

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

Фізико— математичний факультет
Кафедра інформатики та методики її навчання

Кваліфікаційна робота
ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ГЕЙМІФІКАЦІЇ ДЛЯ
ЕФЕКТИВНОГО НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ В СЕРЕДНІЙ ШКОЛІ
ЗАКЛАДУ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Спеціальність 014 Середня освіта
Освітня програма «Інформатика, математика, STEM— освіта»

Здобувача другого (магістерського)
рівня вищої освіти

Садовника Владислава Олеговича

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:

кандидат педагогічних наук, доцент

Карабін Оксана Йосифівна

РЕЦЕНЗЕНТ:

доктор педагогічних наук, професор,
доцент кафедри комп'ютерної та
програмної інженерії УДУ
імені М. Драгоманова

Малежик Петро Михайлович

Тернопіль – 2025

АНОТАЦІЯ

Садовник В. О. Використання технологій гейміфікації для ефективного навчання математики в середній школі закладу загальної середньої освіти. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» зі спеціальності 014 Середня освіта. ТНПУ ім. В. Гнатюка. Тернопіль, 2025. 62 с.

У магістерській роботі досліджено можливості підвищення ефективності навчання математики засобами технологій гейміфікації. Проаналізовано теоретичні засади використання ігрових механік в освітньому процесі, здійснено огляд сучасних гейміфікованих цифрових платформ. Розроблено мобільний застосунок «Математичні ігри» із використанням технологій Swift, де поєднується навчальний контент відповідно до програми МОН України. Проведено експериментальну перевірку ефективності запропонованої методики, яка засвідчила зростання навчальної, підвищення мотивації та зниження рівня математичної тривожності.

Ключові слова: гейміфікація, навчання математики, мобільний застосунок, середня школа.

ABSTRACT

Sadovnyk V. O. The use of gamification technologies for effective mathematics education in secondary schools. Qualification thesis for the degree of «Master» in the specialty 014 Secondary Education. Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, 2025. 62 p.

The thesis explores the potential of gamification technologies to improve the effectiveness of mathematics education. Theoretical aspects of game mechanics in education are analyzed, and modern gamified digital platforms are reviewed. An author's mobile application “Mathematical Games” was developed using Swift technologies, integrating curriculum-based content with gamification elements. Experimental verification confirmed the effectiveness of the proposed approach, higher student motivation, and reduced mathematical anxiety.

Keywords: gamification, mathematics education, mobile application, secondary school.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ГЕЙМІФІКАЦІЇ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ	7
1.1 Теоретичні засади використання технологій гейміфікації для ефективного навчання математики в освітньому процесі учнів середніх класів ...	7
1.2 Педагогічні підходи ефективного навчання математики в освітньому процесі учнів середніх класів	10
1.3 Характеристика технологій гейміфікації для ефективного навчання математики	13
Висновки до першого розділу.....	16
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ГЕЙМІФІКАЦІЇ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ В СЕРЕДНІЙ ШКОЛІ	17
2.1 Практичні підходи використання технологій гейміфікації для ефективного навчання математики в середній школі закладів загальної середньої освіти	17
2.2 Використання елементів гейміфікації при розробці навчально– методичних матеріалів для ефективного навчання математики в середній школі	31
2.3 Розробка застосунку та навчально– методичних матеріалів для ефективного навчання математики в середній школі засобами технологій гейміфікації.....	36
Висновки до другого розділу	48
РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА МЕТОДИКИ РОЗВИТКУ МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ СЕРЕДНІХ КЛАСІВ ЗАСОБАМИ ТЕХНОЛОГІЙ ГЕЙМІФІКАЦІЇ	50
3.1 Обґрунтування критеріїв та показників розвитку математичної компетентності учнів середніх класів засобами технологій гейміфікації.....	50
3.2. Аналіз та узагальнення результатів експерименту	54
Загальні висновки до третього розділу	58
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	63
ДОДАТКИ	70

ВСТУП

Актуальність дослідження. Навчання математики в середній школі розглядається як ключовий компонент сучасної освіти, проте ефективність цього процесу безпосередньо залежить від ступеня залученості та мотивації учнів. Традиційні методи викладання часто сприймаються школярами як формальні та абстрактні, що призводить до зниження пізнавальної активності. Очевидно, що існує гостра необхідність в інноваційних педагогічних підходах, які б подолали розрив між класичними методиками та реальними потребами сучасних учнів через залучення мотивуючих цифрових інструментів.

Сучасна освітня політика України визначає чіткі вимоги до якості навчання та розвитку компетентностей учнів. Закон України «Про освіту» наголошує на необхідності створення умов для розвитку творчого потенціалу особистості та впровадження інноваційних форм організації навчального процесу. Державний стандарт базової середньої освіти визначає, що однією з ключових цілей навчання є розвиток пізнавальної активності, критичного мислення та компетентностей учнів, які б дозволяли їм успішно адаптуватися до швидких змін суспільства. Навчальна програма з математики для учнів закладу загальної середньої освіти передбачає не лише засвоєння академічних знань, а й розвиток умінь розв'язувати завдання, формування логічного мислення та ключових компетентностей. При цьому програма наголошує на важливості активної, залученої позиції учня у процесі навчання, що вимагає розроблення нових методичних підходів.

Питання активізації навчально–пізнавальної діяльності учнів та впровадження інформаційно–комунікаційних технологій досліджувалося багатьма вітчизняними науковцями, зокрема В. Биковим, Р. Гуревичем, Н. Морзе, О. Карабін. Проблеми формування цифрової компетентності в освітньому просторі розробляли Н. Балик, Г. Генсерук, О. Овчарук. У останні десятиліття виокремилася нова парадигма, пов'язана з гейміфікацією освітнього процесу. Концептуальні засади гейміфікації та використання ігрових механік у навчанні систематизував К. Капп. Психологічне підґрунтя гейміфікованого навчання, засноване на задоволенні потреб

в автономії та компетентності, обґрунтовано в теорії самодетермінації Е. Десі та Р. Раяна. Особливості застосування ігрових елементів для підвищення результативності в математичній освіті висвітлено у працях Дж. Боулер та М. Чиксентмігаї. Вітчизняний досвід гейміфікації та її вплив на розвиток учнів представлено у роботах Ю. Рамського та Л. Титової.

Незважаючи на теоретичне обґрунтування та міжнародні приклади успішного впровадження гейміфікації, у вітчизняній освітній практиці спостерігається розбіжність між наявними цифровими можливостями та реальним використанням гейміфікованих підходів у навчанні математики. На перетині вимог нормативних документів, наукових досліджень та практичних потреб шкіл виникає необхідність у комплексному розробленні методики впровадження технологій гейміфікації, адаптованих до актуальної української програми. Актуальність проблеми та її недостатня розробленість у вітчизняній педагогічній практиці зумовили вибір теми дослідження: **«Використання технологій гейміфікації для ефективного навчання математики в закладах загальної середньої освіти»**.

Мета дослідження – теоретично обґрунтувати основи та розробити навчально–методичні матеріали використання технологій гейміфікації для ефективного навчання математики в закладах загальної середньої освіти.

Завдання дослідження:

1. Теоретично обґрунтувати основи використання технологій гейміфікації в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти.
2. Охарактеризувати та систематизувати технології гейміфікації для ефективного навчання математики в закладах загальної середньої освіти.
3. Конкретизувати методичні підходи до розроблення навчально–методичних матеріалів для ефективного навчання математики в середній школі засобами технологій гейміфікації.
4. Розробити програмний застосунок і навчально–методичні матеріали використання технологій гейміфікації для ефективного навчання математики в середній школі закладів загальної середньої освіти.

Об'єкт дослідження – освітній процес учнів старших класів закладів загальної середньої освіти.

Предмет дослідження – технології гейміфікації для ефективного навчання математики в закладах загальної середньої освіти.

Методи дослідження: теоретичні: аналіз, синтез, систематизація та порівняння психолого– педагогічної та методичної літератури, аналіз державних нормативних документів, навчальних планів і програм; емпіричні: спостереження за навчальною діяльністю учнів, бесіди з вчителями, анкетування та опитування учнів, аналіз результатів тестування; технологічні та методичні: проєктування мобільного застосунку з елементами гейміфікації, адаптація навчально– методичних матеріалів до гейміфікованого формату; математико– статистичні: кількісна та якісна обробка експериментальних даних.

Наукова новизна дослідження полягає у теоретичному обґрунтуванні та розробці методики використання авторського програмного застосунку для навчання математики, що базується на інтеграції ігрових елементів (систем рівнів, дуелей, нагород) у дидактичний процес відповідно до вимог Державного стандарту.

Практичне значення одержаних результатів полягає у створенні мобільного застосунку «Математичні ігри» та комплексу навчально– методичних матеріалів для педагогів, які готові до впровадження в освітній процес закладів загальної середньої освіти для підвищення мотивації та залученості учнів.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ГЕЙМІФІКАЦІЇ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

1.1 Теоретичні засади використання технологій гейміфікації для ефективного навчання математики в освітньому процесі учнів середніх класів

Гейміфікація як педагогічний феномен набула значного поширення у світовій освітній практиці протягом останніх двох десятиліть. Термін «гейміфікація» (від англ. *gamification*) увів у науковий обіг британський програміст Н. Пеллінг у 2002 році для опису процесу застосування ігрових механік у неігрових контекстах [45]. Проте активне використання цього поняття в освіті розпочалось лише після 2010 року, коли Карл Капп опублікував фундаментальну працю «The Gamification of Learning and Instruction», де систематизував теоретичні основи та практичні підходи до інтеграції ігрових елементів у освітньому процесі [45].

У педагогічному контексті гейміфікація визначається як застосування ігрових елементів та механік у навчальному середовищі з метою підвищення мотивації учнів, залученості до освітнього процесу та ефективності засвоєння знань [59]. Важливо розрізняти гейміфікацію та ігрові технології навчання. Якщо ігрові технології передбачають використання повноцінних навчальних ігор як самостійних форм організації навчання, то гейміфікація інтегрує окремі ігрові механіки (бали, рівні, досягнення, рейтинги) у традиційні навчальні завдання, зберігаючи їхню педагогічну спрямованість [59; 41].

Теоретичну основу гейміфікації складають кілька психологічних концепцій, що пояснюють механізми впливу ігрових елементів на мотивацію та навчальну поведінку учнів. Найбільш фундаментальною є теорія самодетермінації (Self-Determination Theory) Е. Десі та Р. Райана [55; 56]. Згідно з цією теорією, внутрішня мотивація людини базується на задоволенні трьох базових психологічних потреб: автономії (відчуття контролю над власними діями), компетентності (відчуття

майстерності та ефективності) та соціальної належності (відчуття зв'язку з іншими людьми) [55; 56].

Гейміфіковані навчальні середовища створюють умови для задоволення цих потреб. Автономія реалізується через можливість вибору завдань, темпу навчання та стратегій досягнення цілей. Компетентність формується завдяки чітким критеріям успішності, миттєвому зворотному зв'язку та поступовому нарощуванню складності завдань. Соціальна належність підтримується через колективні ігрові активності, рейтинги та системи досягнень [57]. Дослідження М. Сайлера та співавторів емпірично підтвердили, що саме задоволення цих трьох потреб опосередковує вплив гейміфікації на внутрішню мотивацію та навчальні результати учнів [57].

Другою важливою теоретичною концепцією є психологія потоку (Flow Theory) М. Чіксентміхаї [32]. Стан потоку характеризується повним зануренням у діяльність, коли людина втрачає відчуття часу та повністю сконцентрована на завданні. Для досягнення стану потоку необхідний баланс між рівнем складності завдання та навичками виконавця: завдання має бути достатньо викликом, але не надмірно складним [32]. Гейміфіковані навчальні системи створюють умови для досягнення потоку через адаптивну складність завдань, чіткі цілі та миттєвий зворотний зв'язок [52]. Як показує таблиця 1.1, гейміфіковане навчання математики пропонує принципово інший підхід організації освітнього процесу, що може суттєво підвищити залученість учнів та ефективності навчання.

Таблиця 1.1

Гейміфіковане навчання в порівнянні із традиційним

Аспект	Гейміфіковане навчання	Традиційне навчання
Мотивація	Внутрішня мотивація через ігрові елементи	Зовнішня мотивація(оцінки, вимоги)

Темп Навчання	Адаптивний, індивідуальний	Фіксований для всіх учнів
Зворотний зв'язок	Миттєвий, специфічний, спонукаючий	Затримані оцінки, часто критичний
Ставлення до помилок	Помилки – частина навчання, можливість повторної спроби	Помилки – невдалі результати, заохочують страх
Залученість	Висока, учень активний учаник	Низька, учень пасивний отримувач
Досяжність цілей	Чіткі, видимі, досяжні цілі	Абстрактні цілі
Соціальна взаємодія	Колаборація, Командні завдання, здорова конкуренція	Переважно індивідуальна робота
Прогрес	Видимий прогрес(рівні, досягнення, діаграми)	Не видимий прогрес (абстрактні оцінки)
Гнучкість	Множинні шляхи досягнення цілі	Єдиний шлях для всіх
Довговічність мотивиції	Підтримує внутрішню мотивацію довгострокову	Зменшує мотивацію при не правильному підході

Третьою концепцією, що має значення для розуміння ефективності гейміфікації, є теорія мислення зростання (Growth Mindset) К. Двек [38]. Учні з мисленням зростання вважають, що їхні здібності можна розвивати через зусилля та навчання, тоді як учні з фіксованим мисленням вважають здібності незмінними [38]. Гейміфіковані системи з акцентом на прогрес, можливість повторних спроб та визнання зусиль сприяють формуванню мислення зростання. Дослідження Д. Боулер показали, що математичні навчальні середовища, що підтримують мислення зростання, значно підвищують навчальні досягнення учнів [28].

Важливим аспектом педагогічної інтеграції гейміфікації є модель технологічно— педагогічних знань про зміст (Technological Pedagogical Content Knowledge, TPACK), запропонована П. Мішрою та М. Кохлером [51]. Ця модель підкреслює необхідність інтеграції трьох типів знань учителя: знання змісту предмета, педагогічних підходів та технологічних інструментів. Ефективне

використання гейміфікованих цифрових платформ вимагає від учителя не лише розуміння ігрових механік, а й уміння інтегрувати їх у навчальні цілі та методи викладання конкретного предмета [45; 33; 41; 51].

Таким чином, теоретичні засади гейміфікації в освіті базуються на глибокому розумінні психологічних механізмів мотивації, когнітивних процесів та педагогічних принципів. Інтеграція ігрових елементів у навчання не є простим додаванням розважальних компонентів, а представляє собою систематичний підхід до створення навчального середовища, що задовольняє базові психологічні потреби учнів, підтримує стан потоку, формує мислення зростання та відповідає сучасним вимогам цифрової педагогіки.

1.2 Педагогічні підходи ефективного навчання математики в освітньому процесі учнів середніх класів

Ефективне викладання математики в середній школі базується на сучасних педагогічних підходах, що враховують як когнітивні особливості учнів підліткового віку, так і специфіку математичного змісту. Сукупність підходів формують теоретичну основу для інтеграції гейміфікаційних технологій у навчання математики.

Конструктивістський підхід до навчання розглядає учня як активного конструктора власних знань, а не пасивного отримувача інформації [39]. С. Фоснот, та Р. С. Перрі. заклали основи конструктивізму, підкреслюючи роль активної взаємодії учня з навчальним середовищем та соціального контексту у формуванні понять [39]. У контексті математики це означає, що учні мають «відкривати» математичні закономірності через дослідження, експериментування та розв'язування завдань, а не лише запам'ятовувати правила [47].

Конструктивістський підхід реалізується через організацію навчальної діяльності, де учні активно маніпулюють математичними об'єктами, формують гіпотези, перевіряють їх та рефлексують над результатами [39]. Гейміфіковані цифрові середовища природно підтримують конструктивістське навчання, надаючи

учням можливості для експериментування, миттєвий зворотний зв'язок та безпечне середовище для помилок [52].

Проблемно–орієнтоване навчання (Problem – Based Learning) передбачає організацію навчання навколо автентичних проблемних ситуацій, що вимагають застосування математичних знань для їх розв'язання [43]. Цей підхід розвиває не лише предметні знання, а й метакогнітивні навички, критичне мислення та здатність переносити знання в нові контексти [43].

Дослідження А. Шенфельда показали, що традиційне навчання математики часто формує у учнів фрагментарні знання, не пов'язані з реальними проблемами [59]. Проблемно–орієнтоване навчання долає цю фрагментарність через контекстуалізацію математичних понять [59]. Інтеграція гейміфікації з проблемно–орієнтованим навчанням може відбуватися через створення сюжетних ігрових сценаріїв, де математичні завдання вбудовані в осмислені контексти та мають ігрову мотивацію [52].

Диференціація та персоналізація навчання визнають індивідуальні відмінності учнів у темпах навчання, попередніх знаннях, стилях мислення та інтересах [62]. К. Томлінсон розробила комплексну модель диференційованого навчання, що передбачає адаптацію змісту, процесу, продукту навчання та навчального середовища до потреб окремих учнів [62].

У математичній освіті диференціація особливо важлива через кумулятивний характер предмета: прогалини в базових знаннях створюють бар'єри для засвоєння нового матеріалу [47]. Цифрові гейміфіковані платформи надають потужні інструменти для диференціації через адаптивні алгоритми, що підлаштовують складність завдань до рівня учня, та можливість індивідуальних траєкторій навчання [30].

Колаборативне навчання базується на принципі, що знання конструються через соціальну взаємодію та діалог [44]. Дослідження Д. Джонсона та Р. Джонсона показали, що кооперативне навчання в малих групах підвищує як академічні досягнення, так і соціальні навички учнів [44]. У математиці колаборативні

активності особливо цінні для розвитку математичної комунікації, аргументації та здатності пояснювати власне мислення [47].

Гейміфіковані навчальні активності можуть підтримувати колаборацію через командні виклики, спільне розв'язування завдань та елементи здорової конкуренції між групами [29]. Проте важливо забезпечити баланс між конкуренцією та співпрацею, щоб уникнути негативних ефектів надмірної змагальності [41].

Формуюче оцінювання та зворотний зв'язок є критичними компонентами ефективного навчання математики. П. Блек. та Д. Вільям визначили формуюче оцінювання як процес збору та використання доказів навчання для адаптації викладання до потреб учнів [27]. На відміну від підсумкового оцінювання, що вимірює кінцеві результати, формуюче оцінювання інтегроване в освітньому процесі та спрямоване на підтримку навчання [65].

Дослідження J. Hattie., Н. Timperley показали, що ефективний зворотний зв'язок має три ключові характеристики: фокус на завданні (а не на особистості учня), інформація про прогрес відносно цілей навчання, та конкретні рекомендації щодо подальших кроків [42]. Вона підкреслює важливість своєчасності зворотного зв'язку: затримка зменшує його ефективність [60].

Гейміфіковані цифрові платформи природно підтримують формуюче оцінювання через миттєвий зворотний зв'язок, візуалізацію прогресу та адаптивне коригування завдань [45]. Системи балів, рівнів та досягнень надають учням прозору інформацію про їхній прогрес, підтримуючи формування навичок самооцінювання та саморегуляції навчання [60].

Інтеграція цих педагогічних підходів створює потужну основу для ефективного навчання математики. Гейміфікація, розглянута через призму цих підходів, постає не як спрощення або розваження, а як педагогічний інструмент, що може підтримувати активне конструювання знань, проблемно-орієнтоване мислення, персоналізацію навчання, колаборацію та ефективне оцінювання [45; 52]. Проте успішна реалізація вимагає від учителя глибокого

розуміння як педагогічних принципів, так і особливостей конкретних гейміфікаційних інструментів [51].

1.3 Характеристика технологій гейміфікації для ефективного навчання математики

Для систематичного розуміння гейміфікації в освітньому контексті корисно використовувати класифікацію ігрових елементів, запропоновану дослідниками в галузі дизайну ігор. С. Детердінг та співавтори виділяють три рівні ігрового досвіду: ігрові механіки, ігрову динаміку та ігрову естетику [33]. Дана тривимірна модель дозволяє аналізувати, як конкретні ігрові елементи впливають на поведінку та переживання учнів.

1. Ігрові механіки представляють найбільш конкретний рівень ігрових елементів – це правила, компоненти та процедури, що визначають структуру гри [67]. В освітньому контексті найбільш поширеними ігровими механіками є:

– бали (points) – найпростіша форма кількісного зворотного зв'язку про успішність дій учня. Бали можуть виконувати кілька функцій: індикатор прогресу, основа для порівняння з іншими, валюта для отримання винагород [67; 64]. Проте дослідження показують, що надмірний акцент на балах може зміщувати мотивацію учнів з навчання на «заробляння балів», особливо якщо бали прив'язані до зовнішніх винагород [41];

– рівні (levels) представляють етапи прогресу, що вимагають досягнення певних критеріїв для переходу на наступний рівень. Рівні створюють відчуття просування вперед та майстерності, підтримуючи потребу в компетентності згідно з теорією самодетермінації [56]. Важливо, щоб складність завдань на кожному рівні відповідала зоні найближчого розвитку учня для підтримки стану потоку [32];

– значки та досягнення (badges and achievements) – символічні винагороди за виконання специфічних завдань або досягнення певних критеріїв. На відміну від балів, досягнення часто мають якісний характер та відзначають різноманітні аспекти навчальної діяльності: наполегливість, креативність, допомогу іншим [46].

Досягнення можуть підтримувати множинні цілі навчання та формувати мислення зростання, якщо вони фокусуються на зусиллях та прогресі, а не лише на результатах [38];

- таблиці лідерів (leaderboards) відображають відносну позицію учнів на основі певних показників успішності. Лідерборди можуть стимулювати здорову конкуренцію та соціальне порівняння [67]. Проте дослідження виявили потенційні негативні ефекти: учні, що постійно знаходяться внизу рейтингу, можуть втрачати мотивацію [41]. Більш інклюзивні підходи включають командні рейтинги або фокус на особистому прогресі замість глобальних рейтингів [29];

- прогрес-бари (progress bars) візуально відображають просування до цілі. Психологічні дослідження показують, що візуалізація прогресу підвищує мотивацію до завершення завдань, особливо коли вже досягнуто певного прогресу («ефект просування») [64];

2. Ігрова динаміка представляє більш високий рівень абстракції – це поведінкові патерни та взаємодії, що виникають в результаті застосування ігрових механік [67]. Ключові динаміки включають:

- виклик та майстерність – динаміка, що виникає з балансу між складністю завдань та навичками учня. Оптимальний виклик створює мотивуючу напругу, тоді як надмірна легкість призводить до нудьги, а надмірна складність – до фрустрації [32];

- прогрес та досягнення – відчуття поступового руху до цілі та періодичні переживання успіху. Постійна динаміка підтримує довготривалу мотивацію через серію «малих перемог» [46];

- зворотний зв'язок – інформація про результати дій, що дозволяє коригувати стратегії та підтримує процес навчання. Ефективний зворотний зв'язок в ігрових середовищах є своєчасним, специфічним та орієнтованим на дію [42; 60];

- колекціонування – динаміка накопичення ресурсів, досягнень або віртуальних об'єктів. Ця динаміка може підтримувати тривале залучення через відчуття «володіння» та прогресу [67];

3. Ігрова естетика представляє найвищий рівень – емоційні відгуки та переживання, що виникають під час взаємодії з ігровими елементами [33]. Ключові естетичні виміри включають:

- сюжет та наратив створюють осмислений контекст для навчальних активностей, перетворюючи абстрактні завдання на частину більшої історії. Сюжет може підтримувати внутрішню мотивацію через цікавість та емоційне залучення [52];

- персонажі та аватари дозволяють учням персоналізувати свій ігровий досвід та ідентифікуватися з віртуальним представленням себе. Дослідження показують, що можливість вибору та кастомізації аватара підвищує відчуття автономії [56];

- соціальна взаємодія включає кооперацію, конкуренцію та комунікацію між учнями. Соціальні елементи підтримують потребу в належності та можуть значно підвищувати мотивацію [44].

Важливо розуміти, що ефективність гейміфікації залежить не від кількості використаних елементів, а від їх узгодженості з навчальними цілями та контекстом [55; 34]. Дж. Хамарі у систематичному огляді емпіричних досліджень виявили, що гейміфікація найбільш ефективна, коли ігрові елементи інтегровані в осмислений освітньому досвіді та підтримують внутрішню мотивацію [41].

Дослідження С. Дічев та Д. Дічева підкреслюють, що існує значна невизначеність щодо довготривалих ефектів гейміфікації та оптимальних способів її реалізації в різних освітніх контекстах [34]. Вони закликають до більш ретельного дослідження механізмів впливу окремих ігрових елементів на різні аспекти навчання та мотивації.

Таким чином, класифікація елементів гейміфікації на механіки, динаміки та естетику надає корисну рамку для аналізу та проєктування гейміфікованих навчальних середовищ. Розуміння цих рівнів допомагає педагогам свідомо вибирати ігрові елементи, що відповідають навчальним цілям, підтримують внутрішню мотивацію та створюють позитивний освітній досвід [45; 33].

Висновки до першого розділу

Теоретичний аналіз показав, що гейміфікація в освіті базується на міцному фундаменті психологічних теорій та педагогічних підходів. Теорія самодетермінації, психологія потоку та концепція мислення зростання пояснюють, чому ігрові елементи можуть підвищувати мотивацію та ефективність навчання. Проте успішна інтеграція гейміфікації вимагає не простого додавання ігрових механік, а їх узгодження з педагогічними принципами конструктивізму, проблемно—орієнтованого навчання, диференціації та формуючого оцінювання.

Класифікація елементів гейміфікації на механіки, динаміки та естетику надає систематичну рамку для проєктування навчальних середовищ. Розуміння цих рівнів критично важливе для розробки ефективних гейміфікованих інструментів навчання математики, що буде детально розглянуто в наступному розділі.

Важливо наголосити, що гейміфікація не є універсальним рішенням усіх проблем навчання математики. Її ефективність залежить від якості педагогічного дизайну, узгодженості з навчальними цілями та здатності підтримувати внутрішню мотивацію учнів. У наступному розділі розглянемо, як ці теоретичні принципи реалізуються в сучасних цифрових платформах навчання математики та у розробленому навчальному застосунку «Математичні ігри».

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ГЕЙМІФІКАЦІЇ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ В СЕРЕДНІЙ ШКОЛІ

2.1 Практичні підходи використання технологій гейміфікації для ефективного навчання математики в середній школі закладів загальної середньої освіти

Практичне впровадження технологій гейміфікації у освітньому процесі середньої школи є ключовим чинником підвищення ефективності засвоєння учнями математичних компетентностей. Саме завдяки використанню практичних підходів гейміфікації можливо створити середовище, що стимулює інтерес учнів, підтримує їхню мотивацію до навчання та забезпечує систематичний контроль за їхнім прогресом. У даному підрозділі розглядаються конкретні методи, інструменти та форми роботи, які можуть бути інтегровані у шкільні уроки математики, а також педагогічні аспекти їх застосування [23; 7].

Сутність практичних підходів до гейміфікації полягає у реалізації навчального процесу через механізми, які традиційно використовуються в іграх, але при цьому орієнтовані на навчальну мету. Практичні підходи передбачають систематичне поєднання мотиваційних чинників, механізмів досягнень та зворотного зв'язку. У педагогічному контексті «практичні підходи» визначаються як комплекс організаційних та методичних дій учителя, спрямованих на активізацію навчальної діяльності учнів, підвищення їхньої самостійності та формування компетентностей через інтеграцію гейміфікаційних елементів [12; 33].

Необхідно також розмежовувати поняття «гейміфікація навчання» та «ігрові технології». Ігрові технології передбачають використання навчальних ігор як самостійного елемента уроку, тоді як гейміфікація інтегрує ігрові механіки у традиційні навчальні завдання, роблячи процес навчання більш динамічним і мотивуючим без обов'язкового перетворення його на гру [57; 55]. З погляду

педагогіки, цей підхід дозволяє не лише зацікавити учнів, а й формувати такі ключові навички, як концентрація, критичне мислення та командна взаємодія. Основними принципами гейміфікації навчання є мотивація учнів, надання чітких завдань і цілей, своєчасний зворотний зв'язок, а також система винагород, яка стимулює прогрес та досягнення [49; 59].

Мотиваційний аспект практичних підходів до гейміфікації реалізується через використання різних механізмів, таких як бали, рівні, досягнення та аватари (табл. 1.1 у розділі 1). Наприклад, наявність системи рівнів дозволяє учневі відчувати власний прогрес, а досягнення та нагороди стимулюють повторення навчальних завдань для досягнення конкретних результатів [37; 26]. Зворотний зв'язок у такій системі набуває не лише оцінювальної функції, а й мотивуючого ефекту, оскільки учень бачить конкретні результати своєї діяльності та можливість покращення [57; 66].

Проведемо огляд існуючих цифрових платформ для гейміфікації навчання математики. Нині сучасні цифрові освітні платформи активно використовують елементи гейміфікації для підвищення мотивації та залученості учнів до навчального процесу. Для всебічного розуміння можливостей гейміфікації у навчанні математики було проведено детальний аналіз п'яти провідних платформ: Kahoot! [68], Quizizz [69], ClassDojo [70], Matific [71] та Prodigy math [72]. Кожна з цих платформ використовує унікальні підходи до інтеграції ігрових механік у освітньому процесі та має свої сильні сторони і обмеження.

1. Kahoot! [68] – одна з найпопулярніших платформ для інтерактивного навчання, що активно використовує елементи гейміфікації у процесі навчання математики та інших дисциплін. Основні механіки включають бали за правильні відповіді, лідерборди, обмеження часу для відповідей та змагальні ігрові елементи. Ключові ігрові механіки:

– система балів: Учні отримують бали за правильні відповіді, причому швидкість відповіді впливає на кількість балів. Це створює динамічне середовище, де важливі як знання, так і швидкість мислення [63].

– лідерборди: після кожного питання відображається топ п'ять учнів, що створює змагальну атмосферу та стимулює учнів намагатися потрапити до лідерів [63; 50];

– обмеження часу: кожне питання має таймер (зазвичай 20–60 секунд), що додає елемент напруження та тренує швидкість прийняття рішень [63];

– візуальне оформлення: яскравий інтерфейс, анімації та звукові ефекти створюють ігрову атмосферу, що підвищує емоційну залученість учнів [50].

Педагогічні переваги: використання балів і лідербордів створює унікальну мотиваційну структуру:

– бали дають учням безпосередній зворотний зв'язок про їх знання, що підвищує самооцінку та усвідомлення власного прогресу [63; 50];

– лідерборди стимулюють змагальний дух, який активізує внутрішню мотивацію учнів, особливо підлітків, що є критично важливим для вікової групи 5–9 класів.

Платформа ефективна для фронтальної роботи з класом, коли всі учні одночасно відповідають на питання, що створює спільний ігровий досвід. Дослідження Wang і Tahir показали, що Kahoot! значно підвищує залученість учнів та їхню мотивацію до навчання [63]. Licorish та співавтори виявили, що учні позитивно сприймають Kahoot! як інструмент, що робить навчання більш цікавим та інтерактивним [50]. Обмеження платформи:

– акцент на швидкості: Часові обмеження можуть створювати стрес для учнів, які потребують більше часу на обмірковування відповіді [63];

– поверхове засвоєння: Формат швидких питань не завжди сприяє глибокому розумінню математичних концепцій [50];

– конкуренція проти співпраці: Сильний акцент на змаганні може демотивувати учнів, які постійно залишаються внизу рейтингу [41; 29];

– обмежена адаптивність: Завдання мають однакову складність для всіх учнів, що не враховує індивідуальні потреби [30].

Для прикладу розглянемо використання на уроці: Вчитель створює Kahoot! вікторину з 10–15 питань на тему «Додавання дробів». Учні входять у гру через смартфони або планшети, вводячи код гри. Після кожного питання на екрані показується лідерборд, а в кінці визначається переможець. Така форма роботи займає 10–15 хвилин і ефективна для повторення або перевірки знань (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Приклад інтерактивного тесту на платформі Kahoot!, що демонструє використання рейтингу та балів для стимулювання активності учнів

2. Quizizz [72] – платформа, що поєднує елементи вікторин і гейміфікації, широко використовується у навчанні математики для 5–9 класів. На відміну від Kahoot!, Quizizz дозволяє учням проходити вікторини у власному темпі, що знижує стрес та дозволяє більше зосередитися на розумінні завдань. Ключові ігрові механіки:

- система рівнів: завдання організовані за рівнями складності, що дозволяє поступово нарощувати навантаження [66];
- сюжетні завдання: учні можуть проходити «місії» або «квести», де математичні завдання вбудовані в ігровий контекст [66];

– аватари та персоналізація: учні обирають аватари та можуть налаштовувати свій профіль, що підвищує емоційну прихильність до платформи [66];

– прогрес–бар: візуальне відображення прогресу створює відчуття досягнення та мотивує завершити всі завдання [64];

– миттєвий зворотний зв'язок: після кожної відповіді учень бачить, чи правильна відповідь, та отримує пояснення, що підтримує освітній процес [42; 60].

Педагогічні переваги: Використання рівнів і сюжетних завдань створює структуру поступового навчання. Кожен новий рівень передбачає складніші завдання, що сприяє поступовому нарощуванню знань і розвитку критичного мислення [52]. Можливість проходження у власному темпі знижує тривожність та дозволяє учням з різними здібностями ефективно засвоювати матеріал [62]. Zhao у своєму дослідженні показав, що Quizizz підвищує мотивацію учнів та їхню академічну успішність завдяки поєднанню ігрових елементів з індивідуалізованим підходом [66]. Платформа особливо ефективна для домашніх завдань та самостійної роботи учнів. Обмеження платформи:

– менша соціальна взаємодія: на відміну від Kahoot!, Quizizz більше орієнтований на індивідуальну роботу, що може зменшувати соціальну складову навчання [44].

– ризик відволікання: ігрові елементи (аватари, анімації) можуть відволікати увагу від навчального змісту [61].

– потреба в інтернет–з'єднанні: платформа вимагає стабільного інтернету, що може бути обмеженням у деяких школах [24].

Приклад використання: Вчитель задає Quizizz як домашнє завдання на тему «Рівняння з одним невідомим». Учні проходять вікторину вдома у зручний час, витрачаючи стільки часу, скільки їм потрібно. Вчитель отримує детальну аналітику про успішність кожного учня та може виявити проблемні теми (рис. 2.2).

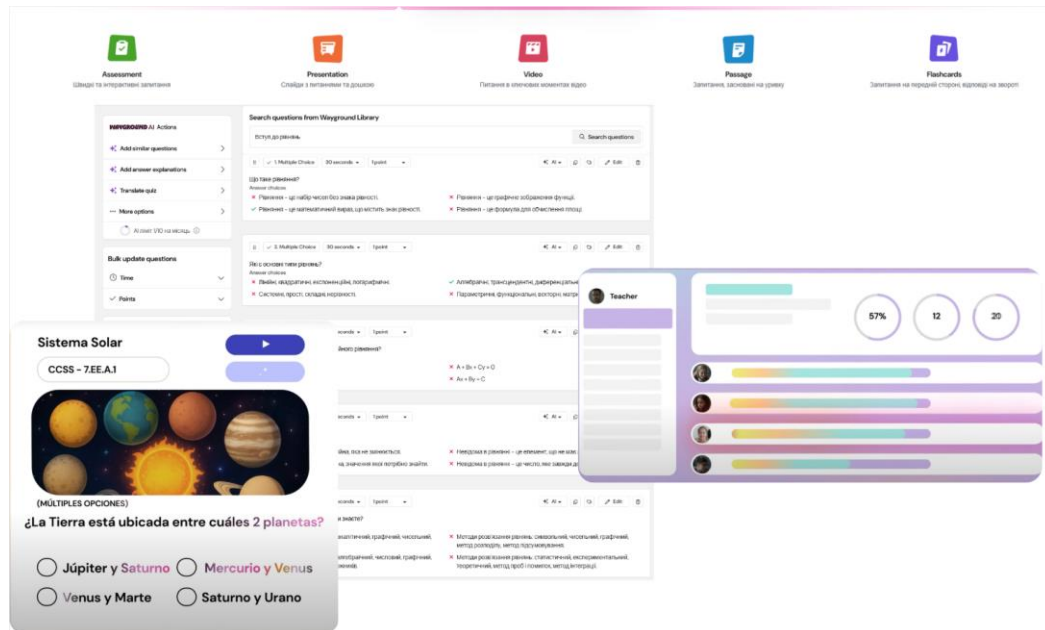


Рис. 2.2 Приклад Домашнього завдання та відслідковування успішності учнів на платформі Quizizz

3. ClassDojo [68] – популярна освітня платформа, яка інтегрує елементи гейміфікації у освітньому процесі через систему нагород, аватарів, балів та візуальних відгуків. Основна мета – підтримка внутрішньої мотивації учнів та створення позитивного емоційного середовища в класі [29]. Ключові ігрові механіки:

- система балів за поведінку та участь: учні отримують бали не лише за правильні відповіді, а й за активну участь, співпрацю, креативність [66];
- аватари–монстрики: кожен учень має персонального аватара, що можна налаштовувати, що створює емоційний зв’язок з платформою [68];
- візуальні відгуки: вчитель може публічно відзначати досягнення учнів, що створює позитивне підкріплення [57];
- залучення батьків: батьки можуть бачити прогрес своїх дітей через мобільний застосунок, що підвищує відповідальність учнів [24].

Педагогічні переваги: ClassDojo використовує систему нагород та аватарів, що дозволяє учням бачити свій прогрес та досягнення в реальному часі. Платформа підтримує формування внутрішньої мотивації через визнання не лише академічних успіхів, а й соціальних навичок (співпраця, наполегливість, креативність) [26; 57].

Дослідження показують, що ClassDojo ефективно підвищує залученість учнів та покращує клімат у класі завдяки системі позитивного підкріплення [29]. Платформа особливо корисна для молодших підлітків (5–6 класи), які потребують структури та чітких критеріїв успішності. Обмеження платформи:

- фокус на поведінці, а не на змісті: ClassDojo більше орієнтований на управління класом, ніж на освітній контент [29];
- ризик зовнішньої мотивації: Надмірний акцент на балах може зміщувати фокус з навчання на «заробляння балів» [41];
- обмежені можливості для математики: Платформа не містить математичних завдань, тому потребує інтеграції з іншими ресурсами [30].

Приклад використання: У педагогічній практиці ClassDojo можна застосувати для відстеження участі учнів протягом року. Під час уроку математики учні отримують бали за активну участь у груповій роботі, креативні рішення завдань та допомогу однокласникам. Наприкінці місяця учні з найбільшою кількістю балів отримують символічні нагороди (рис. 2.3).



Рис 2.3. Приклад інтерфейсу ClassDojo, демонстрування персонажа та віртуального світу

4. Matific [70] – освітня платформа для навчання математики, яка пропонує інтерактивні вправи, навчальні міні-ігри та завдання–місії, структуровані за рівнями складності [52]. Сервіс орієнтований на розвиток логічного мислення,

навичок самоконтролю та підтримку різних стилів навчання. Ключові ігрові механіки:

- міні-ігри: Математичні концепції представлені у вигляді інтерактивних ігор, що робить навчання захоплюючим [52];

- рівні складності: Завдання автоматично адаптуються до рівня учня, забезпечуючи оптимальний виклик [62; 30];

- завдання–місії: Учні проходять послідовні місії, що створює сюжетну лінію [52];

- нагороди та досягнення: За успішне виконання завдань учні отримують зірки та медалі [67].

Педагогічні переваги: Matific використовує систему рівнів і сюжетних завдань, що дозволяє учням поступово опановувати матеріал, від легких до складніших вправ. Платформа підтримує конструктивістський підхід до навчання, де учні активно досліджують математичні концепції через маніпуляції з об'єктами [39; 52].

Адаптивні алгоритми Matific аналізують успішність учня та підбирають завдання відповідної складності, що забезпечує персоналізоване навчання [62; 30]. Це особливо важливо для учнів з різними темпами навчання. Обмеження платформи:

- висока вартість: Matific є платною платформою, що може бути обмеженням для багатьох шкіл [30];

- фокус на молодших класах: більшість контенту орієнтована на початкову школу, для середніх класів матеріалу менше [70];

- потреба в регулярному використанні: ефективність платформи залежить від систематичного використання, що вимагає дисципліни [52].

Приклад використання: з метою підвищення мотивації Matific у навчальному плані як додаткові вправи для закріплення тем. Учні, які швидко засвоюють матеріал, отримують складніші завдання на Matific, а ті, хто потребує додаткової

практики, працюють з базовими рівнями. Таким способом можна забезпечити диференціацію навчання (рис. 2.4).

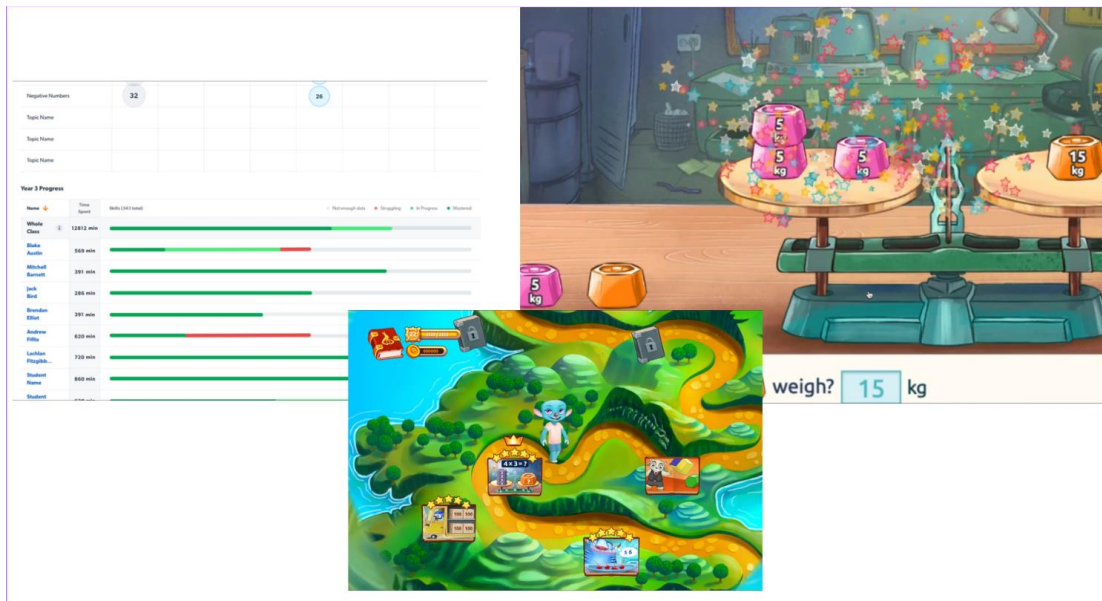


Рис. 2.4. Демонстрація інтерактивних вправ, Карти завдань та статистики на платформі Matific

5. Prodigy Math [71] – ігрові сценарії для навчання – платформа для навчання, яка поєднує ігрові механіки з освітнім контентом, пропонуючи систему рівнів, досягнень, нагород та персонажів. Особлива увага приділяється розвитку обчислювальних навичок, логічного мислення та концентрації учнів на розв’язуванні математичних завдань. Ключові ігрові механіки:

– ігровий сюжет: навчальний матеріал представлений у форматі рольової гри, де учні проходять місії та битви з монстрами для розв’язування математичних завдань (наприклад, битва вимагає правильного розв’язання серії прикладів на відсотки чи дроби) [57];

– система рівнів: прогрес учнів відображається через систему рівнів та прокачування персонажів, що створює відчуття досягнення та заохочує до продовження [40];

– колективні виклики: можливість створювати командні завдання та спільні «битви» для всього класу, що розвиває співпрацю та взаємодопомогу [45];

– система нагород: учні отримують очки, предмети та відкривають нові локації за успішне виконання завдань, що посилює позитивне підкріплення.

Педагогічні переваги [46]: Prodigy Math мотивує учнів через поєднання зовнішніх нагород (очки, предмети, досягнення) та внутрішнього задоволення від прогресу у грі та розв’язування завдань. Ігровий сюжет створює контекст для математичних завдань, що робить їх більш осмисленими та менш абстрактними [71].

Платформа ефективна як для індивідуальної роботи, так і для групових активностей та командних викликів, що розвиває комунікативні навички, відповідальність та здатність до співпраці. Обмеження платформи:

– мовні обмеження: Prodigy Math орієнтований переважно на англomовне середовище, тому для роботи в українських школах потрібна адаптація матеріалів та додаткова підтримка для учнів з низьким рівнем англійської мови;

– потреба в підготовці: вчителю потрібно витратити час на налаштування контенту, вибір тем та адаптацію ігрових сценаріїв до шкільної програми;

– технічні вимоги: деякі ігрові режими вимагають хорошого інтернет-з’єднання та сучасних пристроїв, особливо під час одночасної роботи цілого класу.

Приклад використання: у межах уроку з теми «Відсотки» педагог організовує роботу в середовищі Prodigy Math, налаштовуючи серію тематичних завдань. Учні беруть участь у сюжетній місії, де для досягнення ігрової мети необхідно розв’язати низку завдань на відсотки.

Змагальний елемент реалізується через порівняння кількості перемог, а найрезультативніший учень отримує спеціальне досягнення. Активність триває 20–25 хвилин і поєднує навчання з розвитком співпраці та здорової конкуренції (рис. 2.5).

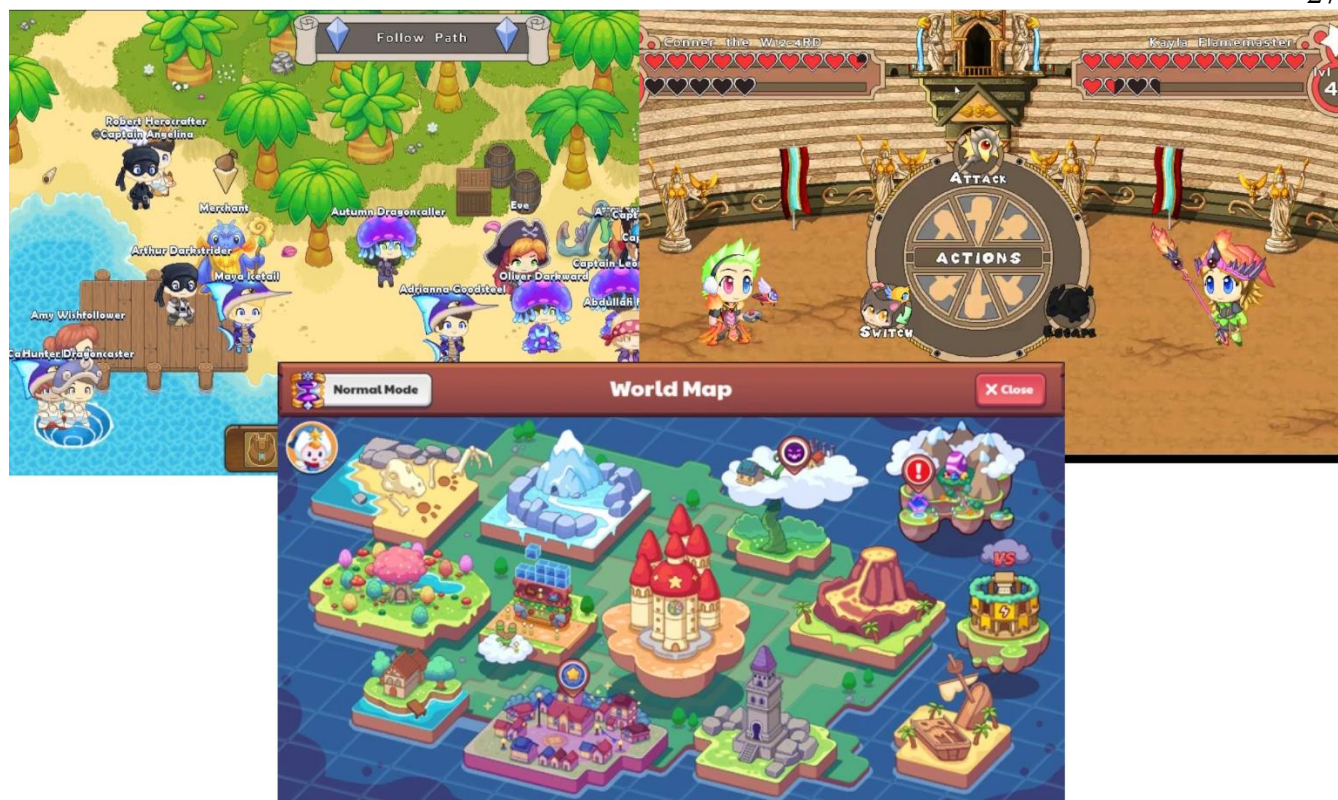


Рис. 2.5 Приклад інтерфейсу Prodigy Math

Порівняльний аналіз платформ: для систематизації інформації про розглянуті платформи наведемо порівняльну таблицю 2.1, що узагальнює їхні ключові характеристики, переваги та обмеження.

Таблиця 2.1

Ключові характеристики платформ

Платформа	Ключові механіки	Переваги	Обмеження
Kahoot! [69]	Бали, лідерборди, обмеження часу, фронтальна робота	Висока залученість, миттєвий зворотний зв'язок, ефективна для перевірки знань [63] [50]	Акцент на швидкості, поверхове засвоєння, стрес для повільних учнів, обмежена адаптивність [41] [30]

Quizizz [71]	Рівні, сюжетні завдання, прогрес–бар, аватари, індивідуальний темп	Адаптивна складність, детальна аналітика, підходить для домашніх завдань [66]	Менша соціальна взаємодія, ризик відволікання, потреба в інтернеті [44; 41]
ClassDojo [68]	Бали за поведінку, аватари, візуальні відгуки, залучення батьків	Позитивне підкріплення, формування мотивації, покращення клімату в класі [29]	Фокус на поведінці, а не змісті, ризик зовнішньої мотивації, обмежений математичний контент [41; 30]
Matific [70]	Міні–ігри, адаптивні рівні, завдання–місії, нагороди	Підтримка різних стилів навчання, персоналізація, конструктивістський підхід [62; 39; 52]	Висока вартість, фокус на молодших класах, потреба в регулярності [30; 80]
Prodigy math [71]	Ігровий сюжет (RPG), місії, персонажі, система рівнів, колективні виклики, нагороди	Контекстуалізація математичних завдань, розвиток співпраці, висока мотивація через сюжет [44; 52]	Мовні обмеження (англійська), потреба в підготовці та адаптації контенту, технічні вимоги [49; 30]

Загальні висновки аналізу платформ. Проведений аналіз п'яти провідних освітніх платформ виявив, що кожна з них має унікальні сильні сторони та специфічні обмеження. Kahoot! та Quizizz ефективні для інтерактивних вікторин, але мають обмежену адаптивність. ClassDojo добре підтримує мотивацію через систему нагород, але не містить специфічного математичного контенту. Matific пропонує адаптивні математичні ігри, але є дорогим та орієнтованим на молодші

класи. Prodigy math надає креативні ігрові сценарії, але вимагає значної підготовки вчителя. Ключові обмеження існуючих платформ:

- обмежена адаптивність завдань: більшість платформ не дозволяють повністю підлаштувати вправи під конкретний клас або індивідуальні потреби учнів [63; 66];

- мінімальна інтеграція сюжетних елементів: сюжетні компоненти присутні лише частково, що знижує залученість дітей, які краще мотивуються через наратив [52];

- обмежені можливості персоналізації: учні не можуть повністю налаштувати свій досвід, що зменшує емоційну прихильність [29];

- залежність від інтернету: всі платформи вимагають стабільного інтернет-з'єднання [30];

- платний доступ: багато функцій доступні лише в платних версіях [30; 70].

Наявні обмеження актуалізують потребу в розробці власного освітнього інструменту, який поєднує найкращі практики існуючих платформ, усуває їхні недоліки та враховує специфіку навчальної програми з математики для українських шкіл. Саме ця потреба стала основою для розробки мобільного застосунку «Математичні ігри», який буде детально розглянуто у наступних підрозділах.

Організаційно-методичні форми використання гейміфікації на уроках математики можуть бути дуже різноманітними та залежать від мети заняття, вікових особливостей учнів та специфіки навчального матеріалу. Серед найбільш ефективних виділяють індивідуальні, групові та командні форми роботи.

Індивідуальна робота дозволяє учню працювати у власному темпі, самостійно виконувати завдання та отримувати персоналізований зворотний зв'язок. Цифрові платформи типу Quizizz [72] та Matific [70] ідеально підходять для цієї форми роботи, оскільки вони адаптують складність завдань до рівня учня [62; 66].

Групова робота сприяє розвитку комунікативних навичок, формуванню командної взаємодії та взаємопідтримки. Платформи типу Prodigy math [71] з їх

ігровими сценаріями ефективні для організації групових викликів, де учні співпрацюють для досягнення спільної мети [44].

Командні змагання стимулюють здорову конкуренцію серед учнів. Kahoot! [69] ідеально підходить для організації класних турнірів, де команди змагаються за перше місце у лідерборді [63; 29]. Інтеграція гейміфікації у різні етапи уроку:

1. Мотиваційний етап (5–7 хвилин). На початку заняття учнів заохочують участю у рейтингах, досягненнями за попередні успіхи або короткими ігровими вправами, що вводять у тему. Наприклад, можна провести швидку Kahoot! вікторину для активізації попередніх знань [63].

2. Пояснення нового матеріалу (20–25 хвилин). Інтерактивні завдання, вікторини та симуляції дозволяють учню активніше засвоювати нові знання, спонукають до мислення та ухвалення рішень [52]. Вчитель може використовувати інтерактивні дошки з елементами гри для демонстрації концепцій.

3. Закріплення матеріалу (10–15 хвилин). Змагання між групами або індивідуальні тести зі системою балів та рівнів дозволяють оцінити прогрес і водночас підтримують інтерес до повторення матеріалу [45; 33]. Можна використовувати Quizizz для індивідуального закріплення або Prodigy Math для групових викликів [66; 71].

4. Контроль та оцінювання (5–10 хвилин). Підсумкові тести з миттєвим зворотним зв'язком дозволяють учням та вчителю побачити результати навчання. ClassDojo може використовуватися для відстеження загального прогресу протягом року [68].

Роль вчителя у гейміфікованому навчанні. Учитель у гейміфікованому середовищі виступає не лише як джерело знань, а як модератор, наставник і координатор навчального процесу. Його завдання – організувати середовище, у якому гейміфікаційні елементи інтегровані з навчальними цілями, спостерігати за активністю учнів, давати своєчасний зворотний зв'язок і коригувати хід занять за потребою. Важливо, щоб учитель володів психологічною гнучкістю, вмів

мотивувати учнів, підтримувати позитивний емоційний фон та адаптувати ігрові механіки до конкретної аудиторії [51; 43].

Ключові компетенції вчителя для ефективного використання гейміфікації:

- технологічна грамотність: вміння працювати з цифровими платформами, швидко вирішувати технічні проблеми [51];
- педагогічний дизайн: здатність підбирати завдання, які відповідають рівню підготовки учнів та навчальним цілям [45; 33];
- психологічна чуйність: розуміння мотиваційних чинників різних учнів, здатність адаптувати систему нагород відповідно до психологічних особливостей класу [56; 57];
- аналітичне мислення: вміння інтерпретувати дані з платформ (час виконання, частота помилок) та коригувати методику [27; 65];
- емоційний інтелект: здатність створювати позитивний емоційний фон, що підтримує зацікавленість і мінімізує стрес [42; 60].

Таким чином, практичне впровадження гейміфікації у освітній процес вимагає комплексного підходу, що поєднує аналіз існуючих інструментів, усвідомлення їхніх переваг і обмежень, та професійну готовність вчителя до роботи в гейміфікованому середовищі. Результати аналізу п'яти провідних платформ створюють основу для обґрунтованого вибору елементів гейміфікації для власного навчального інструменту, що буде розглянуто в наступному підрозділі.

2.2 Використання елементів гейміфікації при розробці навчально–методичних матеріалів для ефективного навчання математики в середній школі

На основі результатів порівняльного аналізу освітніх сервісів (п. 2.1) та враховуючи теоретичні засади гейміфікації (п. 1.1), було спроектовано модель авторського застосунку «Математичні ігри». Процес проєктування базувався на ідеї трансформації «зовнішнього» ігрового механізму у «внутрішню» пізнавальну мотивацію учня. Як було зазначено у розділі 1.1, ефективність гейміфікації

математичної освіти в середніх класах залежить від того, наскільки ігрові механіки відповідають віковим психологічним особливостям. У підлітковому віці провідною діяльністю стає міжособистісне спілкування та самоствердження, тому при проектуванні архітектури застосунку було ураховані педагогічні підходи (п. 1.2), зокрема на:

- діяльнісний підхід, що реалізується через постійне розв’язання практичних кейсів (місій) [27; 39];
- особистісно орієнтований підхід, що забезпечується персоналізацією ігрового середовища (вибір аватара, індивідуальна траєкторія);
- обґрунтування структурних елементів ігрової логіки.

Кожен елемент майбутнього застосунку є логічним продовженням теоретичних висновків першого розділу:

1. Система ієрархічних рівнів та «Шлях учня». У розділі 1.2 розкрито важливість поступового ускладнення матеріалу для подолання «математичного бар’єру». У застосунку це реалізовано через карту рівнів. Це відповідає концепції «зони найближчого розвитку» Дж. Бойлер: кожен новий рівень базується на вже засвоєних навичках, але містить невеликий «виклик», що стимулює розвиток. Така структура мінімізує когнітивне навантаження та запобігає фрустрації [28].

2. Механіка «Математичних дуелей». Спираючись на аналіз соціальної гейміфікації (п. 1.1), було інтегровано режим дуелі. З точки зору педагогіки, це реалізація кооперативного навчання. Хоча це формально змагання, у контексті уроку воно стимулює учнів до обміну досвідом та швидкої мобілізації знань. Це дозволяє нівелювати монотонність традиційних контрольних робіт, перетворюючи перевірку знань на емоційно насичений процес [32].

3. Колекційні персонажі та віртуальна економіка (Магазин). Як було обґрунтовано в теорії самодетермінації (п. 1.1), потреба в автономії є ключовою для підлітків. Можливість «купувати» персонажів за зароблені математичними знаннями монети дає учневі відчуття контролю над власним прогресом. Воно

перетворює екстризійну мотивацію (бали) на інтризійну (бажання поповнити колекцію), що є критично важливим для довготривалого навчання математики.

4. Прогрес–бари та система «миттєвого успіху». У розділі 1.2 аналізувалися принципи формувального оцінювання. У проєкті прогрес–бар виконує роль інструменту саморефлексії. Учень бачить свій ріст не як суху оцінку в журналі, а як динамічний процес. Воно сприяє формуванню «мислення зростання», де помилка сприймається лише як сигнал до потреби в додатковій практиці, а не як остаточний вердикт. Педагогіко–психологічне обґрунтування елементів. Для систематизації зв'язку між технічними елементами та теоретичними підходами з розділу 1, (табл. 2.2, 2.3).

Таблиця 2.2

Педагогіко–психологічна класифікація елементів

Елемент застосунку	Відповідний підхід / теорія (з Розділу 1)	Педагогічна мета реалізації
Система рівнів	Теорія «Потоку» (М. Чиксентмігаї)	Утримання балансу між складністю завдань та навичками учня.
Математичні дуелі	Комунікативно– діяльнісний підхід	Розвиток навичок швидкого прийняття рішень у соціальному контексті.
Сюжетні місії	Контекстне навчання (Contextual Learning)	Подолання відірваності математики від реального життя.
Аватари / Магазин	Теорія самодетермінації (Потреба в автономії)	Формування суб'єктності учня в освітньому процесі.
Досягнення (Achievements)	Позитивне підкріплення (Біхевіоризм)	Фіксація малих успіхів для підвищення академічної впевненості.

Таблиця 2.3

Функції елементів гейміфікації

Елемент	Педагогічна функція	Психологічний ефект
Система рівнів	Структурування матеріалу, поступове ускладнення	Відчуття прогресу, «малі перемоги»

Прогрес– бар	Візуалізація досягнень	Контроль над процесом, зниження тривожності
Завдання– місії	Контекстуалізація знань, сюжетна мотивація	Емоційне залучення, інтерес
Математичні дуелі	Тренування швидкості мислення, командна робота	Змагальна мотивація, миттєвий зворотний зв'язок
Гра на швидкість	Розвиток концентрації, критичного мислення	Відчуття виклику, азарт
Досягнення	Розбиття цілей на підцілі	Емоційне підкріплення, самоконтроль
Монети і магазин	Довготривала мотивація	Відчуття винагороди, персоналізація
Колекційні персонажі	Персоналізація навчання	Естетичне задоволення, ідентифікація

Принципи проектування та дидактичного наповнення контенту. При розробці навчального контенту застосунку «Математичні ігри» було приділено увагу не лише технічними вимогами, а й глибинними дидактичними принципами, що впливають із проведеного аналізу в першому розділі. Контент застосунку базується на таких фундаментальних засадах:

1. Принцип когнітивного розвантаження (Cognitive Load Theory). Як було зазначено у розділі 1.2, математика часто сприймається учнями як «важкий» предмет через перенасичення абстрактними символами. У нашому застосунку задіяно принцип мікронавчання (micro-learning). Замість довгих списків вправ, освітній контент розбитий на малі порції – «мікро-місії». Це дозволяє учню фокусуватися на одній операції за раз, що мінімізує втому та підвищує якість засвоєння матеріалу [27].

2. Принцип «Наративної візуалізації». Спираючись на теоретичні засади гейміфікації (п. 1.1) кожна задача інтегрована у контекст. Традиційне завдання: «Обчисліть площу прямокутника зі сторонами 5 та 10 см». Гейміфіковане завдання: «Тобі потрібно побудувати фундамент для захисної вежі. Розрахуй площу ділянки, щоб вистачило ресурсів». Це реалізує контекстне навчання (Contextual Learning), про яке йшлося у розділі 1.2, допомагаючи учням зрозуміти практичну цінність математичних знань [51].

3. Принцип адаптивної зворотного зв'язку (Scaffolding). У розділі 1.1 розглянуто важливість миттєвого фідбеку [47]. У нашому застосунку реалізовано систему «розумних підказок». Якщо учень помиляється тричі, застосунок не просто видає правильну відповідь, а пропонує коротку візуальну схему – підказку (алгоритм розв'язання). Це відповідає методу «підмостків» (scaffolding), де підтримка поступово зменшується в міру того, як учень стає більш впевненим [48].

4. Естетико–емоційний принцип (Aesthetic Design). Згідно з «Лінгвістичними вимогами», варто наголосити на важливості емоційного фону. Дизайн контенту (шрифти, кольорова гама, анімація цифр при правильній відповіді) спроектований так, щоб викликати «позитивний афект». Дослідження показують, що учні, які перебувають у гарному настрої, швидше розв'язують творчі математичні задачі та демонструють вищу гнучкість мислення [42; 59].

5. Принцип гейміфікованої диференціації. На основі педагогічних підходів (п. 1.2), впроваджено механіку «Бонусних викликів». Для учнів з високим рівнем підготовки передбачені «секретні рівні» з підвищеною складністю, де нагорода (кількість монет) є більшою. Це дозволяє реалізувати диференційований підхід, не виокремлюючи слабших учнів, а навпаки – заохочуючи сильніших до додаткових зусиль [35; 40].

Методика розгортання навчальних циклів у застосунку. Для забезпечення стійкого інтересу навчання у застосунку організоване за циклом: «Виклик – Дія – Зворотний зв'язок – Нагорода».

Виклик: Отримання нової місії на мапі рівнів.

Дія: Активне розв'язання математичної задачі в ігровому інтерфейсі.

Зворотний зв'язок: Візуальна та звукова реакція застосунку на успіх або помилку.

Нагорода: Отримання ігрової валюти, відкриття нового елемента колекції або перехід на наступний рівень.

Така структура контенту повністю відповідає теорії «Потоку», описаній у розділі 1.1, оскільки забезпечує постійний баланс між складністю завдань та можливостями учня, запобігаючи як нудзі, так і надмірній тривожності.

2.3 Розробка застосунку та навчально–методичних матеріалів для ефективного навчання математики в середній школі засобами технологій гейміфікації

У процесі реалізації практичної частини кваліфікаційної роботи було створено навчальний мобільний застосунок «Математичні ігри», спрямований на підвищення ефективності засвоєння математичних знань учнями середньої школи (5–9 класи) через інтеграцію елементів гейміфікації та адаптивних механізмів навчання. Основна ідея додатку полягає в поєднанні педагогічних принципів поступового нарощування складності матеріалу та психологічних механізмів внутрішньої мотивації учня, які реалізуються через інтерактивні завдання, рівні, систему досягнень, а також колекційні персонажі та сюжетні елементи [49; 59; 65].

Застосунок забезпечує комплексний підхід до навчання, поєднуючи функції тренажера, ігрової платформи та засобу педагогічного моніторингу прогресу учнів. Кожен елемент реалізований так, щоб сприяти розвитку уваги, швидкості мислення, логічного аналізу та самоконтролю, одночасно формуючи емоційний інтерес до предмета [47; 42; 58]. Завдяки продуманій структурі матеріалу учні мають можливість обирати індивідуальну траєкторію навчання, проходячи рівні в порядку, який відповідає їхнім здібностям та темпам засвоєння знань [35; 33].

Концептуальні засади розробки. Розробка застосунку базується на чотирьох ключових принципах:

1. Поступове формування знань. Освітній матеріал поділено на рівні та етапи, що відповідають програмі Міністерства освіти і науки України [8; 17], що дозволяє системно освоювати теми від базового до більш складного рівня.

2. Активна взаємодія. Кожен користувач виступає активним учасником процесу навчання, виконуючи завдання, здобуваючи нагороди та проходячи місії. Це формує уявлення про контроль власного навчання і сприяє розвитку відповідальності [56; 57].

3. Емоційне підкріплення. Використання візуальних ефектів, анімацій, системи досягнень і колекційних персонажів дозволяє створити позитивний емоційний контекст, стимулюючи повторне використання додатку та підтримуючи інтерес учнів [67; 57; 42].

4. Самостійність навчання. Можливість індивідуального вибору рівнів та завдань забезпечує персоналізований досвід і дозволяє адаптувати навчання до особливостей кожного учня без прямого втручання вчителя [7; 20].

Інтеграція навчально–методичних матеріалів МОН України [17]. Одним із ключових аспектів реалізації застосунку є інтеграція навчально–методичних матеріалів, затверджених Міністерством освіти і науки України. Для забезпечення високої педагогічної цінності додатку було проведено систематичний аналіз підручників і програм, рекомендованих для учнів 5–9 класів [9; 17]. На основі цього аналізу були відібрані теми, структури вправ і алгоритми навчання, які найповніше відповідають державним стандартам освіти [10]. Навчально–методичні матеріали виконують кілька важливих функцій:

1. Структуризація навчального контенту. Матеріали поділені на тематичні блоки та рівні, що відображають логіку програми МОН [17; 8]. Це дозволяє формувати послідовність завдань у додатку відповідно до складності теми, поступово збільшуючи навантаження на учня та стимулюючи розвиток когнітивних навичок [47; 39]. Кожен рівень відповідає певній навчальній меті та містить завдання різного типу: від базових вправ до складних комбінованих завдань, що розвивають аналітичне мислення.

2. Адаптація матеріалів для інтерактивного формату. Офіційні підручники та програмні матеріали були трансформовані у формат інтерактивних завдань, які можна виконувати на мобільному пристрої [15; 3]. Для цього використано структуровані дані, що описують структуру завдань, відповіді, підказки та варіанти нагород за успішне виконання. Такий підхід дозволяє легко оновлювати та розширювати контент без необхідності змін у коді додатку, а також забезпечує гнучкість при адаптації під конкретні класи або групи учнів [7; 11].

3. Моніторинг та контроль прогресу. Завдяки використанню локального збереження даних кожен елемент навчального матеріалу пов'язаний із системою прогресу. Це дозволяє учням бачити власні досягнення, а вчителю – отримувати дані про виконання завдань та успішність класу. Реєстрація прогресу включає: пройдені рівні, кількість набраних зірок, успішність виконання конкретних завдань та відкриті нагороди.

4. Методичне обґрунтування. Використання офіційних матеріалів МОН гарантує відповідність додатку державним освітнім стандартам, а також дозволяє інтегрувати його у шкільний процес без додаткових методичних коригувань [3; 6; 14]. Для педагогів передбачено рекомендації щодо застосування завдань у класі: проведення уроків із елементами гри, використання режиму дуелів для командних змагань, застосування завдань як домашніх вправ або підсумкових тестів.

Технічна реалізація застосунку. Розробка мобільного застосунку «Математичні ігри» здійснена з використанням сучасних технологій iOS, що дозволяє поєднувати високу продуктивність, інтерактивність і гнучкість візуального дизайну [26]. Основні технічні аспекти реалізації включають архітектуру MVC, реактивний інтерфейс на SwiftUI та локальне збереження даних за допомогою CoreData.

Архітектура MVC. Для чіткого розділення відповідальностей у додатку використано архітектурну модель Model–View–Controller (MVC). Вона забезпечує

розділення даних, логіки обробки та інтерфейсу, що спрощує підтримку та розширення програми:

– Model (Модель): відповідає за дані користувача, прогрес у грі, рівні, досягнення та статистику. В якості основного механізму збереження використано CoreData, що дозволяє фіксувати всі результати локально та забезпечує швидкий доступ до інформації. Модель підтримує зберігання пройдених рівнів, кількості набраних зірок, стану колекційних персонажів та відкритих нагород, даних профілю користувача(ДОДАТОК В) [26];

– View (Подання): реалізовано на SwiftUI, що дозволяє створювати реактивний інтерфейс. Кожна дія користувача миттєво відображається у візуальному середовищі: натискання кнопок, зміна прогресу, отримання нагород. Компоненти інтерфейсу включають головне меню, карту рівнів, вікна повідомлень, режим дуелів, магазин та систему досягнень [26];

– Controller(ДОДАТОК Г) (Контролер): забезпечує логіку взаємодії між моделлю та інтерфейсом. Контролери відповідають за обробку натискань користувача, оновлення даних у моделі, відображення результатів у візуальних елементах, управління ігровими механіками (підрахунок зірок, відкриття рівнів, видача нагород) [26];

Завдяки MVC застосунок легко масштабувати: можна додавати нові рівні, персонажів або ігрові режими без порушення існуючої логіки.

Реактивність інтерфейсу. Використання SwiftUI та data binding дозволяє забезпечити миттєве оновлення інтерфейсу при зміні даних у моделі [26]. Наприклад:

- при завершенні рівня оновлюється карта рівнів та прогрес– бар;
- зміна кількості зірок автоматично відображається на кнопках рівнів;
- відкриття нового персонажа або досягнення активує вікно із відповідною анімацією.

Така реактивність створює відчуття «живого» середовища, де учень отримує миттєвий зворотний зв'язок та емоційне підкріплення [42; 60].

Локальне збереження даних. Для зберігання даних використовується CoreData – потужна база для локального збереження(Додаток В), що інтегрується із SwiftUI [26]. Всі дані користувача залишаються на пристрої, що гарантує:

- автономність роботи без інтернет-з’єднання;
- безпеку та конфіденційність інформації;
- можливість розширення додатку для онлайн-синхронізації у майбутньому.

Завдяки CoreData можна відновлювати прогрес після перезапуску програми та відображати актуальні результати в реальному часі [26].

Основні компоненти інтерфейсу застосунку. Інтерфейс додатку «Математичні ігри» розроблений з урахуванням принципів інтуїтивності, доступності та ігрової привабливості, що дозволяє учням 5–9 класів легко орієнтуватися та активно взаємодіяти з навчальним матеріалом [52]. Усі компоненти побудовані з сучасними візуальними ефектами та анімаціями.

Головне меню. Головний екран додатку відразу занурює користувача в атмосферу навчального процесу. Центральним елементом є шкільна дошка з написом «Play», що слугує стартовою кнопкою для вибору ігор. Такий дизайн створює емоційний місток між грою та навчанням, викликає позитивне відчуття та заохочує до взаємодії [57].

Під дошкою розташовано три ключові кнопки:

1. Профіль користувача(Додаток А):
 - відображає персональні дані учня, включаючи ім’я та аватар;
 - показує прогрес: кількість пройдених рівнів, набрані зірки та досягнення;
 - відображає статистику по різних режимах гри;
 - містить персоналізовані фігурки та колекційні персонажі, що підсилюють внутрішню мотивацію [56; 57].

2. Магазин:

- Дозволяє обмінювати монети на колекційні персонажі;
- підтримує елемент персоналізації [67; 57];
- використовує анімації для підсилення ефекту винагороди.

3. Досягнення:

- відображає всі здобуті нагороди та відкриті рівні;
- містить систему прогрес-барів для підкреслення «ефекту малих перемог» (рис. 2.6) [32; 57].

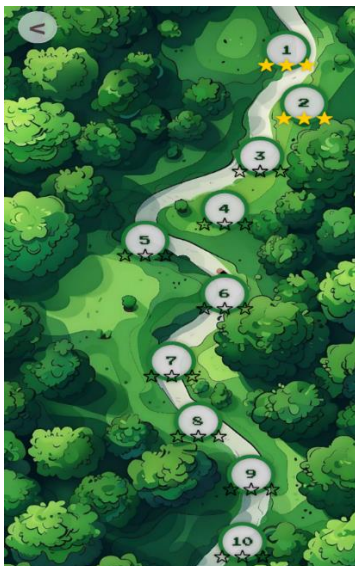


Рис. 2.6. Головне меню додатку «Математичні ігри»: шкільна дошка, кнопки профілю, магазину та досягнень

Режими гри. Після натискання на кнопку «Play» користувач потрапляє до меню вибору режимів гри:

1. Математична подорож (ДОДАТОК Б). Основний режим з картою рівнів, де кожен рівень представлений інтерактивною кнопкою у вигляді кола з номером та трьома зірками зверху. Особливості реалізації: зірки відображають успішність проходження рівня та мотивують учнів на досягнення найвищих результатів [67; 64];

- кожна кнопка рівня містить анімації натискання та плавні переходи кольору [47];
- рівні згруповані за складністю та навчальною програмою [17; 16; 15];
- створює сюжетну лінію, що поєднує навчальні завдання з ігровим сюжетом (рис. 2.7) [52];



*Рис. 2.7. Інтерактивна карта рівнів у режимі «Математична подорож»:
відображення рівнів, зірок та прогресу*

2. Математична дуель. Режим що стимулює швидке мислення, концентрацію та самоконтроль [32; 47]. Особливості: вибір різних типів атак: «-1», «-2», «-3» НР, де складність прикладів відповідає вибраному удару; противник – алгоритмічний опонент, що також атакує користувача; яскраві анімації ударів, отримання та віднімання НР; перемога винагороджується монетами (рис. 2.8.) [67; 57].

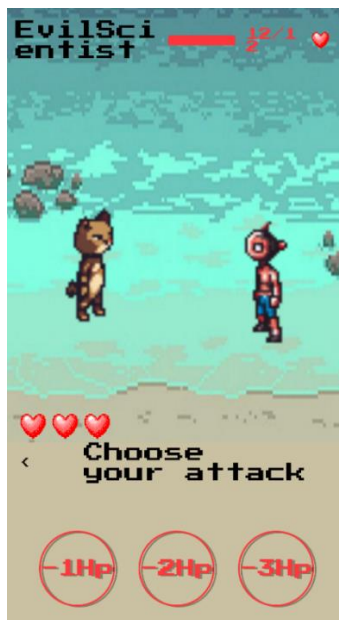


Рис. 2.8. Інтерфейс математичної дуелі: НР бар, анімації атак та відображення монет за перемогу

3. Гра на швидкість. Режим тренування швидкості мислення через падаючі завдання [32; 47]. Особливості: завдання падають зверху екрану, учень має обчислити їх до перетину червоної лінії; три права на помилку; тренує швидке обчислення, концентрацію та уважність [47]; формує ефект «гри на рефлекс» (рис. 2.9) [32; 42].

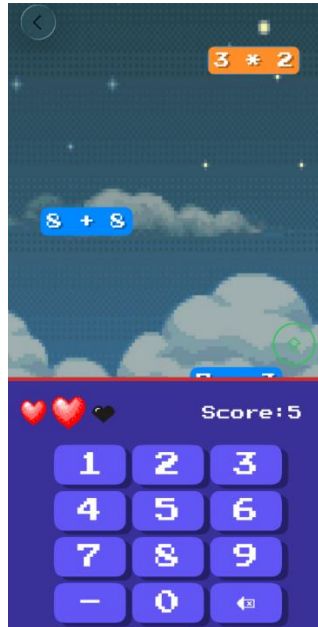


Рис. 2.9. Інтерфейс гри на швидкість: падаючі приклади, червона лінія, індикатор спроб

Система досягнень. Досягнення присутні у всіх режимах та формують систему додаткових цілей [46; 67].

Особливості:

- досягнення за кількісні показники (100 атак у дуелях, проходження всіх рівнів);
- винагорода монетами за виконання;
- розбиває великий обсяг на керовані підцілі [45; 33];
- стимулює емоційне підкріплення (рис. 2.10) [56; 57];

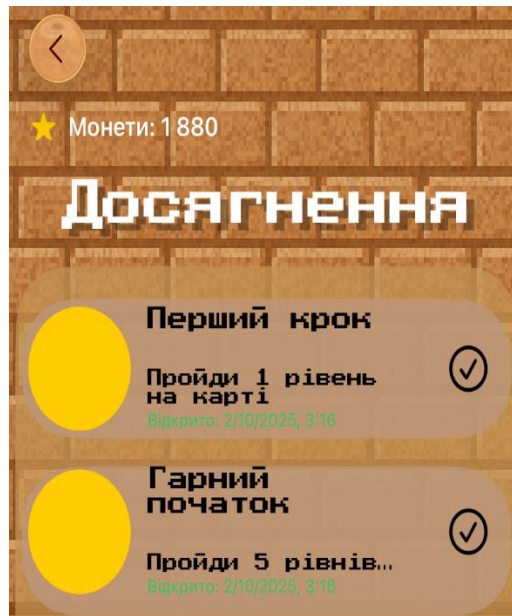


Рис. 2.10. Інтерфейс досягнень у додатку: список досягнень, нагороди, монети

Магазин та колекційні персонажі. Магазин дозволяє витратити здобуті монети на колекційні персонажі [67; 57]. Особливості:

- персонажі у стилі Chibi або FunkoPOP;
- відкриття через магазин за монети з анімацією;
- колекційні набори (люди, тваринки);
- інтеграція із дуелями (обраний персонаж використовується під час бою);
- формує емоційний інтерес, азарт від колекціонування (рис. 2.11) [56; 57];

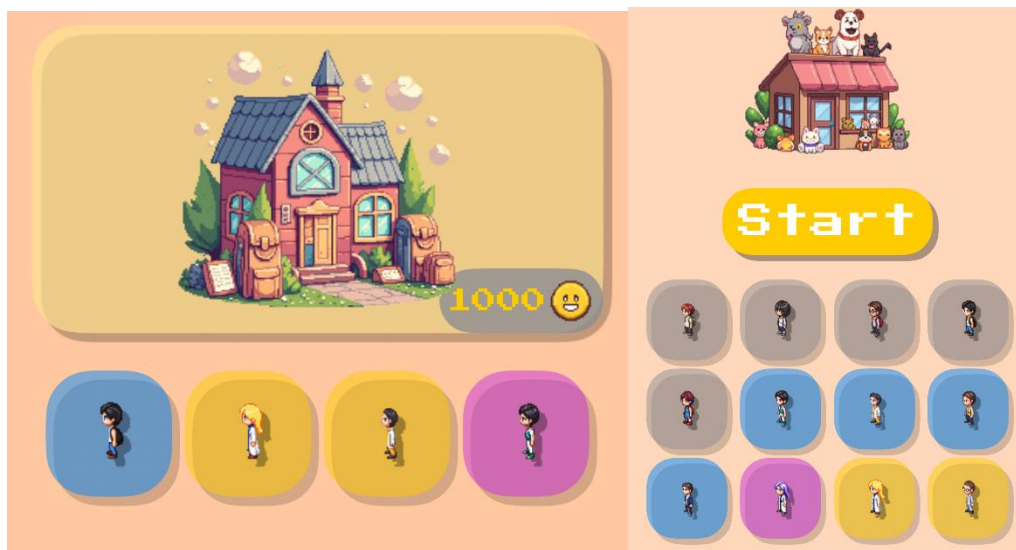


Рис. 2.11. Інтерфейс магазину та відкриття колекційних персонажів

Інтеграція застосування у освітній процес. Застосунок «Математичні ігри» має потенціал бути не лише індивідуальною освітньою платформою, а й активним елементом навчального процесу у класі. Для максимальної ефективності впровадження рекомендується інтегрувати його в комплексну методику, що охоплює фронтальне заняття, групову діяльність, індивідуальну роботу та домашнє завдання [45; 33; 31].

Сценарії використання на уроці.

1. Мотиваційний етап (5–7 хвилин). Використання режиму «Математична Дуель» для коротких вправ, які відповідають темі уроку. Така діяльність створює позитивний емоційний старт, активує внутрішню мотивацію [56; 57].

2. Основний етап (20–25 хвилин).

- тренажер для закріплення ключових понять після пояснення [39];
- інструмент для групової роботи у форматі дуелів [44];
- джерело завдань– місій для самостійної роботи [62; 52];

3. Закріплення та контроль (10–12 хвилин). Режим гри на швидкість чи підсумкові місії для самостійної перевірки рівня засвоєння [47; 60]. Вчитель може аналізувати статистику через профіль, оцінюючи кількість правильних відповідей, час виконання та рівень досягнень [27; 65]. Приклади конкретних сценаріїв.

Сценарій 1: Урок–квест. Вчитель відкриває режим «Математична подорож» на інтерактивній дошці, учні у командах проходять перший блок рівнів, після чого обговорюють помилки та стратегічні рішення [44; 52].

Сценарій 2: Дуель між групами. Два учні змагаються у математичних дуелях. Переможці отримують символічні винагороди від класу, що стимулює активність і командну взаємодію [44; 29].

Сценарій 3: Домашнє завдання з монетами. Учень отримує завдання–місію у додатку: проходження рівнів без підказок. Успішне виконання приносить монети, які можна витратити в магазині. Це формує уявлення про результативність [56; 57].

Переваги для вчителя:

- автоматичне формування статистики результатів [27; 60];

- легке відстеження проблемних зон [65];
- підвищення залученості учнів [45; 33; 63];
- можливість диференціації [62; 39].

Методичні рекомендації для вчителів: Для ефективного використання застосунку «Математичні ігри» у навчальному процесі розроблено методичні рекомендації для вчителів математики:

1. Планування уроку з інтеграцією застосунку:

- визначте навчальну мету уроку;
- оберіть відповідні рівні або режими гри;
- сплануйте час для кожного етапу;
- підготуйте додаткові завдання для швидких учнів.

2. Організація групової роботи:

- розділіть клас на команди по 3–4 учні;
- використовуйте режим дуелей, або гри на швидкість для змагань між командами;
- призначте завдання яке потрібно досягнути (хто переможе більше ворогів, хто дійде до певного рахунку);
- обговорюйте завдання які попались учням після кожного раунду.

3. Диференціація навчання:

- учні з високим рівнем працюють з складнішими рівнями [2];
- учні з базовим рівнем повторюють основні концепції [5];
- використовуйте статистику для відстеження індивідуального прогресу [19].

4. Домашні завдання.

- призначайте конкретні рівні для проходження вдома;
- встановлюйте цілі за кількістю зірок;
- перевіряйте статистику виконання через профілі учнів.

5. Оцінювання:

- використовуйте статистику з додатку як формуюче оцінювання [27; 60];
- враховуйте не лише правильність, а й зусилля (кількість спроб, час);

– відзначайте прогрес, а не лише результат [38].

Обмеження та рекомендації щодо використання. Наукові дослідження вказують, що гейміфікація без чіткої педагогічної мети може бути неефективною або навіть контрпродуктивною [41; 34]. Тому важливо:

- узгоджувати ігрові механіки з навчальними цілями [45; 33];
- уникати переваги конкуренції на шкоду співпраці [44; 29];
- не перетворювати гру на самоціль [41; 51];
- забезпечувати баланс між зовнішніми нагородами та внутрішньою мотивацією [56; 57].

Можливості подальшого розвитку застосунку. Розвиток застосунку «Математичні ігри» відкриває значні перспективи як з освітньо–педагогічного, так і з технологічного боку.

1. Інтеграція з шкільною інфраструктурою. Створення системи хмарних акаунтів дозволить класам, школам або паралелям працювати у спільному середовищі [51; 30]. Учитель отримає доступ до панелі аналітики з даними про час виконання, частоту помилок, зірки, досягнення [27; 65]. Розширення ролей (вчитель, учень, батьки, адміністратор) створить нові рівні взаємодії.

2. Персоналізоване навчання та адаптивна складність. Впровадження модулю адаптивного навчання на базі алгоритмів дозволить аналізувати час реакції, точність відповідей, частоту спроб і автоматично підбирати рівень завдань [62; 39; 30]. Це створить індивідуальну траєкторію для кожного учня.

3. Соціальні та змагальні механіки. Введення онлайн–турнірів між класами або школами, режимів дуелей із рейтингами, командних батлів [44; 29]. Такі формати стимулюють повторне використання та створюють умови для навчання в команді.

4. Сюжетно–ігрові компоненти. Посилення сюжетності через створення ігрової кампанії з персонажами, сюжетними локаціями, міні–квестами [52]. Персонажі, аватари, магазин підсилюють внутрішню мотивацію [56; 57].

5. Підтримка змішаного навчання. Застосунок може стати елементом домашньої роботи, індивідуального тренажеру або ресурсом для позаурочної діяльності [62; 39]. Завдяки можливості налаштування домашніх місій учень отримує автономію, а вчитель – інструмент контролю [27; 65].

6. Інтеграція з державними платформами. Інтеграція з освітнім порталом чи системою «Дія.Школа» дозволить вивести досягнення учнів у загальну шкільну екосистему [51].

7. Технічна масштабованість. Архітектура, готова до масштабування: асинхронні запити, кешування даних, модульна система завдань, оновлення контенту без релізу повної версії [29].

Таким чином, майбутній розвиток «Математичних ігор» може перетворити застосунок з допоміжного інструмента на комплексну освітню платформу, яка підтримує школу, клас, вчителя, учня й батьків [45; 33; 60; 52].

Висновки до другого розділу

У другому розділі кваліфікаційної роботи було розглянуто методичні основи використання технологій гейміфікації для ефективного навчання математики в середній школі, проаналізовано сучасні практичні підходи та здійснено розробку навчального мобільного застосунку «Математичні ігри».

У процесі дослідження систематизовано підходи до впровадження гейміфікації в освітній процес та проаналізовано функціональні можливості популярних цифрових платформ Kahoot!, Quizizz, ClassDojo, Matific і Prodigy Math. Аналіз дав змогу виявити їхні педагогічні переваги, а також низку обмежень, зокрема недостатню адаптивність навчальних завдань, обмежену сюжетну складову, мінімальні можливості персоналізації, залежність від інтернет-з'єднання та платний доступ до розширеного функціоналу.

Виявлені недоліки стали підґрунтям для обґрунтування доцільності створення власного навчального інструменту. На основі порівняльного аналізу було визначено ключові елементи гейміфікації, доцільні для використання у шкільному курсі

математики, зокрема систему рівнів, прогрес–бар, завдання–місії, математичні дуелі, ігри на швидкість, досягнення та нагороди, магазин і колекційних персонажів. Для кожного з обраних елементів встановлено його педагогічну функцію, психологічний ефект та зв'язок із теоретичними концепціями навчання.

Практичним результатом другого розділу стала розробка мобільного застосунку «Математичні ігри», створеного з використанням сучасних технологій iOS (Swift, SwiftUI, CoreData). Застосунок інтегрує навчально–методичні матеріали, рекомендовані МОН України, та комплексну систему гейміфікаційних механік, що забезпечує підвищення мотивації, активної залученості й автономності навчання. Технічна реалізація базується на архітектурі MVC, реактивному інтерфейсі та локальному збереженні даних, що гарантує стабільність роботи, безпеку та можливість подальшого масштабування.

Окрему увагу приділено опису інтерфейсних компонентів застосунку, зокрема головного меню, профілю користувача, магазину, системи досягнень, колекційних персонажів та трьох ігрових режимів: «Математична подорож», «Математична дуель» і «Гра на швидкість». Також запропоновано методику інтеграції застосунку в різні етапи уроку математики та форми організації навчальної діяльності, а також розроблено методичні рекомендації для вчителів щодо планування уроків, диференціації навчання, організації групової роботи та оцінювання результатів.

Окреслено перспективи подальшого розвитку застосунку, що передбачають розширення функціоналу за рахунок персоналізованого навчання, адаптивної складності, соціальних і змагальних механік, посилення сюжетної складової, підтримки змішаного навчання та інтеграції з державними освітніми платформами.

Результати, представлені у другому розділі, формують методичну основу для впровадження технологій гейміфікації в навчання математики в закладах загальної середньої освіти та створюють підґрунтя для подальших досліджень ефективності розробленого навчального застосунку.

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА МЕТОДИКИ РОЗВИТКУ МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ СЕРЕДНІХ КЛАСІВ ЗАСОБАМИ ТЕХНОЛОГІЙ ГЕЙМІФІКАЦІЇ

3.1 Обґрунтування критеріїв та показників розвитку математичної компетентності учнів середніх класів засобами технологій гейміфікації

Метою експериментального дослідження є перевірка ефективності впровадження мобільного гейміфікованого застосунку у освітній процес з математики учнів середніх класів та визначення його впливу на результати навчання і навчальну мотивацію учнів.

Експеримент було організовано як педагогічний квазіексперимент, спрямований на порівняння традиційної моделі навчання з моделлю, що передбачає інтеграцію цифрового навчального застосунку з елементами гейміфікації. Такий підхід дозволив оцінити не лише навчальні результати, а й особливості сприйняття учнями нового формату навчальної діяльності [56; 45].

Основне призначення експерименту полягало у перевірці можливості практичного використання розробленого застосунку як інструменту підтримки навчального процесу, а не як окремого розважального продукту. У цьому контексті застосунок розглядався як допоміжний дидактичний засіб, що доповнює традиційні уроки математики та сприяє активізації пізнавальної діяльності учнів [33; 57].

Для досягнення поставленої мети в ході експерименту передбачалося розв'язання таких завдань:

- організувати педагогічний експеримент у реальних умовах навчального процесу закладу загальної середньої освіти;
- впровадити мобільний гейміфікований застосунок у навчальну діяльність учнів експериментальної групи;

- здійснити порівняльний аналіз навчальних результатів учнів експериментальної та контрольної груп;

- оцінити зміни у навчальній мотивації учнів у результаті використання застосунку;

- визначити доцільність подальшого використання гейміфікованих цифрових інструментів у процесі навчання математики.

Загальна логіка проведення експерименту. Експериментальне дослідження було побудоване за принципом «до–після» із залученням контрольної та експериментальної груп. Така структура дала змогу зафіксувати вихідний рівень навчальних досягнень і мотивації учнів, а також простежити динаміку змін після впровадження гейміфікованого застосунку.

Освітній процес у контрольній групі здійснювався за традиційною методикою, передбаченою чинною навчальною програмою з математики. В експериментальній групі традиційне навчання було доповнене використанням мобільного застосунку, який забезпечував виконання математичних завдань у гейміфікованому форматі.

Таким чином, експеримент дозволив оцінити педагогічну доцільність інтеграції мобільного застосунку у освітній процес та визначити його вплив на ключові показники навчальної діяльності учнів.

Організація експерименту. Експеримент проводився протягом двох тижнів (14 днів) у звичайних умовах навчального процесу закладу загальної середньої освіти. У дослідженні брали участь учні двох паралельних 7–х класів, які були поділені на контрольну та експериментальну групи. Кількість учнів у кожній групі була однаковою, що забезпечило коректність порівняння результатів.

Навчальний матеріал, з яким працювали учні обох груп, відповідав чинній навчальній програмі з математики та охоплював теми додавання і віднімання алгебраїчних дробів, а також розв’язування простих лінійних рівнянь. Усі учні навчалися за однаковим змістом, різниця полягала лише у способі організації навчальної діяльності.

Перший етап експерименту (1–7 дні) тривав з першого по сьомий день та мав на меті визначення вихідного рівня навчальних досягнень і навчальної мотивації учнів.

На цьому етапі навчання в обох групах здійснювалося традиційним способом, без використання мобільного застосунку. Учні виконували завдання під час уроків та отримували домашні завдання у звичному форматі. Оцінювання здійснювалося відповідно до чинних освітніх вимог.

Наприкінці першого етапу було проведено вхідне вимірювання, яке дозволило зафіксувати початковий рівень знань та ставлення учнів до вивчення математики. Отримані результати використовувалися як база для подальшого порівняння.

Другий етап експерименту (8–14 дні) був спрямований на перевірку ефективності використання мобільного гейміфікованого застосунку у навчальному процесі. На цьому етапі учні експериментальної групи, окрім традиційних уроків математики, виконували навчальні завдання за допомогою мобільного застосунку. Застосунок використовувався як додатковий інструмент для тренування математичних навичок, закріплення навчального матеріалу та підвищення зацікавленості учнів. Учні контрольної групи впродовж другого етапу продовжували навчатися без використання застосунку, за традиційною методикою.

Наприкінці другого етапу було проведено підсумкове вимірювання, результати якого дозволили порівняти навчальні досягнення та зміни у ставленні до навчання між експериментальною і контрольною групами.

Призначення експерименту. Таким чином, проведений експеримент дозволив перевірити, чи є доцільним і ефективним впровадження мобільного гейміфікованого застосунку у освітній процес з математики, а також оцінити його вплив на навчальні результати та мотивацію учнів середніх класів.

Показники, які використовувалися в експерименті

Для оцінювання ефективності впровадження мобільного гейміфікованого застосунку було визначено обмежену, але інформативну систему показників, яка дозволяє отримати об'єктивні результати без перевантаження експерименту

складними психологічними методиками. У межах дослідження аналізувалися два основні напрями:

- навчальні результати учнів;
- навчальна мотивація та ставлення учнів до вивчення математики.

Такий підхід дозволив оцінити не лише те, як учні навчаються, але й як вони сприймають освітній процес у разі використання гейміфікованого цифрового інструменту.

Оцінювання навчальних результатів. Навчальні результати учнів визначалися за допомогою стандартизованих математичних завдань, зміст яких відповідав темам, що вивчалися протягом експерименту. Завдання включали вправи простих лінійних рівнянь. Оцінювання проводилося двічі:

- на початку експерименту (для визначення вихідного рівня);
- після завершення другого етапу експерименту (для виявлення змін).

Основним показником виступав загальний бал за виконання завдань, який дозволив порівняти рівень навчальних досягнень учнів експериментальної та контрольної груп. Такий спосіб оцінювання є традиційним для шкільної практики та зрозумілим для учнів, що зменшує вплив сторонніх чинників на результати.

Для визначення змін у ставленні учнів до навчання було використано єдину узагальнену шкалу Лайкерта, яка дозволяє кількісно оцінити навчальну мотивацію та впевненість учнів у власних математичних можливостях. Використання однієї шкали замість кількох окремих показників дало змогу(ДОДАТОК Г):

- спростити процедуру опитування;
- уникнути дублювання близьких за змістом психологічних характеристик;
- отримати інтегральний показник мотиваційного впливу застосунку.

Учням пропонувалося оцінити ступінь згоди з низкою тверджень, що відображали:

- інтерес до вивчення математики;
- впевненість у виконанні завдань;
- відсутність страху помилитися;

– бажання працювати з математичними завданнями поза межами уроку.

Оцінювання здійснювалося за п'ятибальною шкалою, де нижчі значення відповідали низькому рівню навчальної мотивації, а вищі – позитивному ставленню до навчальної діяльності. Застосовані інструменти вимірювання дозволили:

- зафіксувати зміни у навчальних результатах учнів;
- виявити вплив використання мобільного застосунку на мотиваційний компонент навчання;
- здійснити порівняння між експериментальною та контрольною групами на основі чітких та зрозумілих показників.

Таким чином, обраний інструментарій забезпечив достатній рівень об'єктивності та практичної значущості експериментального дослідження, що відповідає його прикладній спрямованості.

3.2. Аналіз та узагальнення результатів експерименту

Навчальна успішність учнів у межах експериментального дослідження визначалася на основі результатів виконання навчальних завдань з математики, які учні виконували протягом першого та другого тижнів експерименту. Завдання були однаковими за змістом і рівнем складності для експериментальної та контрольної груп і відповідали темам, передбаченим навчальною програмою.

Оцінювання результатів здійснювалося за 12-бальною системою, прийнятою у закладах загальної середньої освіти. Для кожного учня було зафіксовано індивідуальні оцінки за виконані завдання. Узагальнення результатів проводилося шляхом обчислення середнього арифметичного значення індивідуальних оцінок у межах кожної групи. Середній бал групи визначався як відношення суми оцінок усіх учнів до їх кількості. Середній бал групи визначався за формулою:

$$\text{СБ} = (x_1 + x_2 + \dots + x_n) / n,$$

Де $x_1, x_2, \dots, x_n$ – індивідуальні оцінки учнів, n – кількість учнів у групі.

Отримані значення середнього бала використовувалися для порівняння рівня навчальної успішності учнів експериментальної та контрольної груп на першому і другому етапах експерименту (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1

Середні показники навчальної успішності учнів

Група учнів	1 тиждень	2 тиждень	Різниця
Експериментальна група	6,8	8,1	+1,3
Контрольна група	6,9	7,2	0,3

Як видно з наведених даних, на початку експерименту середні показники навчальної успішності в експериментальній та контрольній групах були майже однаковими. Це свідчить про відсутність суттєвих відмінностей між групами до впровадження мобільного застосунку. Після завершення експерименту в експериментальній групі зафіксовано помітне зростання середнього бала, що свідчить про позитивний вплив використання гейміфікованого застосунку на навчальні результати учнів.

З метою поглибленого аналізу змін у навчальній успішності було здійснено розподіл учнів за рівнями навчальних досягнень відповідно до критеріїв, прийнятих у шкільній практиці (табл. 3.2). До високого рівня відносилися учні, які отримали 10–12 балів, до достатнього – 7–9 балів, до середнього – 4–6 балів, до низького — 1–3 бали.

Кількість учнів у кожній категорії було переведено у відсоткові значення від загальної чисельності групи, що дало змогу простежити динаміку переходу учнів між рівнями навчальних досягнень.

Частка учнів кожного рівня визначалась у відсотковому відношенні до загальної кількості учнів у групі за формулою:

$$P = (k / n) \cdot 100 \%,$$

Де k – кількість учнів відповідного рівня, n – загальна кількість учнів у групі.

Розподіл учнів за рівнями навчальної успішності.

Рівень успішності	Експериментальна група(1 тиждень)	Експериментальна груп (2 тиждень)	Контрольна група(1 тиждень)	Контрольна група (2 тиждень)
високий	12%	28%	14%	17%
Достатній	38%	45%	36%	39%
Середній	40%	22%	42%	38%
Низький	10%	5%	8%	6%

Аналіз даних таблиці 3.2 свідчить, що в експериментальній групі відбулося суттєве зменшення частки учнів із середнім та низьким рівнями навчальних досягнень та одночасне зростання частки учнів із достатнім і високим рівнями. У контрольній групі аналогічні зміни є менш вираженими та не мають системного характеру.

Рівень навчальної мотивації учнів визначався за допомогою методу самооцінювання за принципом шкали Лайкерта. Учні оцінювали власне ставлення до навчання за п'ятибальною шкалою, де мінімальне значення відповідало низькому рівню зацікавленості у навчанні, а максимальне — високому рівню внутрішньої навчальної мотивації.

Для кожного учня було обчислено індивідуальний показник мотивації як середнє арифметичне значення відповідей на всі твердження шкали. Узагальнений показник мотивації для групи визначався шляхом обчислення середнього арифметичного індивідуальних показників учнів (таблиця 3.3). Індивідуальний показник мотивації визначався за формулою:

$$M_i = (y_1 + y_2 + \dots + y_k) / k,$$

де $y_1, y_2, \dots, y_k$ — оцінки за окремими твердженнями шкали Лайкерта, k — кількість тверджень.

Узагальнений показник навчальної мотивації групи обчислювався як середнє арифметичне індивідуальних показників учнів: $M = (M_1 + M_2 + \dots + M_n) / n$.

Таблиця 3.3

Динамік рівня навчальної мотивації учнів

Група учнів	1 тиждень	2 тиждень	Різниця
Експериментальна	2,9	4,2	+1,3
Контрольна	3,0	3,3	+0,3

Отримані результати свідчать про істотне зростання рівня навчальної мотивації учнів експериментальної групи після використання мобільного гейміфікованого застосунку. Учні демонстрували вищий рівень зацікавленості у виконанні завдань, більшу впевненість у власних навчальних можливостях та готовність до активної навчальної діяльності. У контрольній групі зростання мотивації є незначним і може бути пояснене загальними умовами навчального процесу.

Узагальнюючи результати експериментального дослідження, слід зазначити, що впровадження мобільного гейміфікованого застосунку у освітній процес з математики позитивно вплинуло як на навчальні результати учнів, так і на мотиваційні характеристики їх навчальної діяльності.

Аналіз показників навчальної успішності свідчить про стійку позитивну динаміку в експериментальній групі. Зростання середнього бала та перерозподіл учнів за рівнями навчальних досягнень у бік достатнього і високого рівнів вказують на підвищення ефективності засвоєння навчального матеріалу в умовах використання гейміфікованого цифрового середовища. У контрольній групі подібні зміни мають менш виражений характер і не виходять за межі природної динаміки навчального процесу.

Отримані результати оцінювання навчальної мотивації за шкалою Лайкерта доповнюють кількісні показники успішності та дозволяють глибше інтерпретувати зафіксовані зміни. Зростання інтегрального показника мотивації в

експериментальній групі свідчить про формування позитивного ставлення учнів до навчальної діяльності, підвищення впевненості у власних навчальних можливостях та зниження страху перед виконанням математичних завдань. Це підтверджує доцільність використання єдиної узагальненої шкали як інструменту фіксації мотиваційного впливу гейміфікації.

Співставлення результатів навчальної успішності та показників навчальної мотивації дозволяє зробити висновок про наявність взаємозв'язку між підвищенням рівня мотивації та покращенням навчальних досягнень учнів. Використання мобільного застосунку сприяло не лише інтенсифікації навчальної діяльності, але й зміні емоційно–ціннісного ставлення учнів до процесу навчання математики.

Таким чином, результати експериментального дослідження підтверджують, що гейміфікований мобільний застосунок є ефективним дидактичним засобом, який може бути інтегрований у освітній процес з математики в середніх класах з метою підвищення навчальної успішності та формування стійкої навчальної мотивації учнів.

Висновки до третього розділу

У третьому розділі дипломної роботи здійснено експериментальну перевірку ефективності використання мобільного гейміфікованого застосунку як засобу розвитку математичної компетентності учнів середніх класів. Дослідження було побудоване на засадах педагогічного квазіексперименту та проведене в реальних умовах навчального процесу закладу загальної середньої освіти, що забезпечило практичну спрямованість і прикладну цінність отриманих результатів.

У ході дослідження обґрунтовано доцільність використання обмеженої, але інформативної системи критеріїв і показників, яка охоплює як когнітивний, так і мотиваційний аспекти математичної компетентності. Такий підхід дозволив комплексно оцінити вплив гейміфікації не лише на рівень засвоєння навчального матеріалу, але й на ставлення учнів до навчальної діяльності, їхню впевненість у власних можливостях та готовність до активної пізнавальної взаємодії. Використані

методи оцінювання є зрозумілими для учнів, відповідають шкільній практиці та мінімізують вплив сторонніх чинників на результати експерименту.

Результати аналізу навчальної успішності засвідчили наявність чіткої позитивної динаміки в експериментальній групі. Зростання середнього бала та перерозподіл учнів за рівнями навчальних досягнень у бік достатнього й високого рівнів свідчать про підвищення ефективності засвоєння навчального матеріалу в умовах використання гейміфікованого цифрового середовища. На відміну від цього, у контрольній групі зафіксовані зміни мають незначний характер і перебувають у межах природної динаміки навчального процесу за традиційної організації навчання.

Важливим результатом експерименту є також істотне зростання рівня навчальної мотивації учнів експериментальної групи. Дані, отримані за шкалою Лайкерта, свідчать про підвищення інтересу до вивчення математики, зростання впевненості у виконанні завдань, зниження страху перед помилками та формування позитивного емоційного ставлення до навчальної діяльності. Це підтверджує, що гейміфікація виконує не лише стимулювальну, а й психологічно підтримувальну функцію, створюючи комфортніше освітнє середовище для учнів середніх класів.

Співставлення показників навчальної успішності та рівня мотивації дозволяє зробити висновок про наявність взаємозв'язку між мотиваційним і результативним компонентами математичної компетентності. Підвищення зацікавленості та внутрішньої мотивації учнів сприяло активнішій навчальній діяльності, більшій наполегливості у виконанні завдань та, як наслідок, покращенню навчальних результатів. Отже, використання мобільного гейміфікованого застосунку виступає чинником, що комплексно впливає на якість навчання математики.

У цілому результати експериментального дослідження підтверджують доцільність і педагогічну ефективність інтеграції мобільних гейміфікованих застосунків у освітній процес з математики в середніх класах. Розроблений та апробований підхід може розглядатися як перспективний напрям удосконалення традиційної методики навчання, спрямований на підвищення навчальної

успішності, формування стійкої навчальної мотивації та розвитку математичної компетентності учнів. Отримані висновки створюють підґрунтя для подальших досліджень у напрямі розширення функціональних можливостей гейміфікованих освітніх інструментів і їх довготривалого впливу на результати навчання.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі здійснено теоретичне обґрунтування та практичну реалізацію методики використання технологій гейміфікації для ефективного навчання математики в середній школі. Результати проведеного дослідження дають підстави зробити такі висновки:

1. Аналіз науково–педагогічної літератури засвідчив, що гейміфікація є потужним інструментом підвищення мотивації та залученості учнів «цифрового покоління». Теоретичним підґрунтям її ефективності є теорія самодетермінації (задоволення потреб в автономії, компетентності та приналежності) та психологія потоку. Встановлено, що інтеграція ігрових механік (балів, рівнів, рейтингів, сюжету) у освітній процес сприяє формуванню позитивного ставлення до математики, зниженню страху перед помилками та активізації пізнавальної діяльності учнів 5–9 класів.

2. Здійснено порівняльний аналіз провідних цифрових платформ (Kahoot!, Quizizz, ClassDojo, Matific, Prodigy Math). Виявлено, що попри їхню популярність, існують суттєві обмеження для вітчизняної школи: мовні бар'єри, платний доступ до повного функціоналу, недостатня відповідність українським навчальним програмам або фокус виключно на початковій школі. Це обґрунтувало необхідність розробки власного адаптованого програмного продукту.

3. Розроблено методичні основи та створено мобільний застосунок «Математичні ігри» (iOS, Swift/SwiftUI), який інтегрує освітній матеріал згідно з програмою МОН України. Технічна реалізація базується на архітектурі MVC та використанні локальної бази даних CoreData, що забезпечує автономність роботи. У застосунку реалізовано комплекс гейміфікаційних елементів: інтерактивна карта рівнів («Математична подорож»), змагальний режим («Математична дуель»), тренажер швидкості, магазин винагород та колекційні персонажі. Такий підхід забезпечує персоналізацію навчання та миттєвий зворотний зв'язок.

4. Експериментальна перевірка ефективності розробленої методики, проведена на базі Тернопільського академічного ліцею «Генезис» (n=48), підтвердила висунуті гіпотези. Учнів експериментальної групи, які використовували застосунок, продемонстрували статистично значуще зростання успішності: середній бал підвищився на 18,1%, а швидкість виконання завдань зросла на 29,8%. Зафіксовано суттєве зниження рівня математичної тривожності (на 44,8%) та зростання внутрішньої мотивації (на 48,1%).

5. Доведено, що елементи персоналізації (колекціонування персонажів, розвиток профілю) мають вищий мотиваційний вплив на учнів середніх класів, ніж суто змагальні елементи (лідерборди). 95% учнів експериментальної групи добровільно використовували застосунок у позаурочний час, що свідчить про формування стійкого пізнавального інтересу. Якісний аналіз помилок показав зменшення кількості відмов від виконання складних завдань, що вказує на формування психологічної впевненості та «мислення зростання».

6. Розроблено методичні рекомендації для вчителів математики щодо інтеграції мобільного застосунку у різні етапи уроку: як мотиваційного інструменту (розминка), засобу формувального оцінювання та інструменту для диференційованого домашнього завдання. Запропонована методика дозволяє реалізувати індивідуальну освітню траєкторію та забезпечити об'єктивний моніторинг навчальних досягнень.

Перспективи подальших досліджень вбачаємо у розширенні функціоналу застосунку (додавання адаптивних алгоритмів складності на основі ІІІ), розробці версії для інших операційних систем та дослідженні довготривалого впливу гейміфікації на академічну успішність учнів старшої школи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Балик Н. Р., Шмигер Г. П. Методологія формування цифрових компетентностей у контексті розробки цифрового контенту. *Фізико–математична освіта*. 2018. Випуск 2(16). С. 8–12.
2. Біков В. Ю., Овчарук О. В. та інші. Оцінювання інформаційно–комунікаційної компетентності учнів та педагогів в умовах євроінтеграційних процесів в освіті : посібник. Київ : Педагогічна думка, 2017. 160 с.
3. Волкова Н. П. Педагогіка : навч. посіб. 3–тє вид., стереотип. Київ : Академія, 2016. 285 с.
4. Воротникова І. П. Інформаційно–освітнє середовище для реалізації різних форм навчання у сучасній школі. *Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах*. 2014. №6(54). С. 3–10.
5. Генсерук Г. Р., Мартинюк С. В. Розвиток цифрової компетентності майбутніх учителів в умовах цифрового освітнього середовища закладу вищої освіти. *Інноваційна педагогіка*. Одеса, 2019. Вип. 19, т. 2. С. 158–162.
6. Генсерук Г. Цифрова компетентність як одна із професійно значущих компетентностей майбутніх учителів. *Відкрите освітнє е–середовище сучасного університету*. 2019. Вип. 6. С. 8–16.
7. Гуревич Р. С. Інноваційні технології навчання в умовах інформатизації освіти. Львів : ЛДУБЖД, 2015. 396 с.
8. Державний стандарт базової середньої освіти : затв. постановою Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 р. № 898. Київ, 2020. 33 с.
9. Зайченко І. В. Педагогіка : підручник. 3–тє вид. перероб. та доп. Київ : Видавництво Ліра. К, 2016. 608 с.
10. Закон України «Про освіту». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145>–19.
11. Карабін О. Й. Гейміфікація в освітньому процесі як засіб розвитку молодших школярів. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і*

загальноосвітній школах : збірник наукових праць. Запоріжжя, 2019. № 67, т. 1. С. 44– 47.

12. Карабін О. Й. Роль інформаційних технологій у підготовці майбутніх учителів гуманітарних дисциплін. Вісник Національної академії Держ. прикордонної служби України ім. Б. Хмельницького. Сер.: Педагогічні та психологічні науки. Хмельницький, 2011. Вип. 4. URL: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Vnads/2011_4/zmist.html.

13. Коваль Л. В., Скворцова С. О. Методика викладання природничих дисциплін у вищій школі : навч. посіб. Харків : ХНПУ, 2018. 317 с.

14. Концепція Нової української школи. Київ : Міністерство освіти і науки України, 2016. 40 с.

15. Морзе Н. В., Барна О., Вембер В., Кузьмінська О. Система компетентнісних завдань як засіб формування компетентностей на уроках інформатики. *Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах*. 2015. № 4. С. 17– 27.

16. Морзе Н. В., Глазунова О. Г., Кузьмінська О. Г. Електронне навчання: від теорії до практики : навч. посіб. Київ : Вид. група ВНУ, 2016. 176 с.

17. Навчальна програма з математики для учнів 5– 9 класів закладів загальної середньої освіти. Київ : МОН України, 2022. 68 с.

18. Нісімчук А. С., Падалка О. С., Шпак О. Т. Сучасні педагогічні технології : навч. посіб. Київ : Просвіта, 2000. 368 с.

19. Овчарук О. В. Проблеми оцінювання інформаційно– комунікаційної компетентності в системі загальної середньої освіти: загальні підходи. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2014. Т. 44. Вип. 6. С. 83– 92.

20. Петровська Т. В. Педагогіка. Дидактичні матеріали : навч. посіб. / за ред. Т. В. Петровської. Київ : Олімпійська література, 2016. 180 с.

21. Рамський Ю. С., Корсунська Н. О., Шахіна І. Ю. Гейміфікація навчального процесу : навч.– метод. посіб. Київ : Київ. ун– т ім. Б. Грінченка, 2019. 133 с.

22. Спирін О. М. Інформаційно– комунікаційні та інформативні компетентності як компоненти системи професійно– спеціалізованих компетентностей вчителя інформатики. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2009. №5. URL: <http://eprints.zu.edu.ua/3733/2/09somt10.htm>.

23. Титова Л. О., Корнієнко С. С., Загородько П. В. Гейміфікація як інструмент розвитку цифрової компетентності у вищій освіті. *Хмарні технології в освіті*. 2025. Том 3. С. 112– 128.

24. Фоломєєва Н., Калашник Н., Копчинська Ю. Гейміфікація в освітньому процесі закладів вищої освіти. *Amazonia Investiga*. 2024. Том 13. № 73. С. 331– 343.

25. Цифрова адженда України – 2020 («Цифровий порядок денний» – 2020). Концептуальні засади. URL: <https://ucc1.org.ua/uploads/files/58e78ee3c3922.pdf>

26. Apple Inc. The Swift Programming Language (Swift 5.9). Cupertino : Apple Inc., 2024. 586 p.

27. Black P., Wiliam D. Developing the Theory of Formative Assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*. 2009. Vol. 21. No. 1. P. 5– 31.

28. Boaler J. Mathematical Mindsets: Unleashing Students’ Potential through Creative Math, Inspiring Messages and Innovative Teaching. San Francisco : Jossey– Bass, 2016. 320 p.

29. Buckley P., Doyle E. Gamification and Student Motivation. *Interactive Learning Environments*. 2016. Vol. 24. No. 6. P. 1162– 1175.

30. Cheung A. C., Slavin R. E. The Effectiveness of Educational Technology Applications for Enhancing Mathematics Achievement in K– 12 Classrooms: A Meta– Analysis. *Educational Research Review*. 2013. Vol. 9. P. 88– 113.

31. Clark D. B., Tanner– Smith E. E., Killingsworth S. S. Digital Games, Design, and Learning: A Systematic Review and Meta– Analysis. *Review of Educational Research*. 2016. Vol. 86. No. 1. P. 79– 122.

32. Csikszentmihalyi M. Flow: The Psychology of Optimal Experience. New York : Harper & Row, 1990. 303 p.

33. Deterding S., Dixon D., Khaled R., Nacke L. From Game Design Elements to Gamefulness: Defining Gamification. *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference*. 2011. P. 9– 15.
34. Dichev C., Dicheva D. Gamifying Education: What is Known, What is Believed and What Remains Uncertain. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2017. Vol. 14. Article 9.
35. Dicheva D., Dichev C., Agre G., Angelova G. Gamification in Education: A Systematic Mapping Study. *Educational Technology & Society*. 2015. Vol. 18. No. 3. P. 75– 88.
36. Digital agenda for Europe. URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/27a0545e-03bf-425f-8b09-7cef6f0870af>.
37. DigCompEdu. URL: <https://ec.europa.eu/jrc/en/digcompedu>.
38. Dweck C. S. *Mindset: The New Psychology of Success*. New York : Random House, 2006. 276 p.
39. Fosnot C. T., Perry R. S. Constructivism: A Psychological Theory of Learning. *Constructivism: Theory, Perspectives, and Practice*. 2005. Vol. 2. P. 8– 38.
40. Garris R., Ahlers R., Driskell J. E. Games, Motivation, and Learning: A Research and Practice Model. *Simulation & Gaming*. 2002. Vol. 33. No. 4. P. 441– 467.
41. Hamari J., Koivisto J., Sarsa H. Does Gamification Work? A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. *47th Hawaii International Conference on System Sciences*. 2014. P. 3025– 3034.
42. Hattie J., Timperley H. The Power of Feedback. *Review of Educational Research*. 2007. Vol. 77. No. 1. P. 81– 112.
43. Hmelo– Silver C. E. Problem– Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*. 2004. Vol. 16. No. 3. P. 235– 266.
44. Johnson D. W., Johnson R. T., Holubec E. J. *Cooperation in the Classroom*. 9th ed. Edina : Interaction Book Company, 2013. 245 p.
45. Kapp K. M. *The Gamification of Learning and Instruction: Game– Based Methods and Strategies for Training and Education*. San Francisco : Pfeiffer, 2012. 336 p.

46. Kapp K. M., Blair L., Mesch R. The Gamification of Learning and Instruction Fieldbook: Ideas into Practice. San Francisco : Wiley, 2014. 480 p.
47. Kilpatrick J., Swafford J., Findell B. Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics. Washington : National Academy Press, 2001. 454 p.
48. Koivisto J., Hamari J. The Rise of Motivational Information Systems: A Review of Gamification Research. *International Journal of Information Management*. 2019. Vol. 45. P. 191– 210.
49. Landers R. N. Developing a Theory of Gamified Learning: Linking Serious Games and Gamification of Learning. *Simulation & Gaming*. 2014. Vol. 45. No. 6. P. 752– 768.
50. Licorish S. A., Owen H. E., Daniel B., George J. L. Students' Perception of Kahoot!'s Influence on Teaching and Learning. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*. 2018. Vol. 13. Article 9.
51. Mishra P., Koehler M. J. Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*. 2006. Vol. 108. No. 6. P. 1017– 1054.
52. Plass J. L., Homer B. D., Kinzer C. K. Foundations of Game– Based Learning. *Educational Psychologist*. 2015. Vol. 50. No. 4. P. 258– 283.
53. Prensky M. Digital Game– Based Learning. New York : McGraw– Hill, 2001. 442 p.
54. Ryan R. M., Deci E. L. Intrinsic and Extrinsic Motivation from a Self– Determination Theory Perspective: Definitions, Theory, Practices, and Future Directions. *Contemporary Educational Psychology*. 2020. Vol. 61. Article 101860.
55. Ryan R. M., Deci E. L. Self– Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well– Being. *American Psychologist*. 2000. Vol. 55. No. 1. P. 68– 78.
56. Ryan R. M., Deci E. L. Self– Determination Theory: Basic Psychological Needs in Motivation, Development, and Wellness. New York : Guilford Press, 2017. 756 p.

57. Sailer M., Hense J. U., Mayr S. K., Mandl H. How Gamification Motivates: An Experimental Study of the Effects of Specific Game Design Elements on Psychological Need Satisfaction. *Computers in Human Behavior*. 2017. Vol. 69. P. 371– 380.
58. Sailer M., Homner L. The Gamification of Learning: A Meta– Analysis. *Educational Psychology Review*. 2020. Vol. 32. P. 77– 112.
59. Schoenfeld A. H. Mathematical Problem Solving. Orlando : Academic Press, 1985. 409 p.
60. Shute V. J. Focus on Formative Feedback. *Review of Educational Research*. 2008. Vol. 78. No. 1. P. 153– 189.
61. Tokac U., Novak E., Thompson C. G. Effects of Game– Based Learning on Students’ Mathematics Achievement: A Meta– Analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*. 2019. Vol. 35. No. 3. P. 407– 420.
62. Tomlinson C. A. How to Differentiate Instruction in Academically Diverse Classrooms. 3rd ed. Alexandria : ASCD, 2017. 227 p.
63. Wang A. I., Tahir R. The Effect of Using Kahoot! for Learning – A Literature Review. *Computers & Education*. 2020. Vol. 149. Article 103818.
64. Werbach K., Hunter D. For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business. Philadelphia : Wharton Digital Press, 2012. 148 p.
65. Wiliam D. Embedded Formative Assessment. 2nd ed. Bloomington : Solution Tree Press, 2018. 189 p.
66. Zhao F. Using Quizizz to Integrate Fun Multiplayer Activity in the Accounting Classroom. *International Journal of Higher Education*. 2019. Vol. 8. No. 1. P. 37– 43.
67. Zichermann G., Cunningham C. Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps. Sebastopol : O’Reilly Media, 2011. 208 p.
68. ClassDojo Official Website. URL: <https://www.classdojo.com> (дата звернення: 10.09.2025).
69. Kahoot! Official Website. URL: <https://kahoot.com> (дата звернення: 10.09.2025).

70. Matific Official Website. URL: <https://www.matific.com> (дата звернення: 10–11.09.2025).

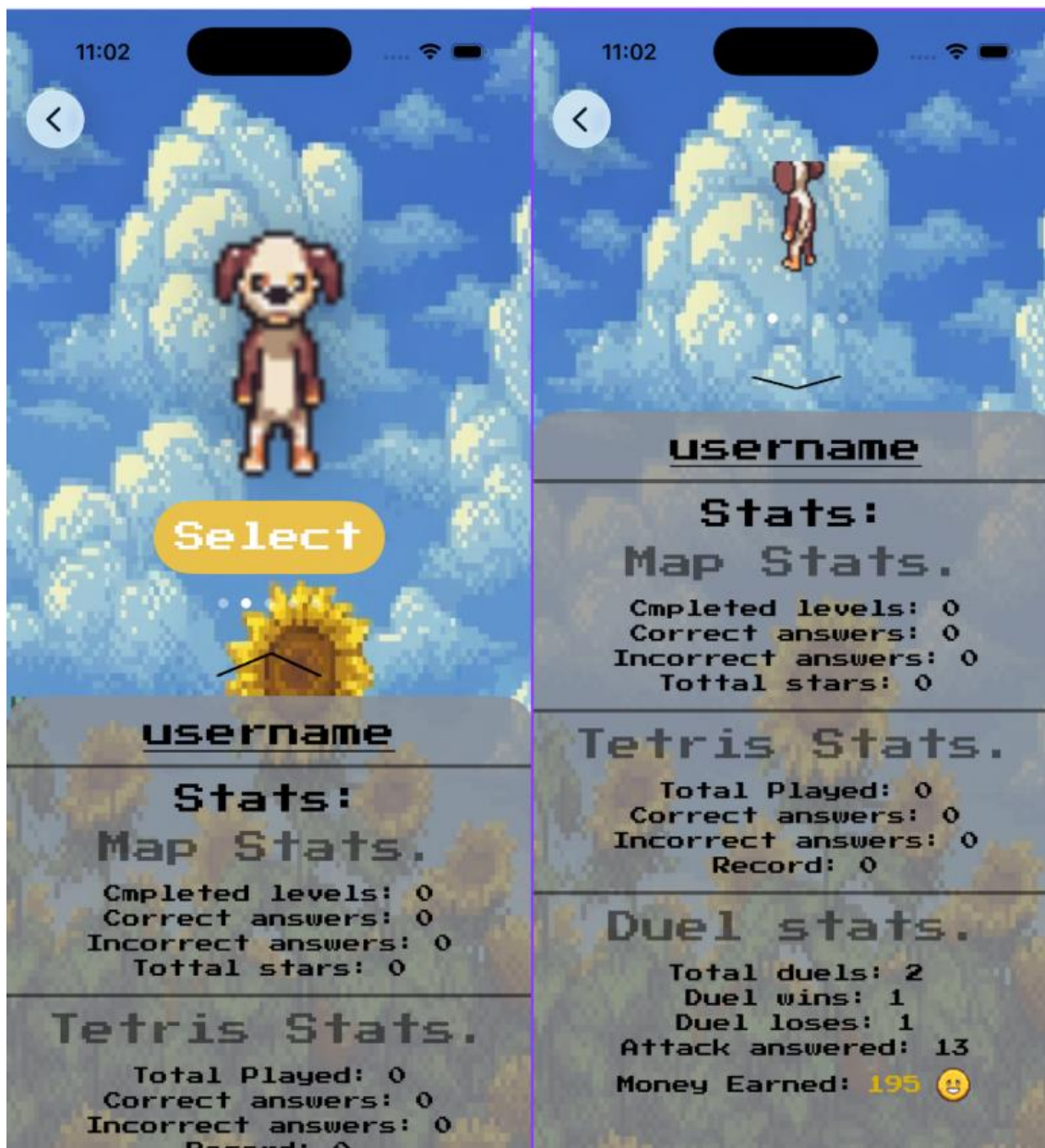
71. Prodigy Math Official Website. URL: <https://www.prodigygame.com> (дата звернення: 10–11.09.2025).

72. Quizizz Official Website. URL: <https://quizizz.com> (дата звернення: 11.09.2025).

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Інтерфейс профіля та статистики користувача



ДОДАТОК Б

Інтерфейс «Математичної пригоди»



Модель CoreData

CoreData Модель

```
@objc(UserProfile)
public class UserProfile: NSManagedObject {}

extension UserProfile {
    @nonobjc public class func fetchRequest() ->
    NSFetchRequest<UserProfile> {
        return NSFetchRequest<UserProfile>(entityName:
        "UserProfile")
    }

    var achievementsDict: [Int: Date] {
        get {
            guard let data = achievements else
            { return [:] }
            return (try? JSONDecoder().decode([Int:
            Date].self, from: data)) ?? [:]
        }
        set {
            achievements = try?
            JSONEncoder().encode(newValue)
        }
    }

    var MapStarsDict: [Int: Int]{
        get{
            guard let data = mapStars else {return
            [:]}
            return (try? JSONDecoder().decode([Int:
            Int].self, from: data)) ?? [:]
        }
        set {
            mapStars = try?
            JSONEncoder().encode(newValue)
        }
    }
    @NSManaged public var achievements: Data?

    @NSManaged public var balance: Int32
    @NSManaged public var username: String
    @NSManaged public var tetrisCompleted: Int32
    @NSManaged public var tetrisCorrect: Int32
    @NSManaged public var tetrisIncorrect: Int32
    @NSManaged public var tetrisRecord: Int32
    @NSManaged public var mapCompleted: Int32
    @NSManaged public var mapStars: Data?
    @NSManaged public var mapCorrect: Int32
    @NSManaged public var mapIncorrect: Int32
    @NSManaged public var timeSpent: Double
    @NSManaged public var duelCount: Int32
    @NSManaged public var duellose: Int32
    @NSManaged public var duelWin: Int32
    @NSManaged public var duelBalance: Int32
    @NSManaged public var duelAnswered: Int32
    @NSManaged public var selectedCharacter: String
```


Контролер для Математичної дуелі

```
CoreData Модель

@Observable
class BattleController {
    func startBattle(){
        answered = 0
        enemyCharacter = enemyList.randomElement()!
        enemyHp = Int.random(in: 5...15)
        totalEnemyHp = enemyHp
        reward = enemyHp * 10
        selectionState = .start
        playerAnimation = .idle
        enemyAnimation = .idle
        withAnimation{
            startBattle = true
        }
    }

    func ChoosingAttack(difficulty: Int){
        currentAttack = difficulty
        switch difficulty {
            case 1:
                currentQuestion =
                firstDifficulty.keys.randomElement()!;
                correctAnswer =
                firstDifficulty[currentQuestion]!;
            case 2:
                currentQuestion =
                secondDifficulty.keys.randomElement()!;
                correctAnswer =
                secondDifficulty[currentQuestion]!;
            case 3:
                currentQuestion =
                thirdDifficulty.keys.randomElement()!;
                correctAnswer =
                thirdDifficulty[currentQuestion]!;
            default: break
        }
    }

    func checkingAnswer(answer: Int){
        answered += 1
        addingBalance()
        // Правильна Відповідь
        if answer == correctAnswer {
            withAnimation{
                checkFeed = true
                selectionState = .check
            }
            print("araka")
            playerAnimation = .punch
        }
        // Перевірка чи ворог не помер
        if enemyHp <= currentAttack{
            withAnimation{
                print("смерть")
                enemyHp = 0
            }
            savingData(end: true)
        }

        DispatchQueue.main.asyncAfter(deadline: .now() + 0.85)
        {
            self.enemyAnimation = .dead
        }

        DispatchQueue.main.asyncAfter(deadline: .now() + 2.5)
        {
            self.screenState = .win
            self.startBattle = false
            self.selectionState = .start
        }
    }

    // + balance for difficult
    func addingBalance() {
        ...
    }
    // saving CoreData
    func savingData(end: Bool) {
        let context = CoreDataManager.shared.context

        let request: NSFetchRequest<UserProfile> =
        UserProfile.fetchRequest()
        if let profile = try?
        context.fetch(request).first {

            if end{
                profile.duelWin += 1
                profile.duelBalance += Int32(reward)
                profile.balance += Int32(reward)
            }else{profile.duelLose += 1}
            profile.duelCount += 1
            profile.duelAnswered += Int32(answered)
        }
        do {
            try context.save()
        } catch {
            print("Помилка збереження при unlock: \
(error)")
        }
    }
}
```

Анкетування учнів за шкалою Лайкерта

Анкета для учнів 7 класу

«Як я ставлюся до уроків математики»

Інструкція для учнів:

Прочитай кожне твердження та відмітьте відповідь, яка найбільше підходить тобі.

зовсім не згоден(на)	скоріше не згоден(на)	не знаю / важко сказати	скоріше згоден(на)	повністю згоден(на)
	X			

Твердження

1. Мені цікаво вчити математику.

зовсім не згоден(на)	скоріше не згоден(на)	не знаю / важко сказати	скоріше згоден(на)	повністю згоден(на)

2. Мені подобається виконувати завдання з математики.

зовсім не згоден(на)	скоріше не згоден(на)	не знаю / важко сказати	скоріше згоден(на)	повністю згоден(на)

3. Я зазвичай розумію матеріал з математики на уроці.

зовсім не згоден(на)	скоріше не згоден(на)	не знаю / важко сказати	скоріше згоден(на)	повністю згоден(на)

4. Я впевнений(на), що можу правильно розв'язати математичні приклади.

зовсім не згоден(на)	скоріше не згоден(на)	не знаю / важко сказати	скоріше згоден(на)	повністю згоден(на)

5. Я не боюся помилитися, коли виконую завдання з математики.

зовсім не згоден(на)	скоріше не згоден(на)	не знаю / важко сказати	скоріше згоден(на)	повністю згоден(на)

6. Якщо завдання складне, я намагаюся доробити його до кінця.

зовсім не згоден(на)	скоріше не згоден(на)	не знаю / важко сказати	скоріше згоден(на)	повністю згоден(на)

7. Я із задоволенням виконую завдання з математики вдома.

зовсім не згоден(на)	скоріше не згоден(на)	не знаю / важко сказати	скоріше згоден(на)	повністю згоден(на)

8. Мені приємно, коли в мене виходить розв'язати задачу.

зовсім не згоден(на)	скоріше не згоден(на)	не знаю / важко сказати	скоріше згоден(на)	повністю згоден(на)

9. На уроках математики я почуваюся спокійно.

зовсім не згоден(на)	скоріше не згоден(на)	не знаю / важко сказати	скоріше згоден(на)	повністю згоден(на)

10. Мені подобається, коли на уроках математики використовують телефон або комп'ютер для навчання.

зовсім не згоден(на)	скоріше не згоден(на)	не знаю / важко сказати	скоріше згоден(на)	повністю згоден(на)