (x_1, ∞) .

Для цього обираємо тестові точки:

- Для $x < x_2$, похідна негативна (спадання).
- Для $x_2 < x < x_1$, похідна позитивна (зростання).
- Для $x > x_1$, похідна негативна (спадання).

Отже, проміжки зростання: (x_2, x_1) , проміжки спадання: $(-\infty, x_2)$ і (x_1, ∞) .

Рис. 2.11. Проміжки зростання та спадання функції

6. Асимптоти:

Оскільки функція є многочленом третього ступеня, у неї немає вертикальних, горизонтальних чи похилих асимптот.

7. Точки перегину:

Точки перегину визначаються, коли третя похідна $f'''(x) = 0$. Для нашої функції:

$$f'''(x) = 6.$$

Третя похідна постійна, отже, точки перегину відсутні.

Рис. 2.12. Асимптоти та точки перегину функції

8. Побудова графіка функції:

Для побудови графіка функції потрібно врахувати наступне:

- Область визначення — всі дійсні числа.
- Нулі функції: $x = 2$, $x = 2 \pm \sqrt{10}$.
- Точки максимуму і мінімуму: x_1 — мінімум, x_2 — максимум.
- Проміжки зростання і спадання.
- Функція не має асимптот та точок перегину.

Графік буде мати вигляд кубічної кривої з максимумом у точці x_2 , мінімумом у точці x_1 і проходити через задані нулі.

Якщо потрібно, можна створити графік цієї функції для наочності.

Рис. 2.13. Побудова графіка функції

Додатково запросимо побудову самого графіка функції як показано на рис. 2.14.

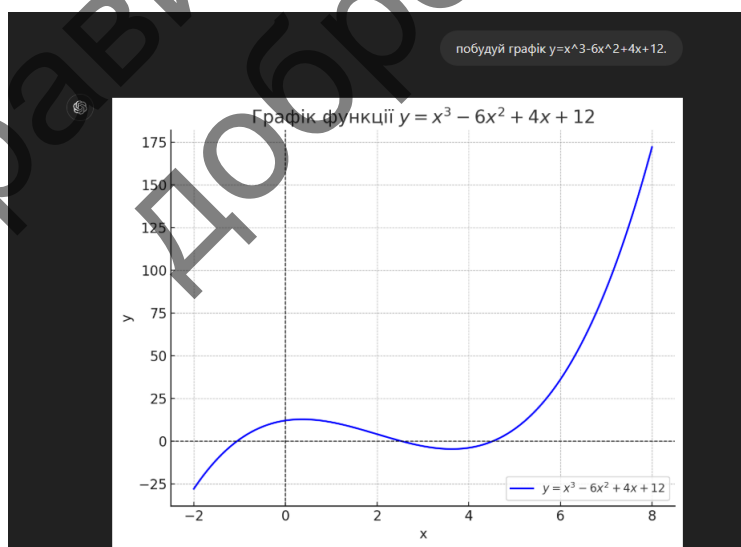


Рис. 2.14. Графік функції $y = x^3 - 6x^2 + 4x + 12$

Як можна бачити ChatGPT надає детальний розв'язок завдання по пожному етапу, який задав користувач та в кінці виводить графічне зображення заданої функції.

Як ChatGPT, так і Gemini мають значний потенціал для інтеграції в систему SMART-освіти. Обидва інструменти сприяють розвитку персоналізованого навчання, забезпечують миттєвий зворотний зв'язок та створюють можливості для учнів працювати в зручному темпі. Водночас, для досягнення найкращих результатів їх використання повинно бути спрямоване на підтримку, а не заміну класичного навчального процесу. Важливим є правильне поєднання ШІ з традиційними методами викладання для максимізації ефективності навчання.

Зі швидким розвитком і поширенням технологій штучного інтелекту (ШІ) у сфері освіти виникає багато етичних та соціальних питань, які потребують глибокого аналізу та вирішення. Одним із центральних викликів є забезпечення конфіденційності та безпеки даних учнів, оскільки сучасні освітні системи, засновані на ШІ, працюють із великими обсягами персональних даних. До таких даних належать не тільки базові демографічні дані, але й індивідуальні показники успішності, поведінкові патерни, переваги та слабкі місця учнів. Відповідно, проблема захисту цих даних від несанкціонованого доступу або зловживань набуває першочергового значення, адже витіки інформації можуть призвести до втрати довіри учнів, батьків і педагогів до технологій Smart освіти.

Зокрема, у роботах таких дослідників, як J. Villasenor, наголошується, що обробка особистих даних в освітніх технологіях має відбуватися з дотриманням суворих правил щодо приватності та захисту інформації [59]. Важливою складовою цієї етики є забезпечення прозорості щодо того, як саме дані збираються, зберігаються та використовуються в освітніх системах. Наявність чітких політик конфіденційності та захисту даних, таких як механізми шифрування та анонімізації, є важливим фактором для мінімізації ризиків, пов'язаних з обробкою даних.

Ще одним викликом є прозорість алгоритмів ШІ. Багато алгоритмів, на основі яких працюють освітні платформи, залишаються закритими для

користувачів, що може викликати недовіру з боку як педагогів, так і учнів. Учні та їхні наставники повинні мати чітке розуміння того, як і на основі чого створюються рекомендації або оцінки, що надаються системами ШІ. Це питання особливо важливе, коли йдеться про навчальні рекомендації або оцінювання, адже закритість алгоритмів може призводити до непрозорого впливу на академічні успіхи учнів, що піднімає питання справедливості та об'єктивності оцінювання.

Упередження та дискримінація також є серйозними викликами у впровадженні ШІ в освітню сферу. Оскільки алгоритми ШІ розробляються на основі великих наборів даних, вони можуть відтворювати існуючі в суспільстві упередження. Наприклад, у деяких системах оцінювання можна спостерігати тенденцію до надання переваг учням з певними характеристиками або навіть культурними особливостями. На думку дослідників С. Бейлі та Дж. Лі, упередження в алгоритмах ШІ може негативно вплинути на рівні можливостей для всіх учнів, якщо ці алгоритми використовуються для ухвалення рішень щодо навчальних програм, рівня складності завдань або оцінювання [60].

Ще одне важливе питання – психологічний вплив ШІ на процес навчання. Оскільки ШІ-системи поступово беруть на себе частину освітнього процесу, це може знижувати мотивацію учнів до самостійного навчання. Постійна доступність допомоги та рекомендацій від ШІ може призводити до того, що учні починають сприймати знання як щось доступне за замовчуванням, а не як результат власних зусиль. Крім того, заміна живого спілкування між учнями та педагогами на інтерактивні платформи може призвести до недостатньої розвиненості емоційного інтелекту та соціальних навичок учнів, що також викликає занепокоєння серед дослідників, таких як К. Shelton та D. Lanier [61].

Таким чином, інтеграція ШІ в систему SMART-освіти відкриває як значні можливості для персоналізованого навчання, так і нові етичні виклики, які необхідно враховувати при розробці та впровадженні таких систем. Забезпечення прозорості, справедливості, безпеки даних та обізнаності всіх учасників освітнього процесу є необхідними умовами для створення

сприятливого навчального середовища, що базується на принципах етики та поваги до приватності учнів.

2.4. Персоналізовані освітні траєкторії для учнів з різними рівнями знань

Персоналізовані освітні траєкторії – це підхід, що забезпечує індивідуальний розвиток учня, адаптуючи навчальний процес під його поточні знання, потреби, сильні та слабкі сторони. Основна ідея полягає в тому, щоб учень просувався за індивідуальною траєкторією, яка корегується на основі його результатів і темпу засвоєння матеріалу. У сфері математики персоналізація допомагає ефективно освоювати основні поняття, закріплювати практичні навички та поступово переходити до складніших рівнів. Наприклад, якщо учень виявляє труднощі у розумінні певних тем, система може надати йому додаткові завдання для закріплення базових знань, перш ніж перейти до нових тем. Водночас учні з вищим рівнем підготовки можуть отримати більш поглиблені завдання для стимуляції аналітичного мислення. Такий підхід дозволяє уникнути стресу, пов'язаного з універсальними стандартами, і підвищує мотивацію до навчання завдяки відчуттю індивідуального прогресу.

Сьогодні існує багато платформ, які застосовуються для створення персоналізованих траєкторій. Кожна з них має власні унікальні характеристики, які дозволяють вчителям і учням створювати індивідуальний досвід навчання. Розглянемо для прикладу деякі з них, наприклад Edmentum та Coursera for Campus.

Edmentum – це освітня онлайн-платформа, що надає адаптивні рішення для персоналізованого навчання [62]. Вона орієнтована на підтримку вчителів і учнів у створенні індивідуальних освітніх траєкторій, пропонуючи навчальний контент, оцінювання і аналітичні інструменти для всіх рівнів освіти. Платформа включає такі ключові компоненти:

– Courseware: великий набір онлайн-курсів з різних предметів, які можна налаштувати відповідно до рівня знань і потреб учнів. Це допомагає у створенні

персоналізованих навчальних планів, а також у забезпеченні різноманітності контенту, що включає як інтерактивні заняття, так і традиційні завдання;

– Exact path: спеціально розроблений інструмент, який автоматично оцінює рівень знань учнів, визначає їх слабкі та сильні сторони і пропонує траєкторію навчання, яка корегується у міру проходження навчального матеріалу. Це дозволяє учням розвиватися у своєму темпі, забезпечуючи належну підтримку для закріплення базових знань і переходу до складніших тем;

– Study island: програма для підготовки до стандартних тестів і закріплення знань. Вона орієнтована на забезпечення практики в режимі реального часу та покращення навичок шляхом інтерактивних вправ і вікторин, що особливо важливо в умовах регулярних перевірок знань.

Переваги освітньої онлайн-платформи Edmentum:

– гнучкість і адаптивність: платформа дозволяє легко адаптувати навчання під конкретного учня та коригувати його освітню траєкторію на основі постійного оцінювання;

– широкий спектр предметів: Edmentum пропонує контент не тільки з математики, а й з природничих наук, літератури, соціальних наук, що робить платформу універсальною для застосування в школах;

– аналітичні можливості: вчителі отримують детальний аналіз прогресу учнів, що дозволяє їм оперативно втручатися та коригувати навчальний процес у разі виявлення проблем.

Серед недоліків освітньої онлайн-платформи Edmentum виділимо наступні:

– складність у використанні для вчителів: незважаючи на адаптивність, платформа може вимагати значного часу для налаштування індивідуальних параметрів, що може бути важко для нових користувачів;

– залежність від інтернету: як і більшість цифрових платформ, Edmentum потребує стабільного інтернет-з'єднання, що може бути проблемою в регіонах з обмеженим доступом до інтернету.

Розглянемо приклади матеріалів на платформі Edmentum, які можна використовувати в навчанні математики старшої школи (рис. 2.15 – 2.16).

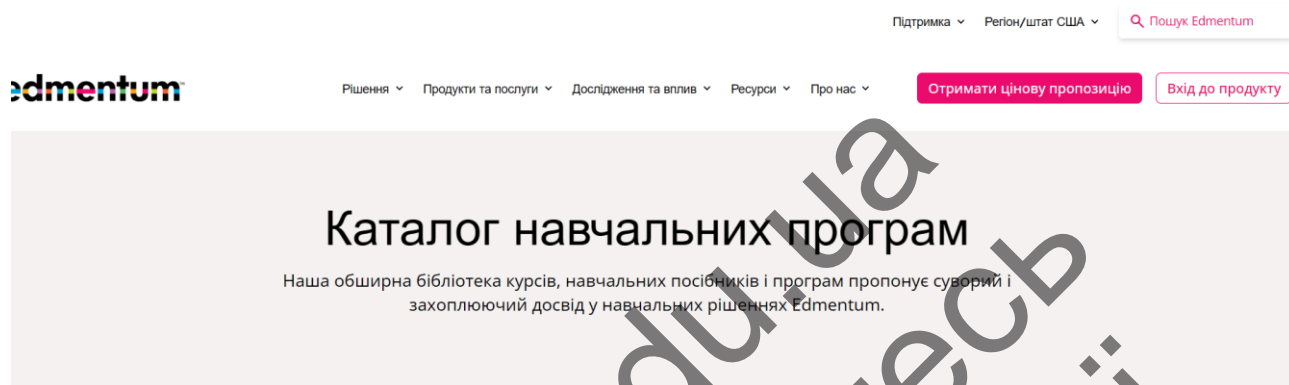


Рис.2.15. Сервіс Edmentum



Рис. 2.16. Каталог курсів на платформі Edmentum

Як можна бачити, на данному зарубужіному сервісі багато різних курсів для старшої школи пов'язаних з алгеброю та в цілому з математикою як показано на рисунках 2.17 (а, б, в, г).

Accelerate to Alabama Algebra I with Probability

SUBJECT Math
GRADE LEVEL High School

Courseware

Description

Accelerate to Alabama Algebra I is a short course designed to prepare students for success in Algebra I aligned to Alabama Course of Study Standards. It focuses on reviewing the essential skills and mathematical concepts that serve as the foundation for upcoming learning. Students will apply their understanding of algebraic techniques for representing relationships and use these relationships to solve problems. Students will also explore how statistics and probability can be used to draw conclusions and make predictions.

Рис. 2.17 (а) Приклад курсу на платформі Edmentum

Accelerate to Alabama Algebra II with Statistics

SUBJECT Math
GRADE LEVEL High School

Courseware

Description

Accelerate to Alabama Algebra II is a short course designed to prepare students for success in Algebra II aligned to Alabama Course of Study Standards. It focuses on reviewing the essential skills and mathematical concepts that serve as the foundation for upcoming learning. Students will apply their understanding of algebraic techniques for representing relationships and use these relationships to solve problems. Students will also explore how statistics and probability can be used to draw conclusions and make predictions.

Рис. 2.17 (б) Приклад курсу на платформі Edmentum

Accelerate to Alabama Geometry with Data Analysis

SUBJECT Math
GRADE LEVEL High School

Courseware

Description

Accelerate to Alabama Geometry is a short course designed to prepare students for success in Geometry aligned to Alabama Course of Study Standards. It focuses on reviewing the essential skills and mathematical concepts that serve as the foundation for upcoming learning. Students will apply their understanding of algebraic techniques to rewrite and solve expressions and equations. Students will also explore simple probability and revisit fundamental geometric relationships.

Рис. 2.17 (в) Приклад курсу на платформі Edmentum

Accelerate to Arizona Geometry

Accelerate to Arizona Geometry is a short course designed to prepare students for success in Geometry aligned to Arizona Academic Standards. It focuses on reviewing the essential skills and...

Courseware

[View Details >](#)

Accelerate to Arkansas Algebra I

Accelerate to Arkansas Algebra I is a short course designed to prepare students for success in Algebra I aligned to Arkansas Academic Standards. It focuses on reviewing the essential skills...

Courseware

[View Details >](#)

Accelerate to Arkansas Algebra II

Accelerate to Arkansas Algebra II is a short course designed to prepare students for success in Algebra II aligned to Arkansas Academic Standards. It focuses on reviewing the essential skills...

Courseware

[View Details >](#)

Рис. 2.17 (г) Приклад курсу на платформі Edmentum

Як можна бачити, освітня онлайн платформа Edmentum містить в собі багато різноманітних, корисних курсів для навчання математики для учнів старшої школи.

Coursera for Campus – це освітня ініціатива платформи Coursera, яка надає доступ до величезної бази онлайн-курсів провідних університетів і організацій світу, таких як Stanford, Yale, Google [63]. Coursera for Campus підтримує вищу освіту та шкільну систему, пропонуючи курси різних рівнів складності, що можна використовувати як основу для побудови персоналізованих траєкторій.

Дана платформа ключає в себе наступні компоненти:

- Інтерактивні курси. Кожен курс на платформі пропонує відео лекції, інтерактивні завдання, практичні вправи та підсумкові тести. Учні можуть самостійно вибирати темп навчання, що дозволяє створити гнучку траєкторію навчання.

- Спеціалізації та професійні сертифікати. Coursera for Campus пропонує можливість отримання спеціалізацій та професійних сертифікатів, що додає цінності для учнів, які планують продовжити навчання або працювати в конкретних галузях.

- Аналіз результатів. Вчителі можуть відслідковувати успішність учнів, прогрес у проходженні курсів і рівень засвоєння матеріалу. Це дозволяє не тільки контролювати виконання завдань, але і допомагати учням із труднощами.

Переваги платформи Coursera for Campus:

- доступ до високоякісного контенту: навчальні матеріали створені провідними університетами світу, що забезпечує їхню актуальність і якість;

- гнучкість навчання: учні можуть вибирати курси, які відповідають їхнім інтересам і рівню підготовки, а також навчатися у зручному для себе темпі;

- сертифікати, що визнаються роботодавцями: наявність сертифікатів, що визнаються роботодавцями, додає мотивації учням.

Недоліки платформи Coursera for Campus:

- відсутність інтерактивної підтримки для шкільних вчителів: Coursera не завжди пропонує достатню інтеграцію зі шкільною програмою, що може ускладнити її використання в середній освіті;
- обмежена інтеграція з локальними навчальними планами: деякі курси можуть не відповідати локальним навчальним планам або бути надто складними для молодших учнів.

Наведемо приклади матеріалів на платформі Coursera for Campus, які можна використовувати в навчанні математики в старших класах.

На головній сторінці платформи Coursera for Campus можна побачити спеціальне меню, де можна вибрати тематику для пошуку відповідних курсів для навчання з відповідної теми на рис. 2.18.

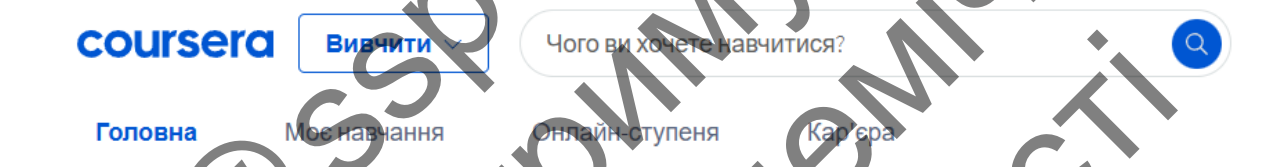


Рис. 2.18. Онлайн-платформа Coursera for Campus

Наприклад, зробимо запит за темою «math» та в результаті отримаємо широкий перелік курсів, пов'язаних за даною темою рис. 2.19 (а, б, в, г).

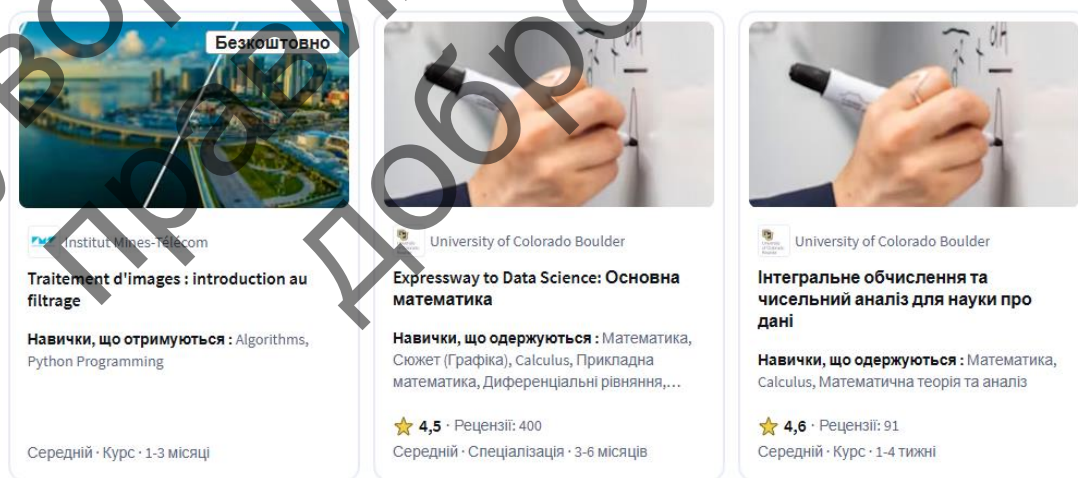


Рис. 2.19. (а) Приклад курсів на платформі Coursera

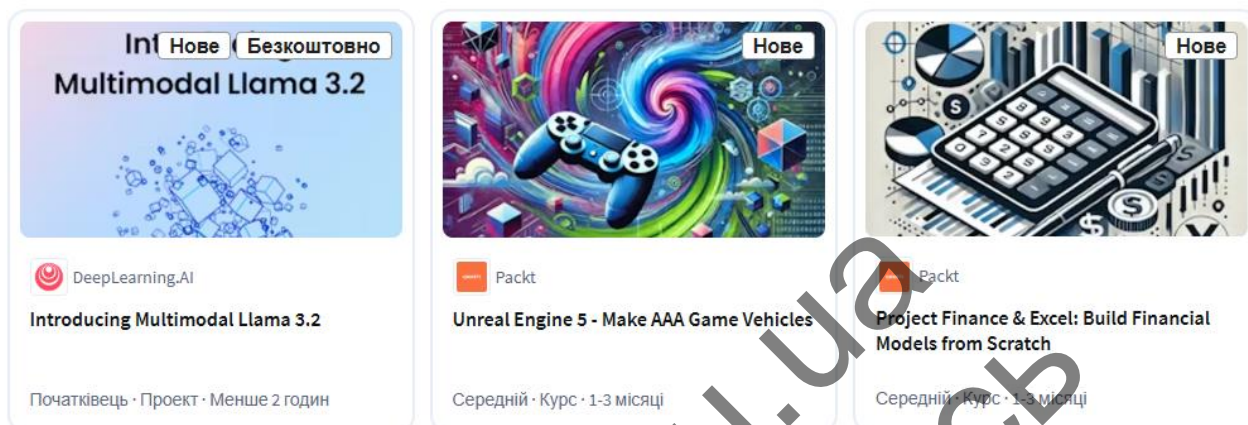


Рис. 2.19. (б) Приклад курсів на платформі Coursera

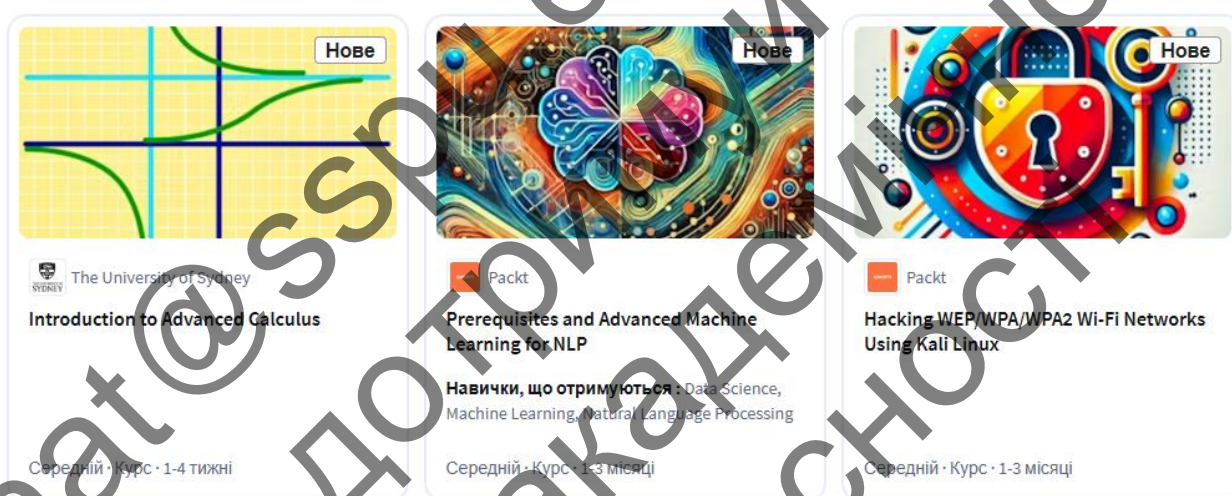


Рис. 2.19. (в) Приклад курсів на платформі Coursera



Рис. 2.19. (г) Приклад курсів на платформі Coursera

Наприклад, обравши безкоштовний курс, нас перекидає на сторінку самого курсу, де ми можемо ознайомитися з усією нам необхідною інформацією про даний курс, як показано на рис. 2.20 (а, б, в, г).

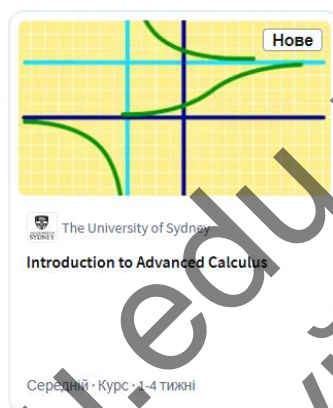


Рис.2.20 (а) Приклад курсу на платформі Coursera

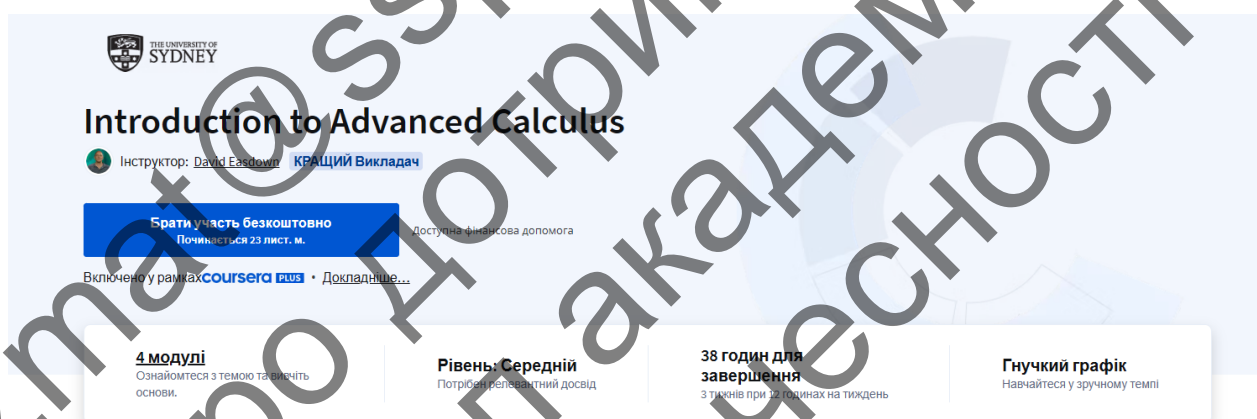


Рис. 2.20 (б) Зміст курсу на платформі Coursera


У цьому курсі є 4 модулі

Цей курс "Introduction to Advanced Calculus" є природним шрифтом до курсу "Introduction to Calculus", а також на цій платформі, у яких школярі добре розпорядилися, з деякими пріоритетними методами, може йти стріляти в. Одного разу, focus and themes of the course address important foundations for applications of mathematics in science, engineering and commerce, with now a

[Докладніше...](#)

Week 1 - Differentiation Модуль 1 • 9 годин до завершення	▼
Week 2 - Integration Модуль 2 • 13 годин до завершення	▼
Week 3 - Series Representations of Functions Модуль 3 • 8 годин до завершення	▼
Week 4 - Introduction to Differential Equations Модуль 4 • 8 годин до завершення	▼

Інструктор

 **КРАЩИЙ Викладач**
David Easdown
The University of Sydney
3 курсу • 253 475 учнів

від партнера


 **The University of Sydney**
[Докладніше...](#)

Рис. 2.20 (в) Рис. 2.20 (б) Опис модулів курсу на платформі Coursera

Рекомендується, якщо вас цікавить Math and Logic

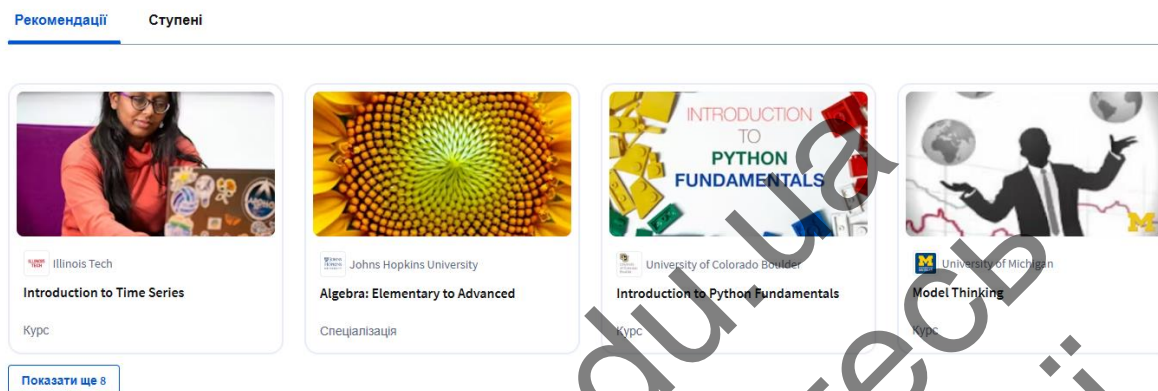


Рис. 2.20 (г) Приклад курсу на платформі Coursera

Обидві платформи, Edmentum і Coursera for Campus, є ефективними інструментами для персоналізованого навчання, хоча вони мають різні сфери застосування та особливості. Edmentum ідеально підходить для середньої школи завдяки своїм інструментам для оцінювання й адаптивності, тоді як Coursera for Campus краще підходить для старшокласників і студентів, що бажають поглиблено вивчати теми й отримати сертифікацію.

Розглянемо переваги і недоліки персоналізованого підходу в цілому.

Серед переваг виділимо наступні:

- збільшення мотивації та залученості учнів: персоналізація надає учням завдання, що відповідають їхнім можливостям, знижуючи стрес і збільшуючи зацікавленість;
- ефективність у навчанні. Вивчення матеріалу, адаптованого під рівень учня, підвищує його розуміння та здатність застосовувати знання на практиці;
- деталізація навчального процесу: викладачі можуть більш точно відслідковувати прогрес учнів та виявляти слабкі місця, що допомагає ефективніше корегувати навчання;
- покращення результатів у довгостроковій перспективі: персоналізовані траєкторії підвищують шанси учнів на академічний успіх завдяки адаптації до індивідуальних потреб.

До недоліків віднесемо такі особливості:

- проблеми з конфіденційністю та безпекою даних: для ефективної персоналізації системи потребують великого обсягу особистих даних, що може викликати занепокоєння серед батьків та педагогів;
- складність реалізації: налаштування індивідуальних параметрів для кожного учня є трудомістким процесом, який вимагає значного часу та навичок;
- необхідність спеціалізованих знань у викладачів. Викладачі мають володіти достатніми технічними знаннями для роботи з платформами, що може бути складно, особливо для тих, хто не має такого досвіду;
- залежність від технологій: використання персоналізованих освітніх платформ потребує стабільного інтернету та пристроїв, що не завжди доступні в освітніх закладах.

Персоналізовані освітні траєкторії стають важливим елементом сучасного навчання, особливо у контексті SMART-освіти. Вони дозволяють ефективніше адаптувати навчання до індивідуальних потреб учнів, що може значно підвищити їхню мотивацію, залученість та успіх. Однак цей підхід також вимагає вирішення низки питань, таких як забезпечення конфіденційності даних, технічна підготовка викладачів та доступність необхідної техніки. Загалом, якщо ці виклики подолані, персоналізоване навчання може забезпечити учнів кращими умовами для розвитку та допомогти їм досягти максимального потенціалу.

2.5. Використання мобільних додатків та онлайн-курсів в навчанні математики

Впровадження мобільних додатків і онлайн-курсів у процес навчання математики значно змінило підхід до освіти, зробивши його більш гнучким і адаптивним. З поширенням мобільних пристроїв та інтернету можливість вивчати математику стала доступною практично будь-де, а цифрові інструменти відкрили широкі можливості для персоналізованого, інтерактивного та незалежного навчання. Мобільні додатки, такі як Photomath, Khan Academy,

Brilliant, і Mathway, допомагають учням розв'язувати завдання та отримувати миттєвий зворотний зв'язок, забезпечуючи доступ до інтерактивних завдань та відео уроків, а також стимулюючи навчання через гейміфікацію та тестування.

Онлайн-курси, зокрема на платформах Coursera, Udemy і edX, надають учням доступ до лекцій і завдань від університетів та провідних математичних установ світу, що дозволяє опановувати матеріал на високому рівні. Завдяки таким курсам учні можуть дізнаватися новітні підходи до розв'язання математичних задач і здобувати сертифікації, що підвищують їхню конкурентоспроможність. Окрім того, інтеграція в навчання мобільних додатків і онлайн-курсів сприяє формуванню ключових навичок самостійного навчання, критичного мислення і технологічної грамотності, що є важливими компетенціями в умовах цифрового світу.

Розглянемо детальніше можливості та обмеження найпопулярніших мобільних додатків і платформ для онлайн-курсів у навчанні математики, порівняємо їх переваги, обмеження та функціонал, а також проаналізуємо, які специфічні компетенції вони допомагають розвивати у учнів.

Мобільні додатки для навчання математики стали популярним інструментом, який дає можливість учням вивчати складні математичні поняття через інтерактивний формат. Розглянемо детальніше декілька популярних додатків, їх особливості, переваги та недоліки.

Photomath дозволяє користувачам сканувати математичні задачі за допомогою камери смартфона, після чого додаток надає детальні розв'язання з поясненнями [64]. Він охоплює широкий спектр тем від базових обчислень до алгебраїчних рівнянь і тригонометрії.

Позитивними можна назвати такі якості, як зручність у використанні (простий інтерфейс та функція розпізнавання рукописного тексту) та пояснення кроків (додаток пропонує покрокове рішення з детальними поясненнями, що особливо корисно для учнів, які хочуть зрозуміти процес розв'язання).

Серед недоліків зазначимо обмеження функціональності (не підходить для деяких тем) та пасивне навчання, оскільки учні можуть просто сканувати

прикладі, це може зменшити їхню мотивацію до самостійного мислення та виконання завдань.

Розглянемо завдання на побудову графіка функції $y = x^3 - 6x^2 + 4x + 12$ з використанням мобільного додатка Photomath.

При відкритті мобільного додатка, ми потрапляємо на головне меню де можна задати рівняння, математичний вираз, тощо, як показано на рис. 2.21. Через спеціальний калькулятор задаємо нашу функцію що на рис. 2.22.



Рис. 2.21. Мобільний додаток Photomath Рис. 2.22. Похідна функції

Далі натискаємо клавішу «Показати розв’язання» та отримуємо детальні інструкції та вказівки, що саме програма має зробити для даного завдання як показано на рис. 2.23 (а, б, в, г).

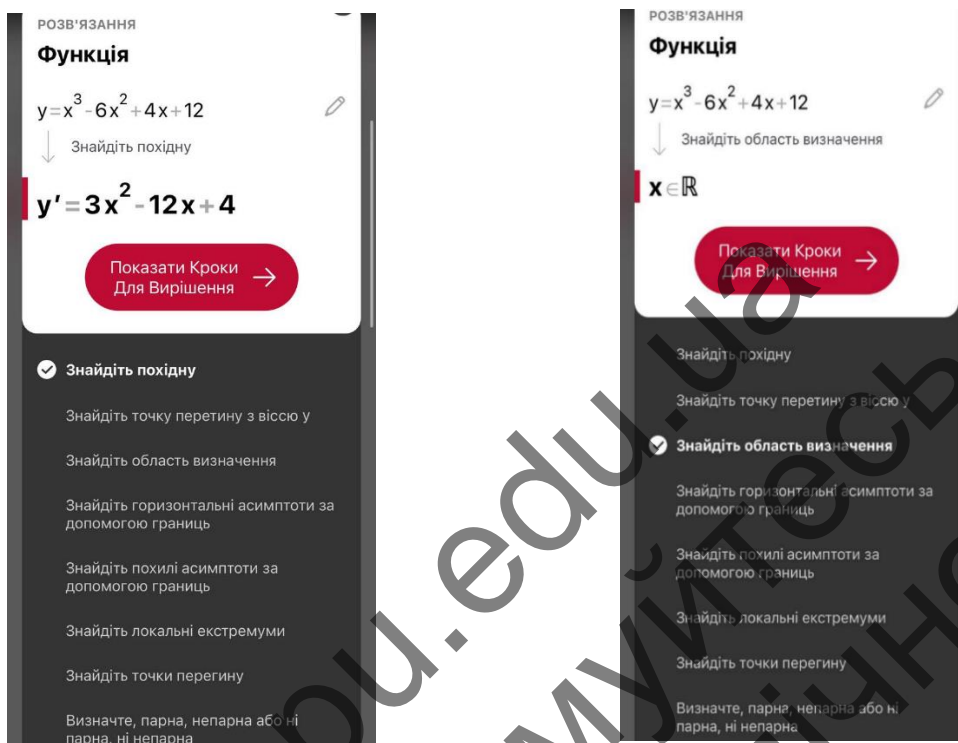


Рис. 2.23. (а, б) Етапи дослідження функції



Рис. 2.23. (в, г) Етапи дослідження функції

Нижче можна побачити графік данної функції та у спеціальному меню більш детально оглянути його та проаналізувати що показано на рис. 2.24 (а, б).

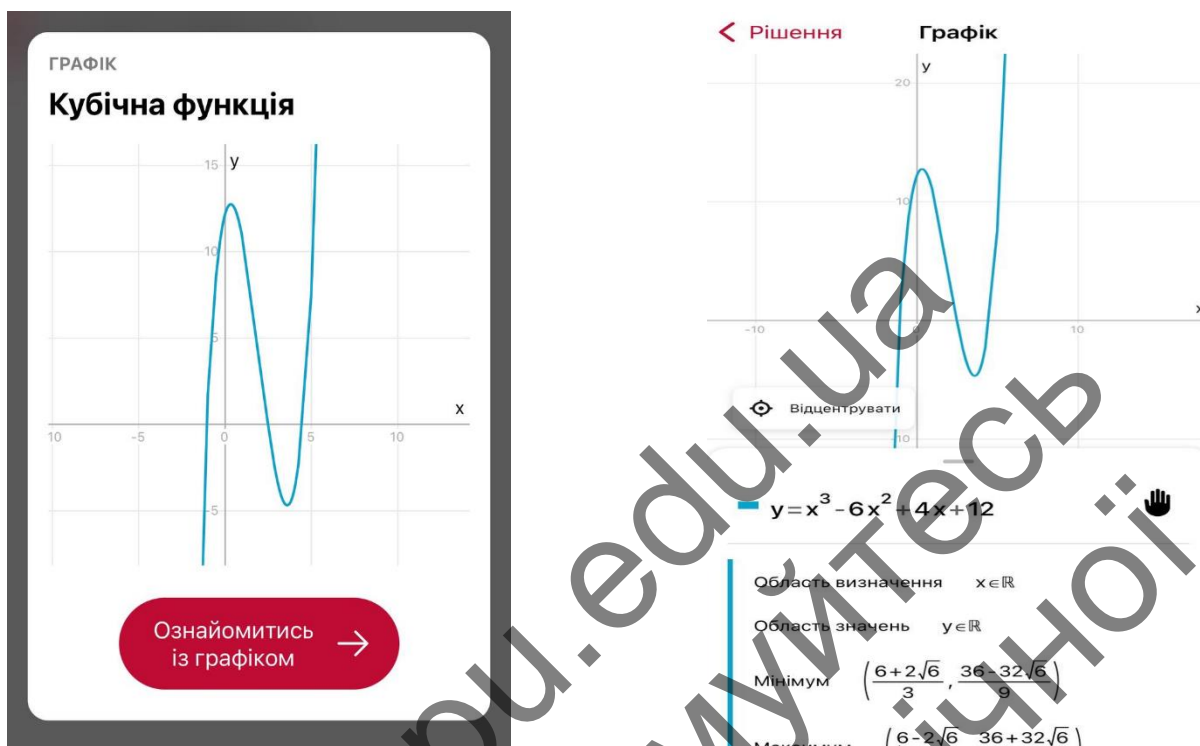


Рис. 2.24. (а, б) Побудова графіка функції

Як можна бачити – мобільний додаток Photomath детально описав побудову та дослідження графіка функції, з покроковим поясненням та детальними інструкціями. При користуванні додатком можна побачити що навігація та інтерфейс самого додатку дуже зручний при користуванні.

Khan Academy пропонує широкий вибір відеоуроків, тестів і вправ, які охоплюють теми від початкового до університетського рівня [65]. Додаток також надає систему оцінювання та зворотний зв'язок для учнів.

З позитивних якостей виділимо наявність повного навчального курсу (різноманітність тем та структурована програма дозволяють учням послідовно вивчати математику) та адаптивний підхід (додаток підлаштовується до рівня знань учня, пропонуючи додаткові завдання або пояснення).

З недоліків можна зазначити наступні: обмежена інтерактивність у порівнянні з іншими додатками та відсутність миттєвого розпізнавання прикладів (не можна просто сфотографувати задачу, як у Photomath, учень повинен вручну вводити приклади або переглядати матеріали).

При відкриття додатку Khan Academy, ми бачимо початкове меню, де користувачу пропонують обрати мову для зручного користування додатком що на рис. 2.25 (а, б). Натиснувши на кнопку «Explore», ми можемо бачити список тем до відповідних курсів, які можемо обрати, на рис.2.26.

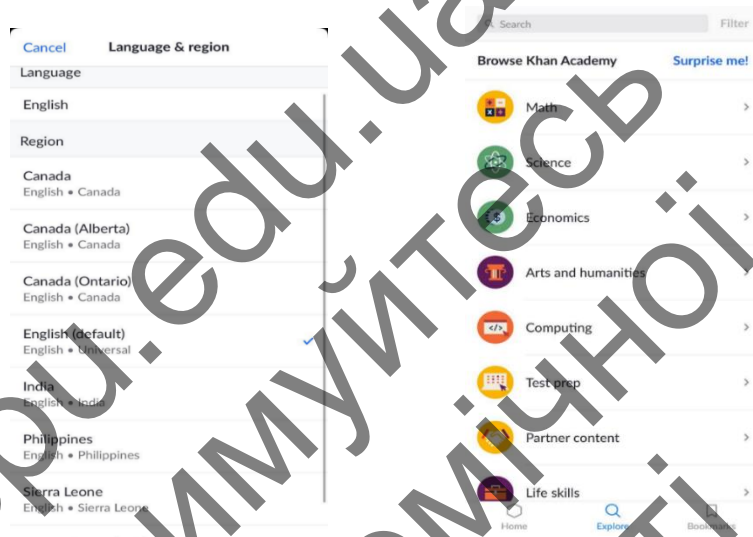
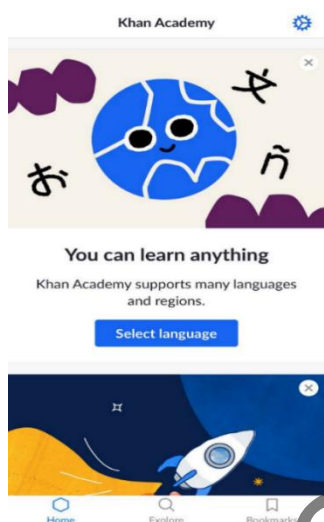


Рис.2.25. (а, б) Платформа Khan Academy Рис.2.26. Меню пошуку «Explore»

Наприклад, обираємо вкладку «Math» та бачимо список тем різного рівня, різних класів в області математики (рис. 2.27 (а, б)).

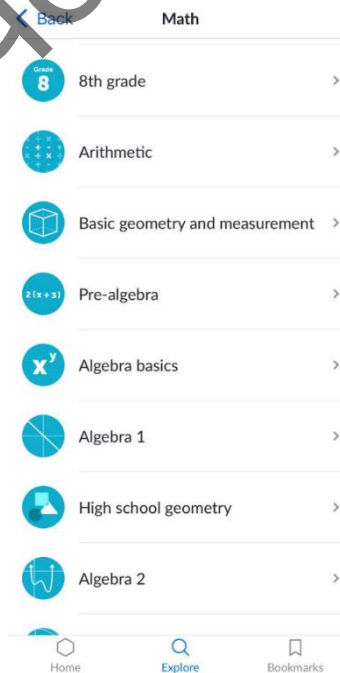
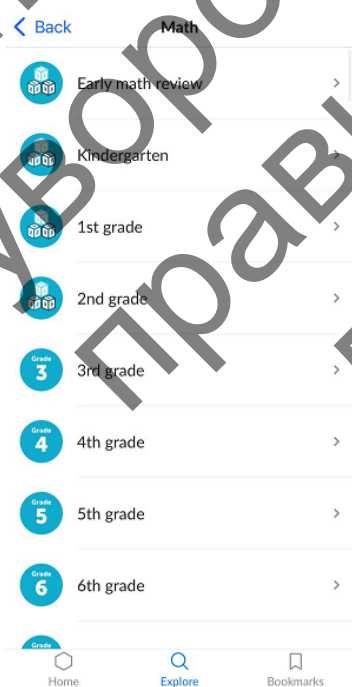


Рис. 2.27. (а, б) Приклади курсів на платформі Khan Academy

Наприклад, оберемо вкладку «Algebra 2» та бачимо перелік курсів з детальними відео уроками та конспектами в електронному вигляді на обрану тему як показано на рис. 2.28 (а, б, в).



Рис. 2.28. (а, б, в) Зміст курсу на платформі Khan Academy

Як можна бачити, мобільний додаток Khan Academy, дуже зручний при користуванні, містить в собі багато різних курсів, на різні навчальні теми. Навігація та графічне оформлення самого додатка, комфортне для сприйняття.

Brilliant пропонує інтерактивні курси, орієнтовані на розв'язання задач і розвиток критичного мислення [66]. Курси з математики покривають теми від основ математики до таких тем як, наприклад, комбінаторика та теорія ймовірності.

Зазначимо позитивні якості онлайн-курсів на Brilliant: інтерактивне навчання (Brilliant використовує підхід активного навчання, коли учні самостійно розв'язують задачі, а не просто переглядають пояснення) та розвиток логічного та аналітичного мислення (курси побудовані так, щоб розвивати аналітичне мислення, а не просто вчити формули).

Серед недоліків виділимо відсутність покрокових пояснень (Brilliant більше орієнтований на самостійне розв'язання задач, тому новачкам може бути складно освоїти матеріал без додаткових пояснень) та платний контент (багато курсів і задач доступні тільки за підпискою).

Розглянемо мобільний додаток Brilliant на прикладі навчання певної теми з математики.

Запустивши додаток Brilliant, нас зустрічає вступне меню, в якому ми покроково обираємо: рівень за яким ми хочемо навчатися, яким чином ми хочемо навчатися, які теми ми хочемо вивчати, наш рівень знань по темі яку ми обрали для навчання, кількість часу яку ми хотіли б приділяти навчанню, зручний для нас період часу коли б ми на протязі дня хотіли навчатися. Після вибору всіх цих компонентів, програма підбирає під наш профіль, відповідні курси, завдання відповідно до рівню та типу навчання, який ми вибрали (рис.2.29 (а, б, в, г, д, е)).

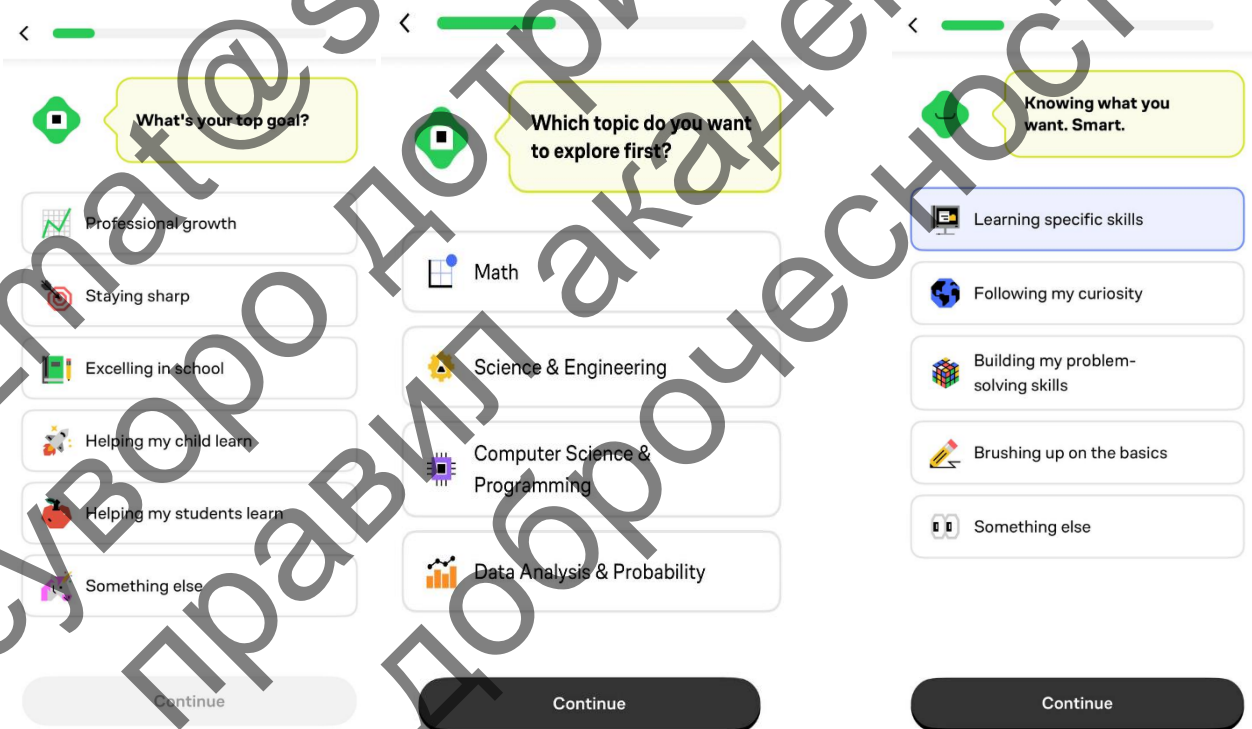


Рис. 2.29. (а, б, в) Приклади курсів на платформі Brilliant

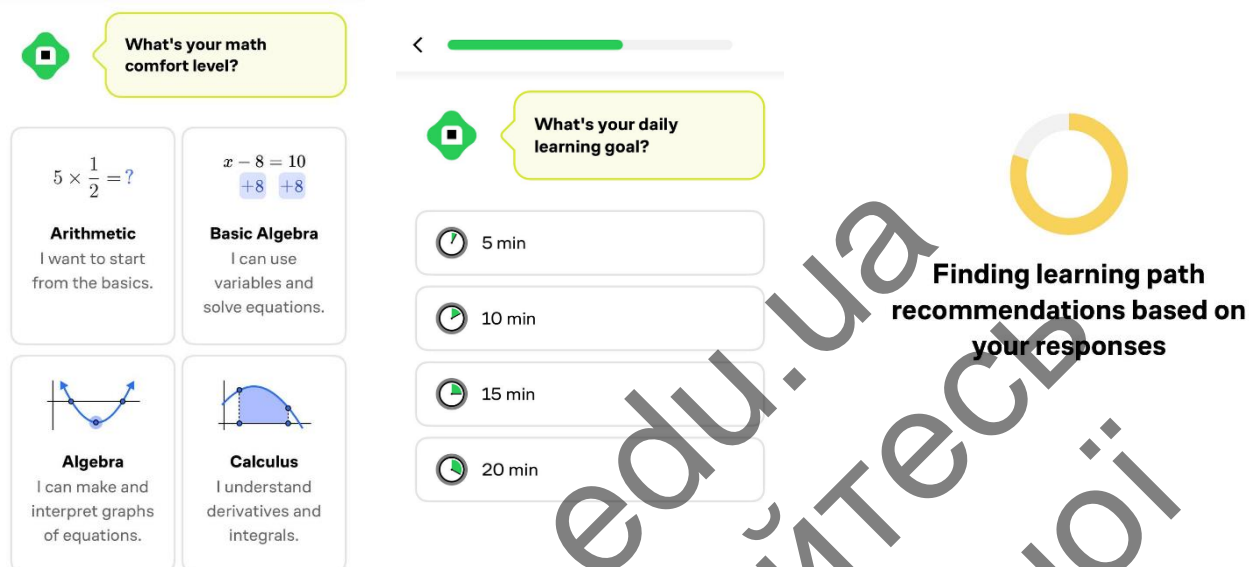


Рис. 2.29. (г, д, е) Деталі курсів на платформі Brilliant

Далі програма нам видає перелік різних курсів за різним типом складності, різними темами та пропозиціями для навчання, як показано на рис.2.30 (а, б).

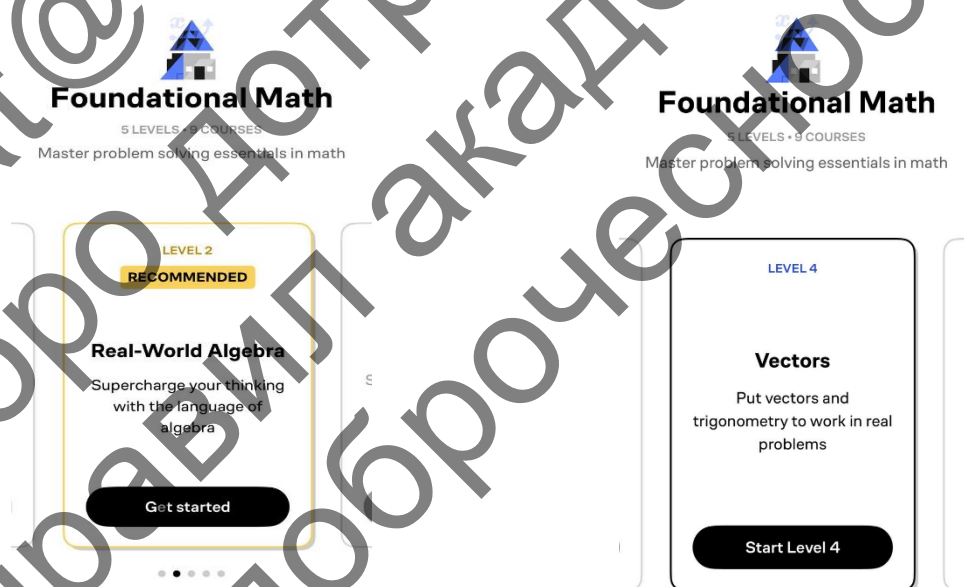


Рис. 2.30. (а, б) Приклади курсів на платформі Brilliant

Наприклад, обираємо тему «Vectors» та розпочинаємо віртуальний урок за цією темою, одразу бачимо цікаві інтерактивні завдання у вигляді математичної SMART-гри (рис. 2.31 (а, б, в)).

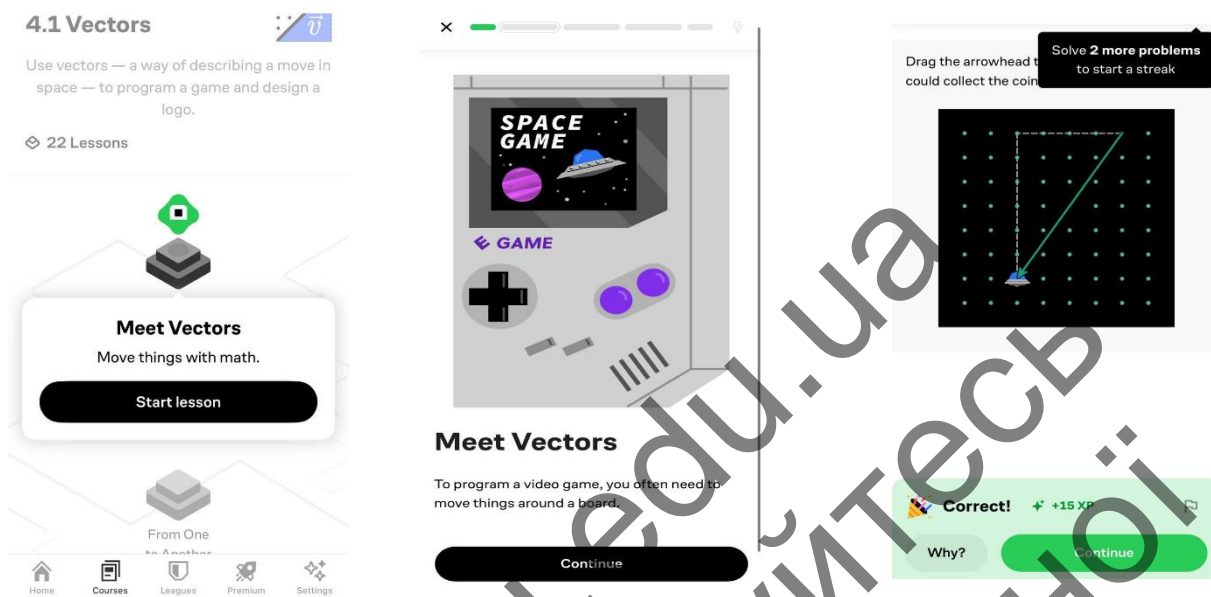


Рис. 2.31 (а, б, в) Тема «Вектори» на платформі Brilliant

Мобільний додаток Brilliant дуже зручний в користуванні так, як програма сама підлаштовує курси та їх навчальний рівень особисто під користувача, в залежності від параметрів які користувач задає при першому запуску програми. Інтерфейс програми комфортний та зручний для сприйняття, цікаві анімації та переходи між вкладками в самому застосунку.

Mathway схожий на Photomath, але також підтримує введення задач вручну [67]. Додаток дозволяє розв'язувати задачі з різних тем математики, включаючи тригонометрію та статистику.

З переваг даного додатку зазначимо широкий спектр функцій (Mathway підходить для розв'язування задач різних рівнів складності) та простота у використанні (інтерфейс інтуїтивно зрозумілий, а можливість введення задач вручну зручна для більш складних прикладів).

Серед недоліків варто вказати обмежене навчальне призначення (як і Photomath, Mathway надає готові розв'язання, що може знижувати самостійність учнів) та відсутність пояснень (на відміну від Brilliant, Mathway не пропонує покрокових пояснень, а надає тільки результат).

Кожен з додатків має свої унікальні сильні сторони, але також і певні обмеження. Photomath і Mathway ідеально підходять для швидкого отримання результатів, але менш ефективні для розвитку глибоких знань, оскільки дають готові рішення. Khan Academy забезпечує повний освітній курс, але через обмежену інтерактивність може здатися нудною для деяких учнів. Brilliant є найкращим для активного розвитку критичного мислення, хоча його модель самостійного навчання може виявитися складною для новачків.

Загалом, найефективнішим є комбінований підхід: використання Photomath або Mathway для оперативної перевірки розв'язків, Khan Academy для поглибленого вивчення матеріалу, і Brilliant для розвитку логічного та аналітичного мислення.

Онлайн-курси з математики стали важливою частиною сучасної освіти, пропонуючи студентам гнучкі й доступні можливості навчання. Кожен курс має свої унікальні особливості, які можуть підійти до різних потреб учнів. Розглянемо особливості, переваги та недоліки деяких популярних платформ.

Coursera пропонує курси від провідних університетів і навчальних організацій, таких як Stanford, MIT та університет Копенгагена [68]. Курси охоплюють різні математичні дисципліни від основних до спеціалізованих тем, таких як прикладна математика та статистика. Курси доступні як окремі уроки, так і в форматі спеціалізацій, що дозволяє глибше вивчати конкретну галузь.

Серед переваг даної платформи зазначимо якість матеріалів (курси від провідних університетів, часто з науково обґрунтованими підходами та з ретельною методикою викладання) та сертифікація (після завершення курсу користувачі можуть отримати сертифікати, які визнаються багатьма роботодавцями).

А серед недоліків варто вказати ціну (доступ до сертифікаційних програм платний, що може бути недоступним для деяких учнів) та формат відео лекцій, хоча вони і надають якісний контент, формат може бути пасивним, що знижує взаємодію з матеріалом.

EdX співпрацює з університетами та організаціями, такими як Harvard і Berkeley, і пропонує курси з математики та інших наук [69]. Особливість платформи – можливість перегляду матеріалів безкоштовно, а також участь у професійних сертифікаційних програмах.

Перевагами платформи EdX є доступність без сертифікатів (користувачі можуть переглядати курси безкоштовно, якщо їм не потрібен сертифікат, що робить навчання доступним) та різноманітність тем (Edx охоплює різні математичні напрямки: теоретичні курси, обчислювальна математика, статистика тощо).

В якості недоліків виділимо меншу кількість інтерактивних компонентів: у порівнянні з іншими платформами, наприклад, Khan Academy, Edx менше фокусується на інтерактивних тестах та вправах, та відсутність персоналізації (користувачі можуть не отримувати індивідуальний зворотний зв'язок через велике число учасників у популярних курсах).

Udacity зосереджується на технічних і прикладних аспектах математики, особливо в галузі аналізу даних та машинного навчання [70]. Серед переваг прикладна спрямованість (орієнтується на практичне використання математики, що корисно для кар'єри в IT та аналітиці) та підтримка менторів (платформа надає підтримку менторів, що допомагає студентам справлятися зі складними завданнями). А недоліками вважатимемо високу вартість програм та орієнтацію на конкретні теми, оскільки курси фокусуються на вузькоспеціалізованих напрямках, тому для базового або широкого навчання математики можуть бути недостатніми.

Udacity може бути корисним для старшокласників, особливо:

- у профільних класах (наприклад, математичних або IT);
- для поглибленого вивчення прикладних аспектів математики, таких як аналіз даних;
- у позакласних заходах або підготовці до участі в конкурсах/проєктах.

Однак, через високу вартість і спеціалізовану спрямованість платформи, вона не є ідеальним вибором для масового використання в шкільній програмі.

Для базового навчання або підготовки до НМТ краще зосередитися на більш доступних і широких платформах, таких як Khan Academy або Matific.

Кожна з платформ має свої особливості й підходить для різних категорій учнів. Coursera і EdX підходять для тих, хто хоче отримати академічні знання з сертифікацією. Udacity орієнтований на прикладне навчання в технологічних сферах, тоді як Khan Academy є ідеальним варіантом для учнів з середнім рівнем навчальних досягнень. Залежно від цілей і рівня підготовки учня, доцільно комбінувати різні платформи, щоб отримати повноцінне і всебічне навчання математики.

Використання мобільних додатків та онлайн-курсів у вивченні математики відкриває широкі можливості для учнів і вчителів, адаптуючи процес навчання до сучасних умов. Основні переваги полягають у доступності та гнучкості цих ресурсів: учні можуть займатися в будь-який час і з будь-якого місця, що особливо важливо для тих, хто потребує індивідуального підходу або нестандартного графіку навчання. Мобільні додатки, такі як Photomath чи GeoGebra, пропонують інтерактивний досвід і сприяють глибшому розумінню математичних концепцій, тоді як онлайн-платформи, такі як Coursera чи Khan Academy, забезпечують структуроване навчання та доступ до сертифікованих програм.

Проте важливо враховувати і виклики. Наприклад, не всі додатки забезпечують належну якість контенту, а в безкоштовних програмах може бракувати функцій, необхідних для глибшого вивчення. Відсутність прямого зворотного зв'язку в багатьох мобільних додатках і високі ціни на сертифікацію в онлайн-курсах також можуть обмежити їхню ефективність і доступність. З огляду на це, найкращий результат можна отримати при поєднанні різних ресурсів: мобільні додатки добре підходять для швидкого опанування базових понять і практичних завдань, а онлайн-курси доповнюють навчання поглибленими знаннями та структурованою підтримкою.

Загалом, мобільні додатки й онлайн-курси не лише ефективно доповнюють традиційне навчання, але й формують нові стандарти у вивченні математики,

сприяючи розвитку самостійності та роблячи знання доступними для всіх. Однак для максимального результату важливо вибирати ресурси, що відповідають навчальним цілям, та поєднувати їх із іншими формами навчання.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

За результатами аналізу основних засобів SMART-освіти виділено інтерактивні платформи, які забезпечують ефективну взаємодію між учнями та вчителем, підвищуючи мотивацію до вивчення математики; математичні симулятори і віртуальні лабораторії, що дозволяють учням самостійно досліджувати складні математичні явища, підкріплюючи теоретичні знання практичним застосуванням; засоби штучного інтелекту, які відкривають нові перспективи для адаптивного навчання, що враховує індивідуальні потреби кожного учня.

З'ясовано, що створення персоналізованих освітніх траєкторій сприяє більш глибокому засвоєнню навчального матеріалу учнями з різним рівнем знань. Показано, що при цьому велику роль відіграють мобільні додатки і онлайн-курси, які розширюють доступ до освітніх ресурсів, сприяють самонавчанню та забезпечують безперервність освітнього процесу.

Засоби SMART-освіти створюють сприятливі умови для інтерактивного, персоналізованого та практикоорієнтованого навчання математики, що відповідають сучасним вимогам до організації освітнього процесу. Вони не лише підвищують ефективність засвоєння знань, а й сприяють формуванню в учнів критичного мислення та здатності до самостійного навчання.

РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ SMART ТЕХНОЛОГІЙ В НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ

3.1. Аналіз використання SMART технологій у навчальному процесі (на прикладі конкретного закладу освіти)

Використання SMART технологій у шкільній освіті є сучасним підходом, що спрямований на підвищення мотивації та залученості учнів до навчального процесу, особливо в таких предметах, як математика, де необхідна наочність і глибоке розуміння абстрактних понять. Для прикладу, розглянемо навчальний заклад (місце проходження педагогічної практики), а саме: Миколаївський ліцей Миколаївської селищної ради Сумського району Сумської області. Цей заклад освіти активно впроваджує SMART технології в освітню практику, щоб адаптувати процес навчання до вимог сучасного суспільства, яке все більше інтегрується з цифровими технологіями [71]. Це впровадження сприяє розвитку критичного та логічного мислення, підвищенню рівня розуміння і засвоєння навчального матеріалу та розширенню можливостей для самостійного навчання учнів.

Миколаївський ліцей є одним із провідних закладів громади у впровадженні цифрових інновацій в освітній процес. У школі обладнані сучасні комп'ютерні класи з персональними комп'ютерами для учнів, інтерактивними панелями, які встановлені у кожному класі, проєкторами, що використовуються для відтворення навчального матеріалу, а також високошвидкісним Інтернетом, який доступний як для вчителів, так і для учнів. Це забезпечує можливість використання інтерактивних платформ, мобільних додатків, онлайн-курсів і доступу до різних навчальних ресурсів.

У закладі постійно проводяться курси та тренінги для вчителів, спрямовані на вдосконалення навичок використання сучасних SMART технологій. Вчителі математики активно залучені до процесу навчання на таких курсах, що дозволяє їм ефективніше використовувати інструменти та платформи для підтримки інтерактивного навчання і самостійної роботи учнів. Крім того, школа активно

співпрацює з іншими закладами освіти міста і країни, що дозволяє обмінюватися досвідом та інноваційними ідеями у впровадженні SMART освіти.

Опишемо SMART платформи та інструменти, які використовуються в Миколаївському ліцеї Сумського району Сумської області для підвищення ефективності навчання математики учнів.

Google Classroom – ця платформа є основною для організації взаємодії між учнями та вчителями [72]. У Google Classroom вчитель створює віртуальні класи, де розміщує завдання, навчальні матеріали, тестові завдання, інтерактивні вправи. Завдяки цій платформі учні можуть швидко отримувати зворотний зв'язок щодо виконаних завдань, а також взаємодіяти з вчителем та однокласниками у коментарях. У рамках уроків математики Google Classroom використовується для завантаження тестів, інтерактивних презентацій, відеоуроків та додаткових матеріалів, які учні можуть опрацьовувати в індивідуальному темпі.

Розглянемо приклад використання платформи Google Classroom на прикладі навчання теми «Тіла обертання» (рис. 3.1 (а, б, в, г)).

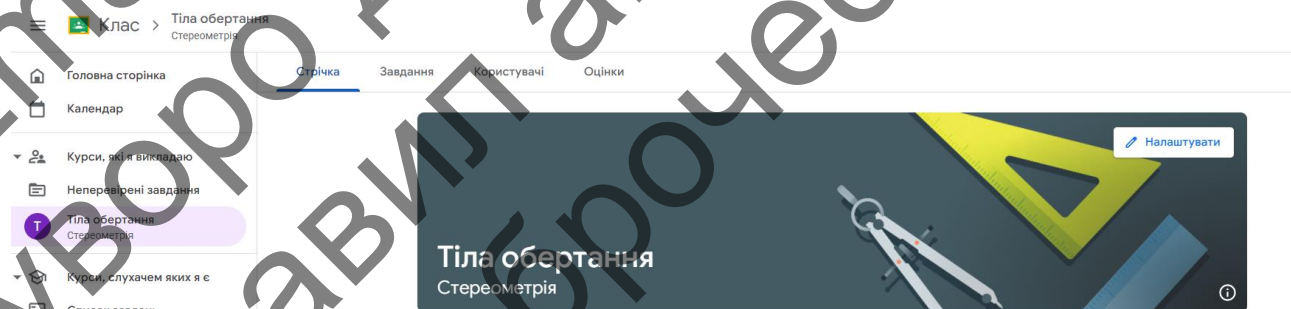


Рис. 3.1. (а). Платформа Google Classroom

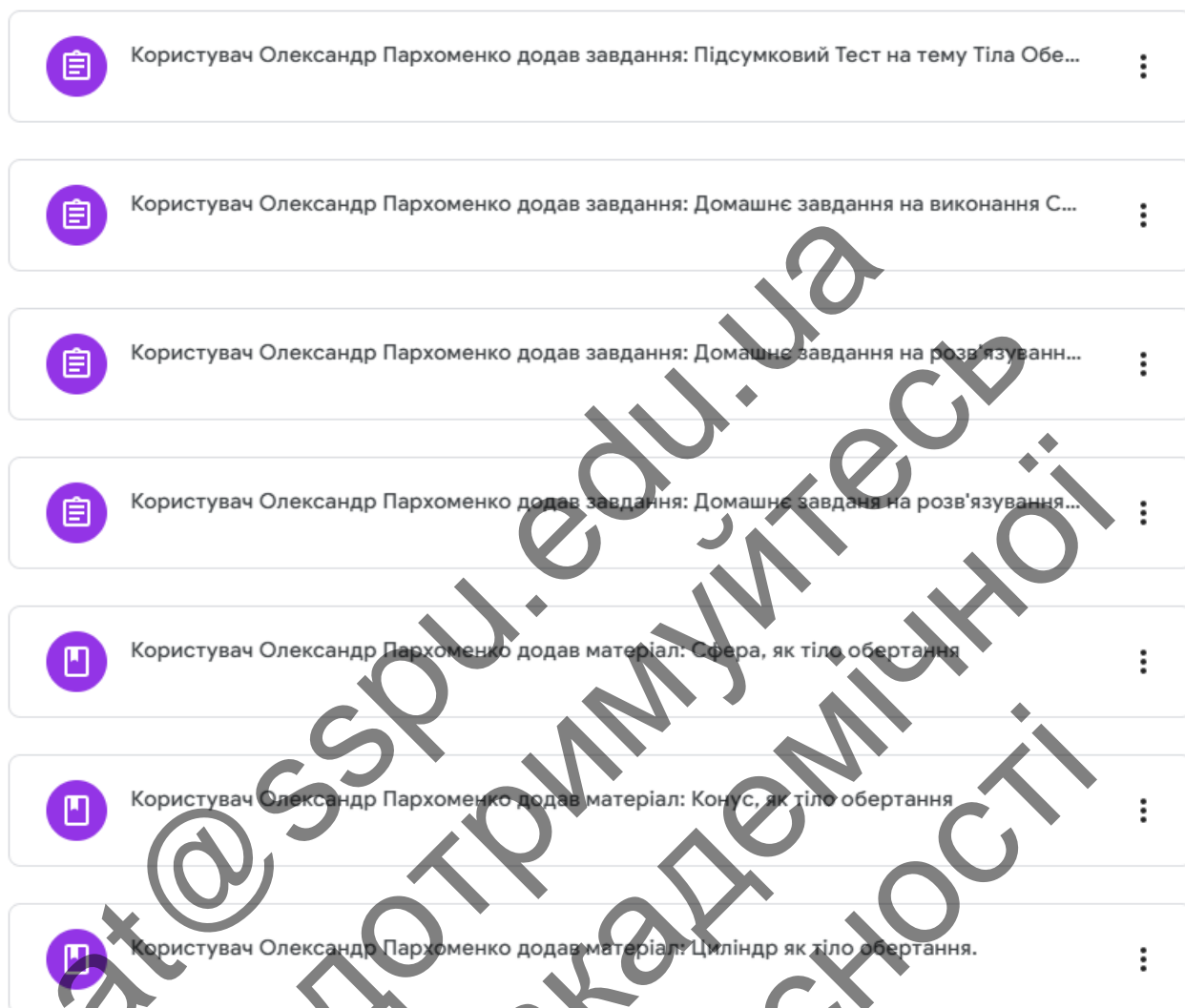


Рис. 3.1. (б). Тема «Тіла обертання»

Сфера, як тіло обертання

Олександр Пархоменко • 4 Грудня, 2023 р.

називається тіло, що складається з усіх точок простору, відстань від яких до даної точки не перевищує заданої.
кулі дорівнює видобутку площі її поверхні на третину радіуса:
 $V = \frac{4}{3}\pi R^3$

11 клас. Геометрія Куля і сф...
Відео YouTube • 11 хвилин

Скріншот 04-12-2023 17353...
Зображення

Коментарі

Рис. 3.1. (в). Фрагмент з теми «Тіла обертання»

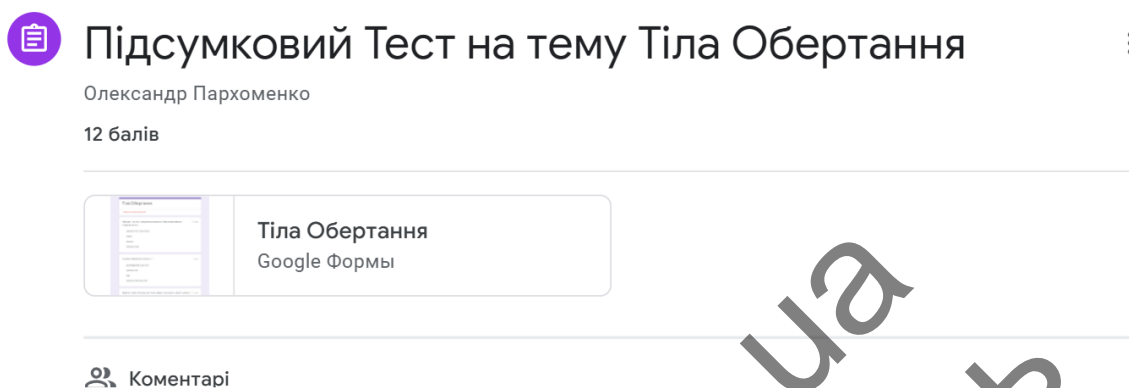


Рис. 3.1. (г). Підсумковий тест з теми «Тіла обертання»

Як можна бачити, платформа Google Classroom забезпечує структурування і організацію навчального процесу – тут вчитель викладає матеріали до кожного уроку, включаючи відеоуроки, презентації, приклади розв’язання задач та домашні завдання. Учні можуть переглядати матеріали в будь-який час, що дозволяє їм працювати в індивідуальному темпі, повторювати матеріал перед контрольними роботами або звертатися до ресурсів у випадку, якщо певна тема потребує додаткового опрацювання. Крім того, Google Classroom дозволяє здійснювати обмін зворотним зв’язком: учні отримують коментарі від учителя щодо виконаних завдань, що допомагає їм удосконалити навички й отримувати індивідуальні рекомендації.

GeoGebra – ця програма є незамінною при вивченні геометричних тем і дозволяє учням будувати та моделювати геометричні фігури, досліджувати їх властивості та знаходити рішення задач. У GeoGebra учні можуть працювати як індивідуально, так і в групах. Наприклад, вчитель може попросити учнів побудувати трикутник, провести бісектриси і знайти точку їх перетину. Завдяки інтерактивному середовищу, учні мають змогу бачити результат кожної дії, що полегшує розуміння геометричних закономірностей.

На етапі групової роботи або самостійної роботи учнів, зокрема під час вивчення геометричних тем, таких як «Перпендикуляр і похила», учні використовують платформу GeoGebra. Наприклад, вчитель задає завдання побудувати трикутник, провести бісектриси, медіани або висоти і дослідити

взаємозв'язки між елементами трикутника. Учні можуть легко маніпулювати елементами побудови та досліджувати, як змінюється розташування точок перетину при зміні довжин сторін. Завдяки такій інтерактивній діяльності учні отримують глибше розуміння основних властивостей трикутників, у той час як можливість самостійного дослідження забезпечує активну включеність у процес навчання. Вони можуть обговорювати результати в малих групах або виконувати завдання під керівництвом учителя, що сприяє розвитку навичок критичного мислення і вирішення задач.

В ході практики використовувався сервіс GeoGebra в навчанні теми «Перпендикуляр і похила» (рис. 3.2 (а, б, в)).

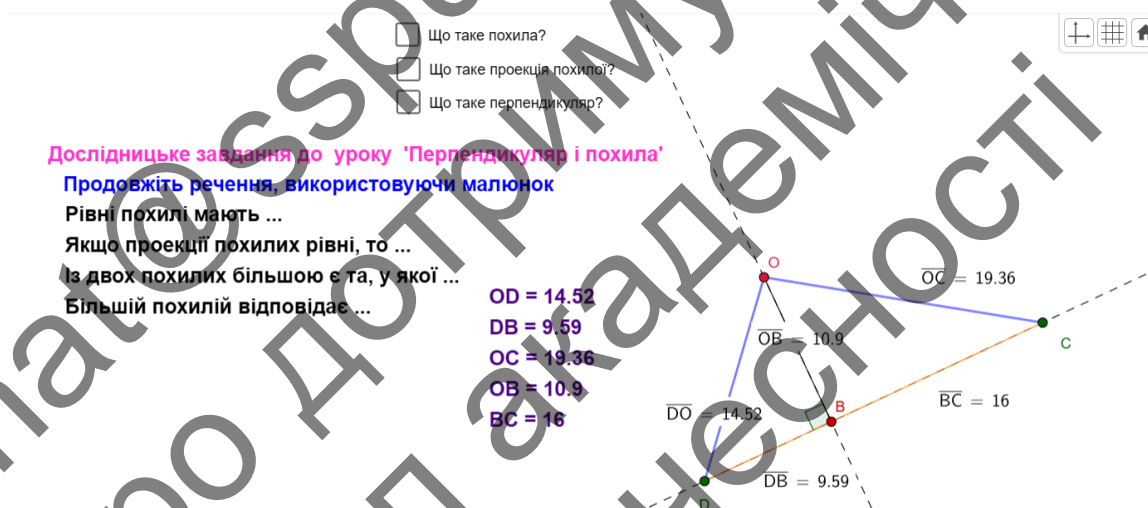


Рис. 3.2. (а) Теми «Перпендикуляр і похила» на сервісі GeoGebra

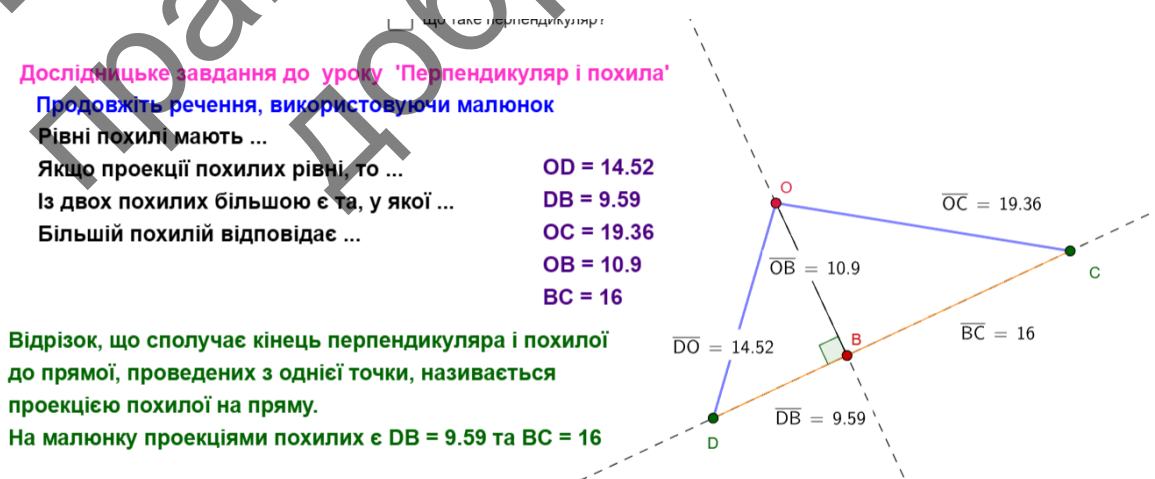


Рис. 3.2. (б) Теми «Перпендикуляр і похила» на сервісі GeoGebra

Що таке похила?
 Що таке проекція похилої?
 Що таке перпендикуляр?

Дослідницьке завдання до уроку 'Перпендикуляр і похила'
 Продовжіть речення, використовуючи малюнок
 Рівні похилі мають ...
 Якщо проекції похилих рівні, то ...
 Із двох похилих більшою є та, у якої ...
 Більшій похилій відповідає ...

Перпендикуляром, проведеним з деякої точки до заданої прямої, називається відрізок, що лежить на прямій, перпендикулярний до заданої прямої і з кінцями в заданій точці, і точці, що лежить на заданій прямій.
 На малюнку перпендикуляром є $OB = 16.87$

Похила — будь-який відрізок, проведений із точки на пряму, відмінний від перпендикуляра.
На малюнку похилими є $OC = 19.18$ та $OD = 19.4$

Рис. 3.3. (в) Темі «Перпендикуляр і похила» на сервісі GeoGebra

Миколаївський ліцей використовує SMART технології для покращення розуміння складних математичних понять та активізації навчальної діяльності учнів. Використання інтерактивних платформ, таких GeoGebra, Google Classroom, дозволяє організувати навчальний процес на різних етапах уроку – від пояснення нової теми до закріплення та контролю знань.

Також важливим аспектом є використання SMART технологій для домашніх завдань і самостійного вивчення матеріалу. Вчитель математики надає учням доступ до завдань і матеріалів, створених у таких платформах, як Google Classroom, де зібрані завдання з алгебри, геометрії та тригонометрії. Це дозволяє учням у зручний для них час опрацювати теми, які потребують додаткової уваги. Завдання, виконані в онлайн-форматі, дозволяють вчителю автоматично збирати результати і виявляти ті аспекти, які вимагають додаткового опрацювання, що, в свою чергу, підвищує ефективність навчання.

Такі методи інтеграції технологій в навчальний процес не лише збагачують навчання, але й створюють середовище для активного дослідження, критичного мислення та практичного застосування теоретичних знань.

За даними внутрішнього моніторингу успішності, який було проведено у закладі освіти, використання SMART технологій сприяло значному покращенню рівня засвоєння математичних понять. Після інтеграції технологій, таких як

GeoGebra, середній бал учнів з тем, які раніше викликали труднощі, зріс на 20-25% у порівнянні з результатами, отриманими при традиційному навчанні. Учні відзначають, що візуальні матеріали та інтерактивні інструменти допомагають краще розуміти абстрактні поняття та пам'ятати важливі формули та властивості.

Більше того, опитування учнів показало, що понад 80% з них висловили позитивні враження від уроків з використанням SMART технологій. Учні зазначають, що інтерактивний формат занять підвищує інтерес до предмета, а візуальні засоби та можливість самостійного моделювання прикладів дозволяють глибше зрозуміти матеріал. Для проведення опитування учнів щодо використання SMART технологій на уроках було використано анкету.

Анкета для учнів

1. Чи подобається вам використовувати SMART технології під час уроків? Чому?
2. Наскільки ви задоволені інтерактивним форматом занять із використанням SMART технологій?
3. Чи відчуваєте ви, що такі заняття більш цікаві, ніж звичайні?
4. Чи допомагають вам візуальні засоби SMART технологій краще розуміти матеріал? Як саме?
5. Чи легше вам вирішувати завдання, коли використовуються інтерактивні інструменти?
6. Чи пробували ви самостійно моделювати приклади на SMART дошці або інших пристроях? Якщо так, наскільки це було корисним?
7. Чи стали ви більш активними на уроках завдяки використанню SMART технологій? Чому?
8. Чи мотивують вас такі технології вчитися більше? Як саме?
9. Чи хотіли б ви, щоб SMART технології використовувалися на всіх уроках?

Використання SMART технологій у навчальному процесі на прикладі Миколаївського ліцею показало значний позитивний вплив на навчання математики, зокрема у покращенні якості засвоєння матеріалу, підвищенні

мотивації учнів та вдосконаленні їхніх дослідницьких навичок. SMART технології дозволяють створити інтерактивне середовище, яке сприяє активному залученню учнів у процес навчання, надаючи можливість працювати з математичними концепціями у візуальній і практичній формах. Застосування платформ таких як GeoGebra для побудови графіків та геометричних фігур, Google Classroom для організації навчального процесу, для закріплення знань, - довели свою ефективність у формуванні як предметних знань, так і в розвитку самостійності та критичного мислення учнів.

Досвід розглянутого закладу освіти демонструє, що інтеграція SMART технологій не лише сприяє полегшенню вивчення складних тем, але й дозволяє диференціювати підхід до кожного учня завдяки можливостям індивідуального темпу навчання. Крім того, зростання рівня успішності учнів, особливо на етапах закріплення і перевірки знань, свідчить про позитивний вплив SMART технологій на навчальні досягнення. Таким чином, впровадження SMART освіти в навчальний процес показує перспективність цього підходу для подальшого розвитку і вдосконалення шкільної освіти, зокрема у навчанні математики.

3.2. Оцінка ефективності навчання математики за допомогою SMART технологій

Інтеграція SMART технологій у навчальний процес відкриває нові можливості для покращення ефективності вивчення математики. Оцінка ефективності застосування цих технологій передбачає аналіз впливу на успішність учнів, їхню мотивацію та рівень засвоєння навчального матеріалу. В рамках цього пункту розглянуто методи оцінки ефективності SMART технологій, їхні сильні та слабкі сторони, а також надано загальну оцінку впливу цих технологій на результати навчання.

Для оцінки ефективності впровадження SMART технологій використовуються різні методи оцінки ефективності SMART технологій, кожен із яких має свої переваги й обмеження. Опишемо коротко можливі методи.

Аналіз успішності учнів. Порівняння середніх оцінок до і після впровадження SMART технологій є одним із основних методів оцінки ефективності. Цей метод дозволяє наочно визначити, як впровадження технологій впливає на академічні досягнення учнів, зокрема на оцінки, що отримані за контрольні, самостійні роботи й тестування.

Переваги цього методу в тому, що він простий у реалізації, надає чіткі та вимірювані результати, дозволяє побачити динаміку навчальних досягнень. А серед недоліків зазначимо те, що він не враховує інші фактори, такі як особисті обставини учня, рівень мотивації або особливості конкретного навчального року, які також можуть вплинути на результати.

Зворотний зв'язок від учнів. Анкетування та опитування учнів дозволяють оцінити їхню мотивацію, зацікавленість та комфортність роботи з SMART технологіями. Цей метод надає суб'єктивну інформацію щодо сприйняття навчального процесу та дозволяє виявити труднощі чи переваги з погляду самих учнів.

Перевагами є те, що цей метод виявляє не лише рівень задоволеності учнів, а й конкретні аспекти навчання, які їм здаються ефективними або потребують покращення. Недоліками можна назвати суб'єктивний характер результатів, які можуть бути залежними від настрою або тимчасових обставин; важко оцінити об'єктивний вплив на успішність.

Спостереження вчителів. Спостереження та оцінка процесу навчання з боку педагогів дозволяє вчителям відзначати зміни в активності учнів, їхній залученості в процес навчання, рівні розуміння матеріалу. Педагоги можуть також оцінювати, як учні використовують інтерактивні технології на практиці.

Серед переваг відзначимо, що цей метод дозволяє врахувати професійну думку вчителів, які мають безпосередній досвід роботи з учнями і можуть об'єктивно оцінити їхній прогрес. Недоліки ж наступні: даний метод може містити елемент суб'єктивності, оскільки різні вчителі можуть оцінювати одні й ті самі показники по-різному; важливо забезпечити об'єктивні критерії для оцінювання.

Порівняльний аналіз результатів. Порівняння успішності учнів, які навчалися із використанням SMART технологій, з результатами тих, хто навчався традиційними методами, дозволяє оцінити реальну ефективність інтеграції технологій.

Перевагою є те, що він дає змогу зіставити результати двох підходів і виявити їхню ефективність у різних аспектах. А серед недоліків виділемо те, що він вимагає ретельного підбору контрольних груп; результати можуть залежати від зовнішніх чинників, таких як рівень підготовки учнів до запровадження технологій.

Кожен метод надає важливу інформацію для оцінки ефективності SMART технологій, проте найбільш ефективними є комбіноване використання цих підходів, яке дає змогу отримати як об'єктивні, так і суб'єктивні дані. Таким чином, поєднання кількісних (аналіз успішності, порівняльний аналіз) та якісних (зворотний зв'язок, спостереження вчителів) методів дозволяє максимально повно оцінити реальний вплив технологій на процес навчання.

Впровадження SMART технологій позитивно вплинуло на результати навчання учнів, що підтверджується динамікою успішності та відгуками учасників освітнього процесу при проведенні опитування.

Серед ключових аспектів впливу можна виділити такі позитивні й негативні моменти. Підвищення рівня засвоєння матеріалу: використання таких платформ, як GeoGebra і Desmos, дозволяє учням опрацьовувати складні теми в інтерактивній формі, що покращує розуміння. Учні зазначали, що їм краще засвоювати матеріал, коли вони можуть побачити графічне відображення чи взаємодіяти з моделлю. Серед недоліків деякі учні зазначали, що у них є труднощі з адаптацією до нових методів навчання, особливо якщо вони мають низький рівень навичок роботи з технікою.

Спостерігалось покращення мотивації та активності: інтерактивні елементи на платформі Google Classroom мотивують учнів активно брати участь у процесі навчання. Учні із задоволенням використовують інструменти для перевірки знань у форматі гри, що підвищує їхню зацікавленість. Але зауважимо,

що мотивація може бути тимчасовою, і після першого етапу «новизни» ефективність залучення може знижуватися.

Результати бесід із вчителями засвідчують, що платформи, такі як Google Classroom, дозволяють задавати учням завдання відповідно до їхніх потреб і темпу засвоєння матеріалу. Це допомагає учням з різними рівнями знань просуватися у навчанні з відповідним рівнем складності, дозволяє створювати індивідуальні траєкторії для кожного учня, можливість адаптувати завдання. Але це вимагає великих затрат часу з боку вчителя для підготовки персоналізованих завдань.

Отже, інтеграція SMART технологій у навчання математики позитивно впливає на успішність учнів і їхню мотивацію, сприяє кращому засвоєнню матеріалу, підвищує зацікавленість у навчанні та розвиває навички самостійної роботи. Проте повна адаптація до нового формату навчання вимагає часу і певної підготовки як учнів, так і педагогів. Загалом, ці технології є перспективним інструментом для покращення якості навчання, особливо за умов грамотного й поступового впровадження.

Розглянемо використання SMART технологій для диференційованого підходу. Диференційований підхід є важливою методикою, яка дозволяє враховувати індивідуальні особливості кожного учня, адаптуючи навчальний процес відповідно до його рівня підготовки, інтересів, темпу засвоєння матеріалу та особистих навчальних потреб. Використання SMART технологій відкриває нові можливості для реалізації диференційованого підходу у викладанні математики, оскільки вони забезпечують інструменти для індивідуалізації та персоналізації навчання.

SMART технології надають учителям широкий вибір інструментів для створення індивідуальних завдань, контролю навчальних досягнень учнів і надання зворотного зв'язку в режимі реального часу. Вони дозволяють створювати завдання з різними рівнями складності, які враховують сильні сторони учня та дозволяють йому працювати у власному темпі. Наприклад, платформи Google Classroom і Edmodo дозволяють задавати різні типи завдань

для окремих груп учнів чи навіть індивідуальних учнів, відстежуючи їхній прогрес і надаючи персоналізовані рекомендації.

Розглянемо практичне застосування диференціації на уроках математики за допомогою SMART технологій.

Розподіл завдань за рівнем складності. Використовуючи онлайн-платформи, вчитель може створювати завдання різного рівня складності та призначати їх окремим групам або учням на основі їхніх попередніх результатів. Наприклад, у Google Classroom учитель може створити кілька версій одного завдання з різним ступенем складності: базовий, середній і підвищений. Учні можуть працювати з тими завданнями, які відповідають їхньому рівню підготовки, а вчитель може побачити прогрес кожного учня в реальному часі.

Індивідуалізовані навчальні матеріали. Завдяки SMART технологіям можна легко надавати учням індивідуальні матеріали. Платформи, такі як Khan Academy, дозволяють учням отримувати доступ до навчальних відео, інтерактивних вправ та тестів, відповідно до їхніх індивідуальних потреб і темпу навчання. Учитель може створювати «персоналізовані маршрути» навчання, де учні зосереджуються на конкретних темах або задачах, які потребують більшого опрацювання.

Різні формати навчання та завдань: використання мультимедійних ресурсів, таких як відео, графіки, симуляції, інтерактивні завдання на платформах, таких як GeoGebra та Desmos, дозволяє враховувати різні стилі навчання учнів – візуальний, аудіальний, кінетичний. Завдяки цьому учні можуть вибирати той формат завдання, який найкраще відповідає їхнім особистим особливостям сприйняття інформації. Наприклад, учні, які краще засвоюють матеріал візуально, можуть використовувати графічні моделі в Desmos, тоді як ті, кому комфортніше працювати з текстовою інформацією, можуть отримувати текстові пояснення.

Темповий підхід до навчання: SMART технології дозволяють учням працювати у власному темпі, що є важливим для учнів, яким потрібно більше часу на засвоєння матеріалу. Платформи, такі як Google Classroom або Edmodo,

дають можливість створювати завдання з гнучкими термінами здачі. Учні можуть здавати завдання тоді, коли відчувають, що повністю зрозуміли матеріал. Це дозволяє їм не поспішати і глибше опрацювати теми, які для них важчі.

Проаналізуємо переваги та недоліки використання SMART технологій для диференційованого підходу.

Переваги:

– персоналізація навчання: можливість індивідуально підходити до навчання кожного учня, надаючи йому матеріали, завдання та темп, що відповідають його потребам;

– мотивація учнів: різнорівневі завдання та використання різних форматів можуть підвищити мотивацію учнів до навчання, оскільки вони працюють із матеріалами, які їм комфортні та зрозумілі;

– реальний зворотний зв'язок: SMART платформи дозволяють учителю оперативно бачити результати роботи учнів і надавати їм своєчасні коментарі й підтримку.

Недоліки:

– високі вимоги до технічного забезпечення: успішна реалізація диференційованого підходу залежить від наявності пристроїв у кожного учня та швидкісного інтернету;

– часові затрати для вчителя: підготовка різнорівневих завдань і контроль індивідуальних навчальних траєкторій вимагають багато часу й зусиль від педагога;

– імовірність технічних проблем: під час навчання можуть виникати технічні збої, що може перешкоджати виконанню завдань і знижувати ефективність роботи учнів.

Загалом, використання SMART технологій значно розширює можливості диференційованого підходу, дозволяючи адаптувати навчальний процес під потреби кожного учня. Ці технології підвищують рівень залученості, дають можливість працювати у власному темпі та мотивують учнів до самостійного опрацювання матеріалу. Водночас для успішного застосування цього підходу

необхідно забезпечити належну технічну підтримку й постійний супровід учителя.

Впровадження SMART технологій у навчальний процес, зокрема для реалізації диференційованого підходу, супроводжується низкою викликів та обмежень, які обмежують повноцінну інтеграцію сучасних технологій в освітній процес. Ці обмеження можуть бути як технічними, так і організаційними, а також пов'язаними з підготовкою педагогічних кадрів.

Один із ключових викликів полягає в недостатній забезпеченості шкіл сучасними технологіями та обладнанням. Для реалізації диференційованого підходу за допомогою SMART технологій необхідно, щоб кожен учень мав доступ до індивідуального пристрою (комп'ютера, планшета або смартфона) з постійним доступом до інтернету. Проте, на практиці, школи часто не мають достатньої кількості технічних засобів через обмежене фінансування, особливо в сільській місцевості та віддалених регіонах. Це обмежує доступ до технологій та створює нерівність серед учнів, ускладнюючи реалізацію персоналізованих завдань.

Навіть за наявності обладнання важливим є питання технічної підтримки. Складні програми, необхідні для роботи SMART технологій, можуть потребувати оновлень, регулярного технічного обслуговування та усунення збоїв. У багатьох школах відсутній технічний персонал або фахівці з інформаційних технологій, що робить використання технологій у навчальному процесі нестабільним. Часті технічні збої, труднощі з підключенням до інтернету чи проблеми з оновленням програмного забезпечення негативно впливають на якість навчання та можуть знизити мотивацію учнів.

Використання SMART технологій для диференційованого підходу вимагає від учителів не лише володіння базовими навичками роботи з технікою, але й глибокого розуміння методики впровадження технологій у навчальний процес. Багато педагогів не мають достатнього рівня технічної підготовки або досвіду роботи з платформами та додатками, які підтримують персоналізоване навчання. Крім того, їм потрібен час на розробку та адаптацію матеріалів для

диференційованого підходу. Недостатня підготовка або навантаженість учителів можуть обмежувати ефективність застосування технологій у навчанні.

Не всі учні швидко адаптуються до навчання за допомогою SMART технологій. Використання нових інструментів, платформ та методів навчання може викликати стрес, особливо серед учнів, які звикли до традиційних методів. Вони можуть мати труднощі з концентрацією уваги, оскільки сучасні технології часто є відволікаючим фактором через доступ до розважального контенту в інтернеті. Для частини учнів перехід до більш індивідуалізованого навчання є складним, оскільки вони потребують чіткої структури та нагляду з боку вчителя.

Інтеграція диференційованих завдань у SMART формат вимагає часу на підготовку та адаптацію матеріалів. Часто для таких завдань потрібні додаткові ресурси та час на розробку мультимедійних і інтерактивних вправ, які відповідали б потребам різних рівнів підготовки учнів. Це створює додаткове навантаження на вчителів, які не завжди мають можливість створювати такі матеріали через обмеженість ресурсів або часу. Крім того, не всі програми та платформи підтримують можливості для індивідуального налаштування завдань, що обмежує варіативність підходів.

Питання безпеки даних учнів, які використовують цифрові платформи для навчання, є ще одним важливим викликом. Використання SMART технологій для навчання вимагає зберігання особистих даних учнів, їхніх результатів та інформації про навчальні успіхи на онлайн-платформах. Важливо дотримуватись етичних норм і забезпечити конфіденційність даних, щоб уникнути їх потрапляння до сторонніх осіб або використання в небажаних цілях.

Впровадження SMART технологій у навчальний процес має великий потенціал для розвитку індивідуалізованого підходу та підвищення мотивації учнів. Однак успіх такого підходу значною мірою залежить від вирішення існуючих викликів – від забезпечення технічною інфраструктурою та підтримкою до підготовки педагогів і подолання психологічних бар'єрів учнів. Тільки комплексний підхід до розв'язання цих питань може забезпечити ефективне використання SMART технологій для диференційованого навчання.

Аналіз ефективності застосування SMART технологій у навчанні математики показує, що ці інноваційні інструменти мають значний позитивний вплив на результати учнів, їхню мотивацію та залученість до навчального процесу. Завдяки інтерактивним платформам, адаптивним навчальним програмам та інструментам, які підтримують індивідуалізоване навчання, учні отримують можливість глибше та різнобічно засвоювати математичні концепції.

Використання SMART технологій дозволяє вчителям застосовувати диференційований підхід, орієнтуючись на потреби і рівень підготовки кожного учня. Проте процес упровадження цих технологій стикається з низкою обмежень, таких як технічна забезпеченість шкіл, потреба в підготовці вчителів та психологічна адаптація учнів до нових методів навчання. Хоча SMART технології підвищують ефективність навчального процесу, вони також потребують організаційної підтримки та інвестицій в інфраструктуру для досягнення максимальних результатів.

Таким чином, SMART технології становлять важливий інструмент для підвищення ефективності навчання, проте потребують комплексного підходу для усунення існуючих викликів і повного розкриття їх потенціалу в освіті.

3.3. Порівняльний аналіз традиційного та SMART підходів в навчанні математики

Викладання математики є важливим компонентом освітнього процесу в школах, і від вибору методів та підходів до його реалізації залежить якість засвоєння учнями навчального матеріалу. У традиційному підході до навчання математики основну роль відіграє вчитель, який здійснює передачу знань через пояснення теорії, розв'язування вправ та контрольні роботи. Цей підхід базується на безпосередньому контакті між учителем та учнями, що дозволяє надавати індивідуальну допомогу, однак його ефективність значною мірою залежить від рівня підготовленості викладача та здатності учнів до самостійного навчання.

Водночас, з розвитком технологій на зміну традиційним методам поступово приходять інноваційні підходи, що базуються на використанні

SMART технологій, інтерактивних платформ, мобільних додатків та інших сучасних інструментів. SMART підхід до навчання математики акцентує увагу на персоналізованому навчанні, де завдяки технологіям учень отримує можливість працювати з матеріалом на різних рівнях складності, отримуючи індивідуальні рекомендації та завдання, що відповідають його потребам та здатностям. Використання таких інструментів, як інтерактивні дошки, онлайн-курси, математичні симулятори, штучний інтелект для аналізу результатів учнів, дозволяє забезпечити більш динамічне і мотивуюче середовище для навчання. Проте на відміну від традиційного підходу, SMART технології вимагають від учнів і вчителів високого рівня технологічної підготовки, доступу до сучасних пристроїв та програмного забезпечення, а також можуть виникати технічні труднощі, пов'язані з перебоями в Інтернет-з'єднанні чи несправністю обладнання.

Таким чином, порівняння традиційного та SMART підходів в навчанні математики дозволяє краще зрозуміти, як різні методи навчання можуть доповнювати один одного і які переваги та недоліки мають при застосуванні в умовах сучасного освітнього процесу. У цьому контексті особливо важливо визначити, як SMART технології можуть покращити традиційний підхід і допомогти в досягненні кращих результатів у навчанні учнів, зокрема в галузі математики.

Розглянемо детальніше *традиційний підхід в навчанні математики*.

Традиційний підхід в навчанні математики характеризується зосередженістю на використанні класичних методів: лекцій, пояснень вчителя, письмових завдань та контрольних робіт. Учні отримують знання через інтерпретацію вчителя і самостійне виконання вправ.

Серед переваг відзначимо:

– індивідуальна увага вчителя: вчитель може персонально взаємодіяти з учнями, допомагати вирішувати труднощі та відповідати на питання;

– структурованість навчання: уроки проводяться за заздалегідь розробленим планом, що допомагає учням послідовно і стабільно засвоювати матеріал;

– розвиток дисципліни: традиційні методи виховують учнів у контексті формального навчального процесу з чітким розподілом часу.

Що ж до недоліків, то це:

– обмежені можливості для персоналізації: через великий класний контингент вчитель не завжди може забезпечити індивідуальний підхід до кожного учня, що може призводити до розриву між сильними та слабкими учнями;

– мала інтерактивність: традиційне навчання часто передбачає однонаправлену комунікацію, коли учні слухають вчителя, але не завжди активно взаємодіють з навчальним матеріалом;

– низька мотивація учнів: без сучасних інструментів та інтерактивних методів учні можуть відчувати монотонність навчального процесу.

Тепер розглянемо особливості використання *SMART* підходу в навчанні математики.

SMART підхід передбачає інтеграцію цифрових технологій, зокрема інтерактивних платформ, мобільних додатків, штучного інтелекту, а також віртуальних та доповнених реальностей, які використовуються для створення динамічного, гнучкого та персоналізованого навчального процесу.

Переваги такого навчання – це:

– інтерактивність: використання *SMART* технологій забезпечує більш активну участь учнів у навчальному процесі через інтерактивні завдання, відео, симуляції та онлайн-тести;

– персоналізація: застосування адаптивних технологій дозволяє створювати індивідуальні траєкторії навчання, що враховують сильні і слабкі сторони кожного учня;

– доступність матеріалів: завдяки інтернету учні можуть отримати доступ до необмеженої кількості матеріалів, посібників, курсів і ресурсів, що допомагає розширити їхні знання;

– мотивація: завдяки використанню ігор, відео та інших інтерактивних елементів, учні стають більш залученими та мотивованими до навчання.

Серед недоліків виділимо:

– залежність від технологій: висока залежність від технічних засобів може бути проблемою у разі технічних збоїв або недостатньої підготовленості шкіл до впровадження таких технологій;

– проблеми з доступом: у ряді випадків відсутність доступу до інтернету або необхідних пристроїв може стати обмеженням для учнів;

– відсутність живого спілкування: використання технологій може обмежити можливості для безпосереднього спілкування вчителя з учнями, що іноді важливо для розв'язання складних питань або вирішення психологічних аспектів навчання.

Дані порівняльного аналізу узагальнимо у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Порівняльний аналіз особливостей традиційного та SMART підходів

Критерій	Традиційний підхід	SMART підхід
Індивідуалізація навчання	Обмежена	Висока (адаптивне навчання)
Мотивація учнів	Помірна	Висока (гейміфікація, інтерактивність)
Залучення учнів	Одностороннє	Двостороннє (інтерактивні завдання)
Технічні вимоги	Мінімальні	Високі (потрібне сучасне обладнання та програмне забезпечення)
Підготовка вчителів	Стандартна	Потребує додаткової підготовки з використання нових технологій
Технічні труднощі	Мінімальні	Можливі проблеми з обладнанням, програмами або доступом до Інтернету

Порівняння традиційного та SMART підходів в навчанні математики показує, що обидва методи мають свої сильні сторони, але SMART підхід,

завдяки інтерактивності, персоналізації та можливості мотивації учнів, має значний потенціал для поліпшення якості навчання. Проте, для повного впровадження Smart технологій у навчальний процес необхідно вирішити технічні, організаційні та навчальні проблеми. Традиційний підхід, в свою чергу, залишається ефективним у формуванні базових знань, але обмежений у забезпеченні індивідуального підходу до кожного учня та інтерактивної взаємодії.

3.4. Виклики та перспективи впровадження SMART освіти в шкільній практиці

Впровадження SMART технологій у навчальний процес є важливим кроком до модернізації освіти та відкриває нові можливості для індивідуалізації, інтерактивності та доступності навчання. Однак, разом із численними перевагами, виникають і суттєві виклики та обмеження, з якими стикаються заклади освіти, педагоги та учні. У цьому контексті важливо детально розглянути основні проблеми та бар'єри, що можуть впливати на ефективність використання SMART технологій, а також визначити перспективи їх подолання.

Одним із найголовніших викликів є необхідність значних фінансових витрат на закупівлю необхідного технічного обладнання та програмного забезпечення. Більшість шкіл, особливо в селах та віддалених регіонах, стикаються з проблемами забезпечення достатнього рівня технічної оснащеності. Відсутність доступу до сучасних комп'ютерів, інтерактивних дошок, планшетів або проекторів може стати серйозною перешкодою для ефективного впровадження SMART технологій. Щоб забезпечити доступ до інноваційних освітніх інструментів, потрібні значні інвестиції не тільки на початковому етапі, а й для їх підтримки та оновлення в майбутньому. До того ж, багатьом закладам освіти бракує можливості забезпечити підключення до стабільного Інтернету на необхідній швидкості, що є важливою умовою для безперебійної роботи з онлайн-платформами, використання електронних ресурсів та інтерактивних інструментів. Зокрема, це стає серйозною проблемою у районах із низьким

рівнем інтернет-покриття, де часті перебої з доступом до мережі можуть суттєво ускладнити процес навчання.

Іншим важливим аспектом є необхідність підготовки вчителів до роботи з новими технологіями. Вчителі, які мають досвід викладання за традиційними методами, можуть стикатися з труднощами при переході до інтерактивного та технологічного навчання. Для того, щоб ефективно використовувати SMART технології, вчителі повинні володіти навичками роботи з програмами для створення інтерактивних уроків, застосовувати методи адаптивного навчання та інтегрувати технології в свою педагогічну практику. Цей процес потребує постійного навчання та підвищення кваліфікації через курси та тренінги, що можуть бути не доступні для всіх педагогів, зважаючи на їх географічне розташування чи фінансові можливості навчального закладу. Додатково, традиційне мислення про викладання і навчання може бути важким для змін, що створює культурний бар'єр до впровадження нових методів. Вчителі можуть бути не готові до змін у звичних педагогічних практиках і хвилюватися через велику кількість нових інструментів і технологій, з якими потрібно працювати.

Ще одним важливим викликом є різний рівень доступу учнів до сучасних технологій. Учні з різними економічними можливостями можуть мати неоднакові умови для використання SMART технологій у навчанні. Наприклад, у великих містах учні можуть мати доступ до планшетів або комп'ютерів вдома, у той час як учні в сільських районах можуть не мати таких можливостей, що створює соціальну нерівність в освіті. Відсутність доступу до технологій або низька якість Інтернет-з'єднання також може призвести до того, що деякі учні будуть позбавлені можливості ефективно працювати з онлайн-ресурсами, що ставить їх у не вигідне становище порівняно з іншими. Важливо забезпечити рівний доступ до навчальних технологій усім учням, незалежно від їхнього соціально-економічного статусу, щоб уникнути цифрової нерівності та забезпечити справедливі умови для навчання кожному.

Незважаючи на існуючі виклики, перспективи розвитку SMART освіти є дуже обнадійливими. Одним з основних напрямів є поглиблення інтеграції Smart

технологій в освітню систему через створення загальнодоступних освітніх платформ, що дозволяють підвищити ефективність навчання без необхідності великих інвестицій у фізичні ресурси. Вільний доступ до онлайн-курсів, матеріалів, інтерактивних симуляторів та відеоуроків дає можливість розширити можливості навчання та дозволяє школам без значних витрат покращувати якість освітнього процесу. Важливим аспектом розвитку є також інтеграція штучного інтелекту для створення персоналізованих освітніх траєкторій. Штучний інтелект може аналізувати прогрес учнів, виявляти їх слабкі місця і надавати індивідуальні рекомендації для покращення результатів. Така технологія може допомогти створити більш гнучке, адаптоване навчання для кожного учня, враховуючи його рівень підготовки та індивідуальні потреби. Ще однією важливою перспективою є розвиток мобільних додатків для навчання математики, які надають можливість учням навчатися в будь-якому місці і в будь-який час. Вони дозволяють здійснювати доступ до вправ, тестів і розв'язування задач, створюючи інтерактивне середовище для навчання поза класом. Це також створює можливості для гнучкого навчання, яке можна адаптувати під конкретний темп кожного учня.

Впровадження SMART технологій у шкільну освіту є необхідним кроком до розвитку інноваційних методів навчання, що дозволяє значно підвищити ефективність та доступність освіти. Проте на шляху до повноцінного впровадження цих технологій виникають серйозні виклики, серед яких найважливіші – це фінансові витрати, підготовка педагогічних кадрів, забезпечення рівного доступу до технологій і необхідність у постійній технічній підтримці. Перспективи розвитку SMART освіти полягають у створенні більш доступних платформ для навчання, впровадженні штучного інтелекту та інтеграції мобільних технологій, що забезпечить більш персоналізований та адаптивний підхід до навчання математики в школах.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

Вивчення практичних аспектів впровадження SMART технологій у викладанні математики дозволило зробити низку важливих висновків. Аналіз використання SMART технологій у навчальному процесі про їхню значну ефективність у підвищенні мотивації, розвитку учнів навичок самостійного навчання та кращому засвоєнні складних математичних понять. На прикладі конкретного закладу освіти було доведено, що інтеграція інтерактивних платформ, мобільних додатків і віртуальних лабораторій сприяє створенню гнучкого, персоналізованого освітнього середовища.

Оцінка ефективності навчання математики за допомогою SMART технологій показала, що учні, які працюють із сучасними технологічними інструментами, демонструють кращі результати у розв'язуванні завдань, володінні математичним апаратом та розумінні прикладних аспектів математики. Порівняльний аналіз традиційного та SMART підходів у викладанні математики підтверджені переваги SMART освіти в контексті адаптивності, індивідуалізації та інтерактивності.

Разом з тим, були виклики впровадження SMART технологій у шкільній практиці. Це, зокрема, технічні обмеження, потреба в додатковій підготовці вчителів, а також нерівномірний доступ до сучасних технологій у різних регіонах. Однак перспективи подолання цих дітей включають активну участь держави та освітніх установ у забезпеченні шкіл необхідними ресурсами, розробку інноваційних методичних рекомендацій та підготовку вчителів до роботи в умовах SMART освіти.

Отже, впровадження SMART технологій у навчальний процес є кроком до модернізації освіти, що відкриває нові можливості для підвищення якості та результативності викладання математики. SMART освіта сприяє гармонійному поєднанню сучасних технологій з педагогічними інноваціями, формуючи нові підходи до організації навчання, які вимагають вимог сучасного інформаційного суспільства.

ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота, присвячена дослідженню впровадження SMART-освіти в процес викладання математики, охопила теоретичні основи, засоби та практичні аспекти використання сучасних технологій у навчанні. У роботі було здійснено комплексний аналіз теоретичних положень SMART-освіти, розглянуто ефективні інструменти та методи їх впровадження в початковий процес, а також оцінено реальні результати застосування SMART-технологій на прикладі освітнього закладу.

У першому розділі розкрито теоретичні основи SMART-освіти, визначено її принципи, переваги та виклики впровадження. Окрему увагу приділено можливостям адаптивного навчання, що відкриває нові перспективи для персоналізованого підходу до навчання учнів. Було доведено, що інтеграція SMART-освіти сприяє підвищенню мотивації, активності та академічної успішності учнів, проте вимагає додаткових зусиль щодо технічного забезпечення та підготовки педагогів.

У другому розділі зосереджено увагу на засобах SMART-освіти, які можна використовувати у викладанні математики. Проаналізовано роль інтерактивних платформ, математичних симуляторів та віртуальних лабораторій, які дозволяють учням глибше розуміти складні математичні концепції. Також висвітлено впровадження штучного інтелекту в освітній процес, що сприяє створенню персоналізованих освітніх траєкторій для учнів з різними рівнями знань. Використання мобільних додатків та онлайн-курсів продемонстровано як ефективний спосіб доповнення традиційного навчання.

У третьому розділі розглянуто практичні аспекти впровадження SMART-технологій у викладання математики. Проведено аналіз використання сучасних технологій на прикладі конкретного навчального закладу освіти, що дозволило оцінити їхню ефективність. Здійснено порівняльний аналіз традиційного та SMART-підходів у навчанні математики, який підтвердив переваги інтерактивних технологій у підвищенні якості навчання. Окремо виділено

виклики та перспективи впровадження SMART-освіти, включаючи необхідність вдосконалення цифрових навичок педагогів, технічне забезпечення та розробку адаптивних навчальних матеріалів.

Таким чином, проведені дослідження засвідчили, що впровадження SMART-освіти у навчання математики є важливим кроком до вдосконалення освітнього процесу, який дозволяє забезпечити адаптивний, інтерактивний та особистісно орієнтований підхід до навчання. Водночас, успішне застосування SMART-технологій потребує належного технічного, методичного та організаційного забезпечення, що є перспективним напрямом для подальших досліджень та практичних розробок.

fizmat@sspi.edu.ua
Суворо дотримуйтесь
правил академічності
Доброчесності

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пархоменко О. В. SMART освіта як світовий тренд організації освітнього процесу. IV Всеукраїнська науково-методична інтернет-конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс-2023 Форум молодих дослідників». 17 листопада 2023 року, Суми. С. 59-60
2. Пархоменко О. В. Навчання математики в контексті SMART-освіти. Студентська звітна конференція: Матеріали результатів наукових досліджень молодих науковців. Суми, 2022. Вип. 18. С. 39
3. Lindqvist E. K. Digital class: SMART technologies in education. *Journal of Educational Technology*, 2019. 45 (3), 201-215.
4. Буткевич Г. Роль Smart-технологій у розвитку інноваційної освіти. Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія «Психологія і педагогіка», 2020. 29(1), 112-119.
5. Johnson J.A. Engaging students through an interactive learning environment. *International Journal of Educational Sciences* 2018. – 45 с.
6. Лі К. Захист цифрових освітніх платформ: захист даних студентів. *Журнал безпеки освітніх технологій*, 2021. – 56 с.
7. Mavrudi K. Adaptive learning systems: closing knowledge gaps. *Computers in human behavior*, 2021 – 123 с.
8. Online Math & Reading Programs for Students. DreamBox by Discovery Education. URL: <https://www.dreambox.com/>.
9. Feldman H. Adaptive Learning Systems: The DreamBox Effect on Mathematics Education. *Journal of Adaptive Learning*, 2020. – 23 с.
10. John Wiley & Sons Inc. Wiley Consumer. URL: <https://www.wiley.com/en-ie>.
11. Pearson S. Personalization of Education: The Impact of Adaptive Platforms on Student Achievement. *Education Research Quarterly* 2021. – 121 с.

12. ALEKS – Adaptive Learning & Assessment for Math, Chemistry, Statistics & More. McGraw-Hill ALEKS. URL: https://www.aleks.com/?_s=4508257346074372.
13. Smart Sparrow. URL: <https://www.smartsparrow.com/>.
14. Khan Academy. URL: <https://www.khanacademy.org/>.
15. Белл Р.М. Мобільність у SMART Classroom: переваги та проблеми. *Міжнародний огляд досліджень відкритого та розподіленого навчання*, 2019. 20(2), 45 – 60.
16. Nordkvelle A. Personalization in education using SMART Learning Technologies. *Scandinavian Journal of Educational Research* 2020. – 15 с.
17. Coursera. Degrees, Certificates, & Free Online Courses. URL: <https://www.coursera.org/>.
18. Calculator Suite – GeoGebra. GeoGebra – the world’s favorite, free math tools used by over 100 million students and teachers. URL: <https://www.geogebra.org/calculator>.
19. Wolfram Mathematica: Modern Technical Computing. Wolfram: Computation Meets Knowledge. URL: <https://www.wolfram.com/mathematica/>.
20. PTC Inc I. к. Т. Mathcad. mathcad.com.ua. URL: <https://mathcad.com.ua/>.
21. Інтерактивна LMS Платформа для Навчання Співробітників. Academy Ocean LMS Україна. Розумна система для навчання ваших співробітників – AcademyOcean. URL: <https://academyocean.com/ua>.
22. Дереза І. О. Адаптивні технології в освіті: Теорія і практика. К.: Наукова думка 2020. – 89 с.
23. Гнатюк Т. В. Інтеграція новітніх технологій в освітній процес: Моделі та методи. Х.: Освітній центр 2019. – 25 с.
24. Дереза І. Методика адаптивного навчання в Smart освіті. К.: Видавництво Київського університету 2019. – 35 с.
25. Гнатюк Т. Використання віртуальної реальності в навчанні. *Інноваційні освітні технології*, 2018. – 73 с.

26. Діденко О. Хмарні технології в сучасній освіті. Одеса: Видання Національного університету «Освітня наука» 2021. – с 120.
27. Thompson J. Overcoming Barriers in Digital Education. New York, USA: Journal of Digital Learning Innovations 2019. – 23 с.
28. Лисенко А. Підготовка вчителів до використання Smart технологій. *Педагогічні інновації*, 2022. – 46 с.
29. Garrison D.R., Anderson T., Archer W. Critical Thinking in Digital Learning. San Francisco, USA: Academic Journal of Educational Research, 2000.
30. Dron J. Learning Analytics: The big data of learning. Springer, London 2014.
31. Thompson J. Overcoming Barriers in Digital Education. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(4), 2016. 87-96.
32. Ghatak S., Ray R. Data-driven Personalization and Adaptive Learning in Higher Education. *Journal of Modern Education Technology*, 2018, 9(3), 215-230.
33. Harrison J., Crinson I. Adapting Educational Frameworks for Predictive Learning. *Educational Studies*, 2020. 46(2), 134-147.
34. Бойко О. Гейміфікація в адаптивному навчанні. Цифрові освітні технології, Київ 2020 – 47 с.
35. Matsuki H. Interactive Learning in Mathematics. *Journal of Modern Education*, Tokyo 2018. – 37 с.
36. Leiker M. Cloud Technologies in Adaptive Learning. Springer, Berlin 2021. – 78 с.
37. Lindqvist M. Adaptive Learning Algorithms in Knewton. *Journal of Digital Education Innovation*, Stockholm 2020. – 76 с.
38. Gustafson J. Personalization in Digital Education Platforms: A Study on DreamBox. *International Journal of Education Technology*, Oslo 2019. – 32 с.
39. Page L. Data-Driven Learning Strategies in Adaptive Education. Oxford University Press, Oxford 2021.
40. Wang H. Equity in Access to Digital Education: A Study on Rural and Urban Divide. *Digital Education Journal*, New York 2019.

41. Лисенко А. Підготовка вчителів до використання Smart технологій. Сучасна освіта в Україні, Київ 2020. – 89 с.
42. Garrison D.R., Anderson T. Privacy and Ethics in Digital Learning: A Review. Journal of Online Education, Toronto 2018.
43. James P., Brown S. Interactive learning and its methodological aspects. New York, 2021. - 103 с.
44. Anderson B. Application of interactive platforms in mathematics teaching. Oxford, 2020. - 24 с.
45. Синиця І.І. Сучасні методи навчання математики. Київ, 2019. – 46 с.
46. Yong E. Interactive platforms in education. London, 2020. - 140 с.
47. Smith G., Taylor B. The use of simulators in education. New York, 2021. - 22 с.
48. Wolfram|Alpha: Making the world's knowledge computable. Wolfram|Alpha: Computational Intelligence. URL: <https://www.wolframalpha.com/>.
49. MATLAB. MathWorks - Maker of MATLAB and Simulink - MATLAB & Simulink. URL: <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>.
50. GeoGebra - the world's favorite, free math tools used by over 100 million students and teachers. GeoGebra. URL: <https://www.geogebra.org/?lang=uk>.
51. Синиця І.І. Сучасні методи навчання математики. Київ, 2019. – 49 с.
52. Labster | Virtual Labs for Universities and High Schools. Labster | Virtual Labs for Universities and High Schools. URL: <https://www.labster.com/>.
53. PhET Interactive Simulations. PhET. URL: <https://phet.colorado.edu/>.
54. Matific | Математичні ігри та робочі аркуші онлайн, розроблені експертами з математики. Matific | Mathematik-Spiele & Arbeitsblätter online, entwickelt von Mathematik-Experten. URL: <https://www.matific.com/ua/uk/home/>.
55. Squirrel AI Learning. Squirrel Ai Learning. URL: <https://squirrelai.com/#/>.
56. IBM.Support.IBM-UnitedStates.URL: https://www.ibm.com/mysupport/s/topic/0TO50000000Qei8GAC/watson_education-classroom?language=en_US.

57. ChatGPT. URL: <https://chatgpt.com/g/g-mzFm1dKjW-chat-gpt>.
58. Google. Gemini. <https://gemini.google.com/app>.
59. Villasenor J. Artificial Intelligence and Bias: Four Key Challenges. Brookings Institution 2019. – 42 с.
60. Lee B. Bias and Discrimination in AI and Education. Edutopia 2020.
61. Shelton K., Lanier D. (2020). The Importance of Cultural Awareness in AI for Education.
62. Edmentum. Edmentum. URL: <https://www.edmentum.com/intl/>.
63. Coursera Plus | Unlimited Access to 7,000+ Online Courses. Coursera. URL: <https://www.coursera.org>.
64. Photomath - The Ultimate Math Help App | Math Explained. Photomath. URL: <https://photomath.com/>.
65. Academy K. Khan Academy – Додатки в Google Play. Android Apps on Google Play. URL: https://play.google.com/store/apps/details/Khan_Academy?id=org.khanacademy.android&hl=uk.
66. Brilliant | Learn interactively. Brilliant | Learn interactively. URL: <https://brilliant.org/>.
67. Mathway: Scan & Solve Problems – Додатки в Google Play. Android AppsonGooglePlay. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.bagatrix.mathway.android&hl=uk>.
68. Coursera | Online Courses & Credentials From Top Educators. Join for Free. Coursera. URL: <https://www.coursera.org/>.
69. Build new skills. Advance your career. edX. URL: https://www.edx.org/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiAIsy5BhDeARIsABRc6ZtJkusaBhAXdZQIPss2jl_2QYUhQaTF56g3XpPLckxcK7jNxeLR3caAtvSEALw_wcB.
70. Udacity, Inc. «Nanodegree» <https://www.udacity.com/>.
71. Миколаївський ліцей Миколаївської селищної ради Сумського району Сумської області. <https://www.su.isuo.org>.

72. Classroom Management Tools & Resources – Google for Education.
Google for Education. URL: <https://classroom.google.com>.

fizmat@sspu.edu.ua
Суворо дотримуйтесь
правил академічної
добросовісності