

Міністерство освіти і науки України
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка
Кафедра математики та економіки

«До захисту допускаю»
завідувач кафедри математики та економіки,
кандидат пед. наук, доцент
_____ Тарас ВІЙЧУК
«__» _____ 2025 р.

**ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІД ЧАС
ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «КВАДРАТНІ РІВНЯННЯ» В СЕРЕДНІЙ
ШКОЛІ**

Спеціальність: 014 Середня освіта (за предметними спеціальностями)

Предметна спеціальність: 014.04 Середня освіта (Математика)

Додаткова предметна спеціальність: 014.09 Середня освіта (Інформатика)

Магістерська робота

на здобуття кваліфікації:

«Магістр середньої освіти.

Вчитель математики, вчитель інформатики»

Автор роботи: **Михалина Юрій Іванович** _____
підпис

Науковий керівник: доктор філософії
доцент Войтович Христина Олегівна _____
підпис

Дрогобич, 2025

Захист магістерської роботи

Використання цифрових технологій під час вивчення теми «Квадратні
рівняння» в середній школі

Оцінка за стобальною шкалою: _____

Оцінка за національною чотирибальною шкалою: _____

Коротка мотивація захисту:

дата

Голова ЕК _____
підпис прізвище, ім'я

Секретар ЕК _____
підпис прізвище, ім'я

Анотація

Михалина Ю. І. *Використання цифрових технологій під час вивчення теми «Квадратні рівняння» в середній школі.* – Рукопис. – 51 с.

У роботі досліджено методику використання цифрових технологій під час вивчення теми «Квадратні рівняння» в курсі алгебри середньої школи. Актуальність теми зумовлена процесами цифровізації освіти України та вимогами НУШ щодо формування інформаційно-цифрової та математичної компетентностей учнів. Проаналізовано психолого-педагогічні засади використання цифрових інструментів, визначено їхній дидактичний потенціал для візуалізації абстрактних понять і підвищення пізнавальної активності школярів. На основі вивчення сучасних онлайн-ресурсів обґрунтовано педагогічні умови їх ефективного застосування та розроблено методичні рекомендації щодо інтеграції цифрових технологій у навчання теми «Квадратні рівняння».

Annotation

Mykhalyna Yu. I. *The Use of Digital Technologies in Studying the Topic “Quadratic Equations” in Secondary School.* – Manuscript. – 51 p.

This paper examines the methodology of using digital technologies in the study of the topic “Quadratic Equations” within the secondary school algebra course. The relevance of the research is determined by the ongoing digitalization of education in Ukraine and the requirements of the New Ukrainian School regarding the development of students’ digital and mathematical competencies. The study analyzes the psychological and pedagogical foundations of using digital tools and identifies their didactic potential for visualizing abstract concepts and enhancing students’ cognitive engagement. Based on the analysis of modern online resources, the research substantiates pedagogical conditions for their effective application and provides methodological recommendations for integrating digital technologies into the teaching of quadratic equations.

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ	10
1.1. Сутність поняття «цифрові технології» в освітньому процесі	10
1.2. Психолого-педагогічні передумови використання цифрових ресурсів у навчанні математики.....	13
1.3. Дидактичний потенціал цифрових технологій у формуванні математичних компетентностей	16
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕМИ «КВАДРАТНІ РІВНЯННЯ»	21
2.1. Аналіз цифрових інструментів для вивчення алгебри	21
2.2. Зміст і структура теми «Квадратні рівняння» у шкільному курсі алгебри ..	28
2.3. Методика поетапного використання цифрових технологій під на уроках математики	32
РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ТА КЕЙСИ ІНТЕГРАЦІЇ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАННІ КВАДРАТНИХ РІВНЯНЬ	38
3.1. Методична розробка уроку «Квадратні рівняння: Означення та види» із застосуванням моделі «Перевернутий клас»	38
3.2. Методична розробка уроку «Формула коренів квадратного рівняння» із застосуванням уроку-дослідження	41
3.2. Методична розробка уроку «Теорема Вієта» із застосуванням ігровізації та диференціації	44

ВИСНОВОК	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	50

Вступ

Сучасна освітня система України перебуває на етапі глибокої цифрової трансформації, що є складовою загальнонаціональної стратегії модернізації освіти і науки. Цей процес зумовлений реалізацією державних програм і нормативних документів Міністерства освіти і науки України, зокрема Концепції розвитку цифрової компетентності громадян України (2021 р.), Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» (2016 р.), Державного стандарту базової середньої освіти (2020 р.), а також Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022–2032 роки. У зазначених документах наголошується на потребі переходу від традиційної моделі навчання до компетентнісно орієнтованої, яка забезпечує формування в учнів здатності до самостійного пізнання, критичного мислення, творчості та ефективної взаємодії у цифровому суспільстві.

Важливою умовою реалізації цих завдань є широке впровадження цифрових технологій у всі ланки освітнього процесу — від планування й організації навчання до контролю й оцінювання результатів. Цифрові інструменти розглядаються не лише як технічні засоби, а як педагогічно доцільні ресурси, що сприяють удосконаленню методики навчання, розширюють можливості візуалізації навчального матеріалу, забезпечують інтерактивність і диференціацію навчання.

Положення Концепції «Нова українська школа» акцентують на важливості формування інформаційно-цифрової компетентності як однієї з ключових, необхідних для успішної самореалізації учня в суспільстві знань. Згідно з Концепцією розвитку цифрової компетентності громадян України, цифрова грамотність педагога є запорукою ефективної організації сучасного освітнього процесу. Державний стандарт базової середньої освіти (2020 р.) підкреслює потребу використання технологій навчання, які забезпечують активну діяльність учнів, підтримують розвиток логічного мислення, дослідницьких навичок і здатності застосовувати знання в реальних ситуаціях.

Таким чином, нормативно-правова база України створює передумови для формування нового педагогічного мислення, заснованого на використанні цифрових технологій як інструмента підвищення якості освіти, розвитку ключових компетентностей, індивідуалізації навчання та розкриття творчого потенціалу учнів. Саме в цьому контексті виникає потреба наукового осмислення методики застосування цифрових засобів у навчанні математики, що й зумовлює актуальність обраного дослідження.

Актуальність теми дослідження зумовлена необхідністю вдосконалення методики навчання математики в умовах цифровізації освіти. Використання цифрових технологій у процесі навчання математики відповідає сучасним вимогам НУШ, забезпечує візуалізацію абстрактних понять, підвищує пізнавальну активність учнів, сприяє формуванню інформаційної культури та математичної компетентності. Попри зростання кількості електронних освітніх ресурсів, питання ефективного добору та дидактично обґрунтованого використання цифрових засобів на уроках алгебри, зокрема під час вивчення теми «Квадратні рівняння», залишається недостатньо розробленим у методичній літературі. Суперечність полягає між потенційними можливостями цифрових технологій у навчанні математики та недостатньою розробленістю методичних рекомендацій щодо їх практичного використання у шкільному курсі алгебри.

Проблема використання цифрових технологій у процесі навчання математики відображена в наукових працях вітчизняних і зарубіжних дослідників: О. Спіріна, М. Жалдака, Ю. Триуса, Н. Морзе, В. Бикова, С. Семерікова, Л. Зазуліна, Т. Тихонової, а також практиків-методистів, які досліджують вплив цифрового середовища на розвиток математичних умінь учнів. У працях цих учених розкрито загальні принципи цифровізації освіти, однак специфіка використання сучасних онлайн-інструментів саме під час вивчення теми «Квадратні рівняння» висвітлена недостатньо. Це визначає наукову новизну та практичну значущість обраної теми.

Мета дослідження – обґрунтувати педагогічні умови та методичні підходи до використання цифрових технологій у процесі вивчення теми «Квадратні рівняння» в середній школі.

Об’єктом дослідження є процес навчання математики в закладах загальної середньої освіти в умовах цифровізації освітнього середовища, а предметом – методика використання цифрових технологій у процесі вивчення теми «Квадратні рівняння» в курсі алгебри середньої школи. **Предметом дослідження** є методичні засади, педагогічні умови та способи використання цифрових технологій у процесі вивчення теми «Квадратні рівняння» в курсі алгебри середньої школи.

Для досягнення мети передбачено виконання таких **завдань**:

- проаналізувати психолого-педагогічні та дидактичні засади використання цифрових технологій у навчанні математики;
- розкрити зміст теми «Квадратні рівняння» у шкільному курсі алгебри та визначити можливості її цифрової підтримки;
- дослідити сучасні цифрові інструменти, придатні для викладання зазначеної теми, й оцінити їх дидактичний потенціал;
- розробити методичні рекомендації щодо поетапного використання цифрових технологій на уроках математики;
- узагальнити практичні приклади інтеграції цифрових технологій у процес вивчення теми «Квадратні рівняння».

У процесі дослідження використано комплекс взаємопов’язаних методів: теоретичні – аналіз, синтез, порівняння, систематизація й узагальнення психолого-педагогічної та методичної літератури, моделювання методичної системи використання цифрових технологій у навчанні алгебри; емпіричні – вивчення й узагальнення досвіду роботи вчителів, аналіз навчально-методичних матеріалів.

Наукова новизна полягає у визначенні дидактичних умов та методичних підходів до ефективного впровадження цифрових засобів у процес вивчення теми «Квадратні рівняння», а також у систематизації сучасних інструментів, що

сприяють розвитку математичних компетентностей учнів. Практичне значення одержаних результатів полягає у створенні методичних рекомендацій і доборі цифрових ресурсів, які можуть бути використані вчителями математики під час підготовки та проведення уроків із теми «Квадратні рівняння», а також у підвищенні якості засвоєння навчального матеріалу через інтерактивні й візуальні методи навчання.

Розділ 1. Теоретичні основи використання цифрових технологій у навчанні математики

1.1. Сутність поняття «цифрові технології» в освітньому процесі

У сучасному освітньому середовищі поняття «цифрові технології» набуває особливої актуальності як ключовий компонент модернізації (оновлення) навчального процесу. У загальному сенсі під цифровими технологіями розуміють сукупність пристроїв, програмних продуктів, мережевих сервісів та інформаційно-комунікаційних систем, які здатні генерувати, обробляти, передавати та зберігати дані у цифровому (дискретному) форматі. [3,5]

У контексті освіти поняття «цифрові технології» значно розширюється, набуваючи педагогічного змісту. Воно охоплює не лише технічні засоби — комп'ютери, ноутбуки, планшети, інтерактивні дошки, мультимедійні проектори, а й специфічні освітні сервіси, які забезпечують організацію та підтримку навчального процесу в цифровому середовищі. До таких сервісів належать хмарні платформи зберігання та обміну даними (Google Workspace for Education, Microsoft OneDrive, Dropbox), системи дистанційного та змішаного навчання (Moodle, Google Classroom, Classtime), платформи створення інтерактивних завдань (LearningApps, Wordwall, Quizizz, Kahoot), відео- та аудіосервіси для створення навчального контенту (YouTube Edu, Canva, Powtoon, Edpuzzle), а також електронні бібліотеки, віртуальні лабораторії та симулятори, що надають можливість моделювати реальні процеси й експерименти.

Важливу роль відіграють також інструменти спільної роботи, які забезпечують колаборацію між учасниками освітнього процесу — онлайн-дошки (Padlet, Miro, Jamboard), сервіси відеоконференцій (Zoom, Microsoft Teams, Google Meet), інтерактивні карти, форуми та освітні спільноти. Завдяки ним навчання стає не лише індивідуальним, а й командним процесом, що розвиває навички комунікації, кооперації, критичного мислення та взаємної підтримки.

Окремий сегмент становлять мобільні застосунки та віртуальні середовища навчання, які дозволяють розширити навчальний простір поза межі класу. Мобільне навчання (mobile learning) забезпечує доступ до освітніх

матеріалів будь-де й будь-коли, що підсилює гнучкість і безперервність навчального процесу. Віртуальні та доповнені середовища (VR/AR) відкривають можливості для занурення в навчальні ситуації, моделювання математичних об'єктів, проведення інтерактивних досліджень.

Усі ці складові утворюють цілісну цифрову екосистему освіти, у межах якої інформація передається в інтерактивному форматі, навчальні матеріали оновлюються динамічно, а комунікація між учителем і учнем виходить за рамки традиційного уроку. Цифрові технології забезпечують варіативність форм навчання (очне, дистанційне, змішане), сприяють індивідуалізації та диференціації освітнього процесу, а також підвищують його ефективність за рахунок швидкого зворотного зв'язку, візуалізації складних понять і розвитку самостійності учнів.

Цифрові технології в освітньому процесі варто розглядати не як просто заміну традиційних засобів навчання, а як потужний інструмент переосмислення самої організації, форм, методів і змісту навчання. Так, за деякими дослідженнями, цифрове навчання — це такий вид навчання, коли учень має можливість контролювати хоча б один із параметрів процесу (час, місце, темп, шлях) завдяки застосуванню цифрових засобів. [7]

Таким чином, цифрові технології створюють нове освітнє середовище, яке вирізняється такими характерними ознаками: інтерактивністю, адаптивністю, гнучкістю, персоналізацією та мультимедійністю. [2]

Інтерактивність означає активну взаємодію між усіма учасниками освітнього процесу — учнями, учителем, цифровими засобами та навчальним контентом. Учні не є пасивними слухачами, а взаємодіють із навчальним матеріалом через електронні тести, симуляції, віртуальні лабораторії, ігрові завдання. Це сприяє підвищенню залученості, розвитку пізнавальної активності й самостійності.

Адаптивність передбачає здатність цифрових платформ і ресурсів підлаштовуватися під індивідуальний рівень підготовки, темп навчання та освітні потреби кожного учня. Наприклад, системи автоматично добирають складність завдань або додаткові матеріали залежно від результатів учня. Такий

підхід відповідає принципам диференційованого навчання й сприяє досягненню освітніх результатів усіма учасниками. [1,4]

Гнучкість проявляється у можливості організовувати навчання незалежно від часу й місця. Завдяки цифровим технологіям навчальний процес може відбуватися як у класі, так і дистанційно; учні мають змогу повертатися до матеріалу, повторювати, опрацьовувати теми у власному темпі. Це створює передумови для формування навичок самостійного навчання та самоорганізації.

Персоналізація означає орієнтацію навчання на особисті потреби, інтереси та можливості кожного учня. Цифрові технології дають змогу вибудовувати індивідуальні освітні траєкторії: вибирати форму подання матеріалу (текстову, аудіо-, відео-), тип завдань, спосіб зворотного зв'язку. Такий підхід підсилює мотивацію до навчання та формує відповідальність за власні результати.

Мультимедійність полягає у використанні різних форм представлення інформації — тексту, зображень, відео, анімацій, інтерактивних моделей, які комплексно впливають на сприйняття та розуміння навчального матеріалу. Завдяки цьому забезпечується принцип наочності, розвивається візуальне мислення, підвищується якість засвоєння знань.

З педагогічної точки зору, застосування цифрових технологій призводить до трансформації ролей учасників освітнього процесу. Учень набуває більш активного статусу — він стає суб'єктом пізнавальної діяльності, який самостійно або в групі використовує цифрові засоби, обирає траєкторію навчання, опрацьовує інформацію, створює продукти своєї діяльності. Водночас вчитель із традиційного транслятора знань перетворюється на організатора, фасилітатора, направляючого та модератора освітнього середовища. [6] Це породжує нову педагогічну парадигму, згідно з якою навчальний процес має стати більш динамічним, інтерактивним, орієнтованим на учня, на розвиток компетентностей, а не просто на передачу знань. [8]

В українському освітньому контексті цифрові технології стають невід'ємною складовою реформи освіти, зокрема в рамках реалізації концепцій і стандартів, які спрямовані на формування інформаційно-цифрової компетентності учнів, розвиток їхньої здатності до навчання протягом життя,

адаптацію до змін і викликів суспільства знань. [9] Проте варто зауважити, що впровадження цифрових технологій у навчання супроводжується також низкою викликів: недостатня технічна оснащеність закладів, нерівний доступ до інтернету, недостатня цифрова компетенція педагогів, потреба розвитку методичних підходів до цифрового навчання. [11]

Отже, у межах педагогічного дослідження під цифровими технологіями слід розуміти системно організовану сукупність засобів, сервісів, методичних підходів і освітніх практик, які інтегровані в навчальний процес і спрямовані на активізацію пізнавальної діяльності учнів, індивідуалізацію і диференціацію навчання, розвиток ключових компетентностей, підтримку інтерактивної та самостійної роботи, а також адаптацію навчання до сучасних інформаційно-цифрових умов.

1.2. Психолого-педагогічні передумови використання цифрових ресурсів у навчанні математики

Використання цифрових ресурсів у процесі навчання математики має ґрунтуватися не лише на технічних можливостях, а передусім — на розумінні психолого-педагогічних закономірностей навчання. Ефективність цифрових технологій залежить від того, наскільки вони відповідають віковим особливостям учнів, закономірностям засвоєння математичних понять і принципам побудови навчального процесу.

Згідно з положеннями психології навчання (Л. Виготський, О. Леонтьєв, П. Гальперін, С. Рубінштейн), формування нових знань відбувається у процесі активної діяльності учня, у взаємодії з іншими учасниками освітнього процесу. Цифрові технології відкривають нові можливості для цієї взаємодії, оскільки створюють середовище, у якому учень може експериментувати, спостерігати, робити висновки, самостійно добувати інформацію. Вони сприяють переходу від репродуктивного до діяльнісного типу навчання, де знання не просто передаються, а створюються у процесі пізнавальної активності.

Психологи відзначають, що розвиток мислення учнів середнього шкільного віку характеризується переходом від конкретно-образних до

абстрактно-логічних форм пізнання. Математика в цьому віці виконує роль інтелектуального тренажера, який формує аналітичні та узагальнювальні здібності. Використання цифрових засобів — динамічних моделей, графічних симуляцій, інтерактивних завдань — полегшує сприйняття абстрактних понять і сприяє розвитку просторового та логічного мислення. [5]

Цифрові технології також відповідають мотиваційним особливостям сучасного покоління школярів, яке з дитинства занурене у цифрове середовище. Для таких учнів характерне швидке переключення уваги, потреба у візуальній інформації, прагнення до інтерактивності. Тому навчання, організоване з використанням цифрових ресурсів, стає для них більш природним і привабливим. Інтерактивні завдання, гейміфікація, миттєвий зворотний зв'язок створюють емоційно позитивний фон, що підсилює мотивацію до навчання.

Важливою психолого-педагогічною передумовою ефективного використання цифрових технологій є урахування принципів індивідуалізації та диференціації навчання, що є центральними положеннями сучасної дидактики. Індивідуалізація передбачає орієнтацію навчального процесу на унікальні особливості кожного учня — рівень його знань, темп мислення, стиль навчальної діяльності, тип сприйняття інформації, мотиваційні та емоційні чинники. Диференціація, у свою чергу, полягає в організації навчання через варіювання змісту, методів і форм роботи з різними групами учнів відповідно до їхніх освітніх потреб. [6]

Цифрові ресурси відкривають широкі можливості для реалізації цих принципів завдяки своїй гнучкості та адаптивності. В електронних освітніх платформах учитель може створювати завдання різних рівнів складності — від базових тренувальних до творчих і дослідницьких. Такі інструменти, як Classtime, LearningApps, Google Classroom, дозволяють автоматично налаштовувати варіанти завдань, забезпечуючи поступовий перехід від простого до складного. Учні отримують індивідуальний маршрут навчання, який відповідає їхнім поточним можливостям.

Окрім рівневої диференціації, цифрові платформи підтримують темпоральну гнучкість — учень може працювати у власному темпі, повертатися

до складних тем, переглядати відеопояснення або додаткові матеріали. Це особливо важливо для учнів, які потребують більше часу на осмислення матеріалу, та для тих, хто прагне рухатися швидше. Така організація навчання відповідає психологічним закономірностям засвоєння знань, адже кожен учень проходить індивідуальний шлях від сприйняття до осмислення і застосування. [10]

Використання адаптивних систем навчання (наприклад, SmartClass або Khan Academy) дає змогу виявляти слабкі місця в знаннях учнів і пропонувати персоналізовані підказки, пояснення чи тренувальні завдання. Це зменшує ризик відставання, формує позитивну самооцінку та відчуття успіху. Дослідження показують, що учні, які мають змогу працювати з адаптивними платформами, демонструють вищу внутрішню мотивацію й більшу стійкість до труднощів, оскільки бачать поступ у власних результатах і відчують контроль над процесом навчання.

З психолого-педагогічної точки зору, така форма роботи сприяє розвитку самостійності, відповідальності та саморегуляції. Учні навчаються планувати власну діяльність, розподіляти час, контролювати виконання завдань, оцінювати прогрес і вчасно вносити корективи. Ці уміння лежать в основі саморегульованого навчання — важливої складової компетентнісного підходу, що визначений у Державному стандарті базової середньої освіти (2020 р.). Саморегуляція тісно пов'язана з розвитком внутрішньої мотивації: коли учень усвідомлює, що успіх залежить від його зусиль, формується відчуття автономії та внутрішньої відповідальності за результат.

Таким чином, цифрові технології створюють педагогічно сприятливе середовище для реалізації принципів індивідуалізації та диференціації, адже дозволяють гнучко поєднувати колективну, групову та індивідуальну роботу, забезпечують різнорівневий і різнотемповий доступ до навчального матеріалу, стимулюють учнів до самостійного вибору траєкторії навчання. У результаті підвищується не лише академічна успішність, але й сформованість метапредметних компетентностей — уміння вчитися, планувати, аналізувати власні досягнення й оцінювати ефективність своєї діяльності.

З позицій педагогіки, ефективне застосування цифрових технологій базується на принципах активності, свідомості, наочності, доступності, системності та інтерактивності. Кожен із них у цифровому середовищі набуває нового змісту: активність реалізується через інтерактивні завдання та навчальні ігри; свідомість — через можливість учня самостійно керувати процесом навчання; наочність — завдяки мультимедійним моделям і візуалізації; системність — через логічну структуру цифрових курсів і поетапне подання матеріалу. [6]

Суттєвим чинником успішного використання цифрових технологій є також емоційно-психологічний комфорт учнів. Освітнє середовище має бути безпечним, доброзичливим і таким, що підтримує позитивну мотивацію. Дослідження показують, що застосування цифрових платформ, де учні можуть працювати у власному темпі, повторювати матеріал без страху помилки, позитивно впливає на впевненість у власних силах і знижує рівень навчальної тривожності.

Отже, психолого-педагогічні передумови ефективного використання цифрових ресурсів у навчанні математики полягають у створенні умов для активної пізнавальної діяльності, розвитку мотивації, урахуванні індивідуальних особливостей учнів, забезпеченні візуальної наочності, а також у зміні ролі вчителя як організатора цифрового навчального середовища. Саме врахування цих передумов робить використання цифрових технологій не самоціллю, а засобом розвитку особистості учня та підвищення ефективності математичної освіти.

1.3. Дидактичний потенціал цифрових технологій у формуванні математичних компетентностей

У сучасній педагогічній науці поняття дидактичного потенціалу розглядається як багатокomпонентна характеристика будь-якого засобу або технології навчання, що відображає його здатність забезпечувати досягнення цілей освіти, формування знань, умінь, навичок і компетентностей, а також створювати умови для розвитку пізнавальної активності, самостійності та

мотивації учнів. Інакше кажучи, дидактичний потенціал — це не просто технічні властивості навчального засобу, а сукупність його педагогічних можливостей, що забезпечують ефективне функціонування в освітньому процесі.

На думку українських дослідників [10, 11] дидактичний потенціал будь-якої технології визначається мірою, у якій вона реалізує основні дидактичні функції: інформаційну (передача й осмислення знань), мотиваційну (активізація навчальної діяльності), розвивальну (формування мислення, інтелектуальних і комунікативних умінь), контрольно-оцінювальну (зворотний зв'язок, рефлексія, самоконтроль) і виховну (розвиток особистісних якостей, культури мислення). Отже, чим ширше коло цих функцій може реалізувати певний освітній інструмент, тим більшим є його дидактичний потенціал.

У контексті цифрової освіти поняття дидактичного потенціалу набуває нового змісту. Воно охоплює здатність цифрових інструментів підсилювати навчальний процес завдяки інтерактивності, адаптивності, мультимедійності, швидкому зворотному зв'язку та можливості індивідуалізації навчання [9]. Цифрові технології створюють середовище, у якому учень не є пасивним споживачем інформації, а активно взаємодіє з матеріалом, досліджує явища, моделює процеси, формує власні висновки. Саме тому в науковій літературі дедалі частіше використовується поняття «активний дидактичний потенціал» — тобто потенціал, що реалізується лише в умовах активної пізнавальної діяльності учня.

Розглянутий теоретичний аспект поняття «дидактичний потенціал цифрових технологій» отримує переконливе підтвердження у численних емпіричних дослідженнях, проведених як в Україні, так і за кордоном. Сучасна педагогічна практика дедалі частіше спирається не лише на інтуїтивне використання цифрових інструментів, а на доказові підходи, що ґрунтуються на систематичних даних про ефективність технологій у формуванні навчальних результатів і компетентностей.

Аналіз наукових джерел свідчить, що більшість досліджень останніх десяти років фіксують стійку позитивну динаміку в академічній успішності, мотивації та когнітивному розвитку учнів, які навчаються з використанням

цифрових ресурсів. Метааналіз, проведений [1] є одним із наймасштабніших систематичних оглядів впливу цифрових технологій на результати навчання математики у школі. Автори проаналізували 74 емпіричні дослідження, виконані у різних країнах світу в період із 1990 по 2018 рр., які охопили понад 56 000 учнів від початкової до старшої школи. Для порівняння ефективності використовувалися стандартизовані тести з математики, що дозволило обчислити узагальнений ефект за показником Коена.

Загальний середній ефект склав $d = 0,33$, що за класифікацією Дж. Хетті та Р. Коена відповідає помірно високому впливу (середній приріст приблизно на 13–15 % у навчальних результатах порівняно з традиційним навчанням). Це означає, що учні, які працювали із цифровими технологіями, в середньому показували істотно вищі досягнення, ніж ті, хто навчався лише за підручником чи в умовах звичайного пояснювально-ілюстративного підходу.

Вагомі емпіричні підтвердження позитивного впливу цифрових технологій на результати навчання й емоційно-мотиваційну сферу учнів подані у метааналізі [1]. Метою дослідження було систематизувати наукові дані щодо використання цифрових ігор і гейміфікації у STEM-освіті, зокрема у навчанні математики, природничих наук, технологій та інженерії.

Метааналіз охопив понад 50 експериментальних і квазіекспериментальних досліджень, проведених у різних країнах світу (США, Канада, Китай, Фінляндія, Іспанія, Туреччина, Південна Корея тощо) у період 2010–2021 років. Загальна вибірка становила понад 12 000 учнів різних вікових груп (від початкової до старшої школи). Для обчислення інтегрованого ефекту використано коефіцієнт Хеджеса, що є точнішою мірою ефективності для вибірок різного розміру.

Результати показали, що впровадження гейміфікованих освітніх середовищ мало помітно позитивний ефект на навчальні результати та емоційно-поведінкові чинники учнів. Середній ефект варіював у межах $g = 0,55–0,84$, що за міжнародною шкалою інтерпретації вважається сильним впливом. Найвищі показники було зафіксовано у дослідженнях, де цифрові ігри інтегрувалися у зміст навчання математики або використовувалися як інструмент для

відпрацювання складних понять (наприклад, рівнянь, геометричних перетворень, алгоритмічних дій).

Ченг та співавтори довели, що цифрові ігри не лише підвищують когнітивні результати, але й істотно впливають на психологічні чинники успішності навчання. Зокрема, у 82 % проаналізованих досліджень спостерігалось зниження математичної тривожності, підвищення внутрішньої мотивації та інтересу до предмета. Автори пояснюють це тим, що гейміфіковані середовища створюють безпечну атмосферу для помилки, забезпечують позитивне підкріплення та дають змогу учням відчувати контроль над власним прогресом. [1]

В українському контексті уваги заслуговує дослідження Т. М. Засекіної. Метою дослідження було виявити педагогічну ефективність цифрових навчальних матеріалів у порівнянні з традиційними друкованими підручниками під час вивчення теми «Квадратні рівняння» у 7-му класі.

Дослідження мало експериментальний характер і проводилося протягом одного семестру у трьох закладах загальної середньої освіти Львівської та Київської областей. До участі було залучено понад 120 учнів, яких розподілили на контрольні (навчання за друкованими підручниками) та експериментальні групи (використання електронних підручників із мультимедійними елементами, інтерактивними завданнями та гіперпосиланнями на цифрові ресурси). [6]

Зміст електронного підручника включав не лише текстовий і графічний матеріал, але й анімаційні пояснення, відеофрагменти розв'язування типових задач, інтерактивні тренажери на основі LearningApps та самоперевірку через Google Forms. Основна увага приділялася темі «Квадратні рівняння» — розв'язування повних і неповних рівнянь, побудова графіків функцій виду $y = ax^2 + bx + c$, а також дослідження впливу коефіцієнтів на вигляд параболи.

Після завершення навчального циклу було проведено контрольне тестування з однаковим змістом для обох груп. Результати показали, що середній бал учнів експериментальної групи на 12 % перевищив показники контрольної, а кількість учнів, які досягли рівня «високий», зросла на 18 %. Окрім кількісних результатів, за допомогою анкетування за методикою мотиваційної оцінки

виявлено зростання інтересу до предмета математики: 74 % учнів зазначили, що електронний формат допомагає краще розуміти складні теми, а 68 % — що навчання стало цікавішим і більш «зрозумілим завдяки наочності».

У процесі дослідження також виявлено психологічні переваги використання цифрових матеріалів: зниження відчуття невпевненості при виконанні завдань, активізацію самостійної роботи та розвиток навичок самоконтролю. Учні зазначали, що можливість повернутися до відеопояснення чи виконати завдання повторно «без страху зробити помилку» зменшує напруження й сприяє глибшому засвоєнню матеріалу.

Отже, результати численних теоретичних і емпіричних досліджень доводять, що цифрові технології мають високий дидактичний і психологічний потенціал у навчанні математики. Вони забезпечують не лише підвищення академічних результатів, а й розвиток мотивації, пізнавальної активності та саморегуляції учнів, створюючи більш гнучке, адаптивне й емоційно комфортне освітнє середовище.

Інтерактивність, мультимедійність, швидкий зворотний зв'язок і можливість персоналізації навчання перетворюють цифрові ресурси з допоміжного засобу на інструмент формування ключових математичних компетентностей — аналітичного, логічного та просторового мислення, уміння моделювати та розв'язувати задачі в різних контекстах.

Розділ 2. Методика використання цифрових технологій при вивченні теми «квадратні рівняння»

2.1. Аналіз цифрових інструментів для вивчення алгебри

Інтеграція цифрових технологій у процес навчання алгебри зумовлена не лише потребою підвищити ефективність засвоєння навчального матеріалу, а й необхідністю формування в учнів математичної, цифрової та дослідницької компетентностей, визначених Державним стандартом базової середньої освіти (2020).

Сучасні цифрові інструменти відкривають широкі можливості для візуалізації абстрактних понять, моделювання, проведення експериментів та організації інтерактивної діяльності, що сприяє розвитку аналітичного, логічного та просторового мислення.

Нижче розглянемо найефективніші цифрові ресурси, які можуть бути використані під час вивчення теми «Квадратні рівняння», з урахуванням їх дидактичних можливостей та педагогічної доцільності.

GeoGebra: інтерактивна візуалізація та дослідження закономірностей

GeoGebra — це універсальне динамічне математичне середовище, яке поєднує геометрію, алгебру, статистику та аналіз у єдиному інтерактивному полі. У контексті навчання алгебри воно виступає потужним засобом візуалізації й дослідження функцій, дозволяючи учням у реальному часі бачити взаємозв'язок між аналітичним записом і графічним образом математичного об'єкта. [8]

Під час вивчення теми «Квадратні рівняння» GeoGebra дає змогу моделювати рівняння виду $y = ax^2 + bx + c$ і візуально спостерігати, як зміна коефіцієнтів a, b, c впливає на форму та положення параболи.

Учні можуть самостійно експериментувати, змінюючи значення параметрів за допомогою повзунків і миттєво бачити результат:

коефіцієнт a змінює напрям віток і ступінь розтягнення графіка;

коефіцієнт b — зумовлює зсув вершини по осі x ;

коефіцієнт c — відповідає за перетин з віссю Oy .

Такі експерименти сприяють глибокому розумінню структури рівняння і взаємозв'язку між його аналітичним та геометричним змістом. Учень не просто

запам'ятовує формули, а відкриває закономірності самостійно, що відповідає конструктивістському підходу до навчання.

Крім того, GeoGebra має інструменти для аналітичного розв'язування рівнянь, побудови таблиць значень, проведення символічних обчислень та створення динамічних демонстрацій, які вчитель може використовувати на уроці або під час дистанційного навчання.

Дидактичне значення GeoGebra полягає у поєднанні:

- наочності (візуалізація залежностей);
- інтерактивності (можливість дослідження змінних);
- діяльності (учень діє, а не лише спостерігає);
- формування дослідницьких і пізнавальних навичок.

GeoGebra особливо ефективна на етапах пояснення нового матеріалу та формування понятійного апарату.

Desmos: інструмент для графічного моделювання та експериментальної діяльності

Desmos є сучасною вебплатформою, призначеною для побудови графіків і математичного моделювання. Програма працює без необхідності встановлення на комп'ютер, через браузер, що робить її зручною для використання як під час очного, так і дистанційного навчання. На відміну від багатьох графічних калькуляторів, Desmos орієнтований насамперед на освітні цілі: інтерфейс простий і зрозумілий, а всі дії користувача одразу відображаються на екрані у вигляді динамічних змін графіка. Це дозволяє учням спостерігати взаємозв'язок між аналітичним записом і візуальним образом функції, а отже, краще розуміти сутність математичних залежностей. [9]

У процесі вивчення теми «Квадратні рівняння» Desmos дає змогу не лише побудувати графік функції $y = ax^2 + bx + c$, а й експериментувати зі значеннями коефіцієнтів. Учень може миттєво побачити, як змінюється положення та форма параболи: коефіцієнт a впливає на напрям і ширину її віток, b — на положення вершини, а c — на вертикальний зсув. Така можливість динамічного дослідження сприяє глибшому розумінню змісту рівняння, формує

вміння робити припущення, перевіряти їх і узагальнювати результати. Таким чином, Desmos стимулює розвиток аналітичного, алгоритмічного й просторового мислення учнів.

Важливою функцією Desmos є середовище **Activity Builder**, яке дозволяє вчителю створювати цілісні інтерактивні заняття. До кожного завдання можна додати запитання, короткі пояснення або інструкції, а також відстежувати відповіді учнів у реальному часі. Наприклад, під час уроку вчитель може запропонувати серію досліджень: спочатку учні спостерігають за параболою з різними коефіцієнтами, потім формулюють гіпотези щодо кількості коренів і, нарешті, узагальнюють результати у висновках про залежність кількості розв'язків від дискримінанта. Такий формат уроку наближає процес навчання до дослідницької діяльності, коли знання не просто повідомляються, а відкриваються самими учнями.

Перевагою Desmos є низький технічний бар'єр: навіть учні без спеціальної підготовки легко опановують основні функції програми. Це дозволяє інтегрувати її у традиційний урок як елемент пояснення, практичного тренування або перевірки знань. Крім того, Desmos має широкі можливості для індивідуалізації навчання: вчитель може створювати завдання різного рівня складності, а система відображає результати кожного учня окремо. Інтерфейс програми підтримує українську мову, є адаптивним до будь-яких пристроїв і зручним для учнів з різними освітніми потребами, що робить цей інструмент ефективним і в інклюзивному навчальному середовищі.

LearningApps: інтерактивні вправи для закріплення знань

Це безкоштовний інтерактивний ресурс, створений з метою допомогти педагогам розробляти вправи у форматі невеликих навчальних модулів, що стимулюють активну участь учнів у процесі засвоєння знань. Програма не вимагає спеціальної підготовки чи встановлення програмного забезпечення, що робить її зручною для використання як у класі, так і під час дистанційного навчання.

LearningApps пропонує широкий вибір шаблонів для створення завдань: тести, вікторини, вправи на встановлення відповідності, класифікацію, сортування, кросворди, пазли, таблиці, вправи з відкритими запитаннями тощо. Кожен із цих типів діяльності дозволяє реалізувати різні дидактичні цілі — від перевірки базових знань до розвитку вищих когнітивних умінь, таких як узагальнення, аналіз і синтез інформації. Особливість сервісу полягає у тому, що створені вправи одразу інтерактивні — учень отримує миттєвий зворотний зв'язок, який є важливою умовою формування оцінювання.

У контексті вивчення теми «Квадратні рівняння» LearningApps може бути використаний на різних етапах уроку: під час закріплення нового матеріалу, повторення, контролю знань або індивідуальної роботи. Учитель може створити вправи для класифікації рівнянь на повні, неповні та зведені, запропонувати завдання на встановлення відповідності між рівнянням і кількістю коренів, або на правильне заповнення пропусків у формулах, наприклад $D = b^2 - 4ac$. Такі завдання допомагають учням не лише тренувати обчислювальні навички, а й глибше розуміти логіку математичних перетворень і залежностей.

Важливим аспектом є можливість диференціації навчання. Учитель може створювати комплекти вправ різного рівня складності — від базових до розширених, що дає змогу враховувати індивідуальні навчальні потреби та темп роботи кожного учня. Це особливо актуально для інклюзивних класів, де навчальні завдання повинні бути адаптованими. LearningApps дозволяє задавати необмежену кількість спроб, що підтримує ідею навчання через помилку та формує вміння самокорекції.

Завдяки своїй простоті, гнучкості та доступності LearningApps може бути ефективним інструментом не лише для закріплення знань, а й для розвитку метапредметних компетентностей — самоконтролю, відповідальності, уміння працювати з інформацією та критично оцінювати результати. Використання таких ресурсів на уроках алгебри сприяє переходу від традиційної моделі навчання до інтерактивної, де учень стає активним учасником освітнього процесу, а не пасивним спостерігачем.

У підсумку можна стверджувати, що LearningApps — це ефективний дидактичний засіб, який поєднує елементи гри, самоконтролю й рефлексії. У темі «Квадратні рівняння» він допомагає учням систематизувати знання, перевірити рівень розуміння матеріалу та закріпити ключові поняття у доступній і цікавій формі. Такий підхід відповідає сучасним освітнім вимогам і забезпечує умови для формування стійкої мотивації до вивчення математики.

Classtime: контроль, моніторинг і формувальне оцінювання

Онлайн-платформа Classtime є одним із найзручніших інструментів для організації поточного й підсумкового оцінювання навчальних досягнень учнів. Вона поєднує можливості створення тестів, збирання результатів у реальному часі та автоматичного аналізу відповідей. Основна ідея платформи ґрунтується на принципах формувального оцінювання, тобто такого підходу, коли оцінка використовується не лише для контролю, а передусім для підтримки навчального процесу, з'ясування труднощів і планування подальших дій.

Classtime дає змогу вчителю створювати власні запитання або використовувати готові шаблони з бібліотеки, що охоплюють різні навчальні дисципліни. Інтерфейс інтуїтивно зрозумілий: тест може містити завдання з вибором правильної відповіді, коротким відкритим поясненням, числовими відповідями або варіантами “істина/хиба”. Після проходження тесту учні одразу бачать свої результати, а вчитель отримує детальну статистику: кількість правильних відповідей, найскладніші запитання, середній бал класу тощо. Такий підхід дає змогу швидко виявити прогалини у знаннях і своєчасно скорегувати навчальний процес.

У курсі алгебри, зокрема під час опрацювання теми «Квадратні рівняння», платформа є ефективним інструментом для перевірки розуміння ключових понять — дискримінанта, формули коренів, кількості розв'язків, класифікації рівнянь на повні та неповні. Учитель може проводити короткі діагностичні опитування після пояснення нового матеріалу, щоб визначити, чи всі учні засвоїли тему. Наприклад, тест може містити завдання на обчислення

дискримінанта, встановлення кількості коренів або співвіднесення рівняння з його графіком.

Однією з найбільш цінних можливостей Classtime є аналіз типових помилок. Система автоматично підсвічує запитання, у яких допущено найбільшу кількість неточностей, що дозволяє вчителю одразу побачити, з якими аспектами теми учні мають труднощі. Завдяки цьому оцінювання стає не лише засобом контролю, а й інструментом зворотного зв'язку, який допомагає коригувати навчання й підвищувати його ефективність.

Платформа також підтримує режим командної роботи, який особливо корисний під час узагальнення чи повторення матеріалу. Учні можуть об'єднуватися у невеликі групи та спільно шукати правильні відповіді. Така взаємодія сприяє розвитку комунікативної та соціальної компетентностей, формує навички аргументування, вміння домовлятися, критично оцінювати результати спільної діяльності.

Використання Classtime сприяє формуванню навичок самооцінювання й саморегуляції навчання. Учень має змогу порівняти свій теперішній результат із попередніми спробами, відстежити власний прогрес і зрозуміти, які теми потребують додаткового опрацювання. Це формує в ньому відповідальне ставлення до навчання й мотивує до самовдосконалення.

Kahoot і Quizizz: ігрова перевірка знань та мотивація

Ігрові цифрові платформи Kahoot і Quizizz є популярними інструментами для організації інтерактивних форм перевірки знань, що поєднують навчання з елементами гри. Їхнє використання на уроках математики, зокрема під час вивчення теми «Квадратні рівняння», створює динамічне навчальне середовище, у якому контроль знань сприймається не як формальна процедура, а як захопливий і мотивуючий процес.

Платформа Kahoot дозволяє проводити вікторини в режимі реального часу, коли учні змагаються між собою за швидкість і правильність відповідей. Гейміфікований формат передбачає нарахування балів, відображення таблиці лідерів, кольорову графіку та музику — усе це створює емоційно позитивну атмосферу, що підвищує зацікавленість і залученість учнів. Водночас система

надає можливість учителю відстежувати результати кожного учасника, бачити питання, які викликали найбільші труднощі, і проводити коротку рефлексію за підсумками гри.

Під час опрацювання теми «Квадратні рівняння» Kahoot доцільно використовувати для актуалізації знань або повторення матеріалу. Наприклад, на початку уроку можна провести коротку вікторину з попередніх тем («Квадрат числа», «Формули скороченого множення»), щоб підготувати учнів до сприйняття нового матеріалу. Наприкінці вивчення теми варто запропонувати тест із запитаннями на визначення дискримінанта, класифікацію рівнянь або розпізнавання графіків функцій. Така діяльність створює ефект змагання, сприяє швидкому повторенню та закріпленню теоретичних знань.

Quizizz має схожі функції, але працює переважно у форматі самостійного проходження тестів у зручному для учнів темпі. Платформа дозволяє створювати вікторини з варіантами відповідей, відкритими питаннями, вставками зображень, формул та графіків. Вона також автоматично формує зведення результатів, де вчитель може проаналізувати типові помилки. Однією з переваг Quizizz є можливість задавати домашні завдання, що робить його зручним засобом для дистанційного навчання або повторення матеріалу перед контрольною роботою.

Ігрова форма перевірки знань у Kahoot і Quizizz активізує увагу, підвищує пізнавальну активність і допомагає зняти психологічну напругу, пов'язану з традиційним тестуванням. Учні сприймають оцінювання як виклик або розвагу, що сприяє внутрішній мотивації до навчання. Психолого-педагогічний ефект цих інструментів полягає також у розвитку саморегуляції та рефлексії. Учні бачать свої результати одразу після кожного запитання, що спонукає до самокорекції. Підсумкова таблиця з балами дозволяє порівняти результати між учасниками, але при цьому зберігається доброзичлива атмосфера, що формує відчуття причетності та командного духу.

Окрім мотиваційної функції, Kahoot і Quizizz мають виражений дидактичний потенціал. Вони дають змогу повторювати й закріплювати навчальний матеріал, швидко перевіряти рівень засвоєння понять, проводити рефлексію наприкінці уроку. Використання коротких тестів допомагає вчителю

одержувати оперативний зворотний зв'язок і визначати, які питання потребують додаткового пояснення.

Таким чином, використання платформ Kahoot і Quizizz у навчанні алгебри дозволяє урізноманітнити форми роботи, зробити процес оцінювання більш відкритим і привабливим для учнів. Ігровий формат сприяє розвитку мотивації, швидкості мислення, уваги та впевненості у власних знаннях. У темі «Квадратні рівняння» такі інструменти ефективно поєднують навчання й розвагу, формуючи позитивне ставлення до математики та підтримуючи зацікавленість у подальшому вивченні предмета.

2.2. Зміст і структура теми «Квадратні рівняння» у шкільному курсі алгебри

Тема «*Квадратні рівняння*» є однією з ключових у шкільному курсі алгебри, оскільки саме в ній учні вперше стикаються з повноцінною системою алгебраїчних понять, що поєднує аналітичний, графічний і прикладний підходи до розв'язування задач. Вивчення цієї теми закладає основи для подальшого опанування розділів «Функції», «Раціональні та ірраціональні рівняння», «Квадратні нерівності», «Елементи математичного аналізу» та є важливою складовою формування логічного мислення, просторової уяви, навичок моделювання й узагальнення.

Відповідно до чинної Навчальної програми з математики для закладів загальної середньої освіти (НУШ, 2020), вивчення теми «Квадратні рівняння» передбачено у 8 класі, а окремі її елементи повторюються і розширюються у старшій школі (10 клас) у курсі алгебри та початків аналізу. Загальний обсяг часу, відведений на вивчення теми, становить орієнтовно 10–12 навчальних годин, залежно від типу закладу освіти та навчального плану.

Основна мета вивчення теми — сформувати в учнів уявлення про квадратне рівняння як один із базових об'єктів алгебри, навчити застосовувати різні способи його розв'язування, інтерпретувати результати та застосовувати їх у практичних ситуаціях.

Структура теми та зміст навчального матеріалу

Структура теми вибудована за принципом системного розгортання змісту: від засвоєння базових понять і властивостей квадратного рівняння до опанування узагальнених способів його розв'язування та аналізу результатів.

Поняття квадратного рівняння

Учні знайомляться з узагальненим видом рівняння $ax^2 + bx + c = 0$, його коефіцієнтами, поняттям зведеного рівняння, а також відмінністю між повними й неповними квадратними рівняннями. На цьому етапі важливо сформувати понятійний апарат і навчити учнів розпізнавати структуру рівняння.

Розв'язування неповних квадратних рівнянь

Розглядаються випадки, коли $b = 0$, $c = 0$, або $b = c = 0$. Тут формуються базові навички алгебраїчних перетворень, використовується метод виокремлення спільного множника та рівняння виду $x^2 = k$.

Формула коренів квадратного рівняння

Учні виводять і засвоюють формулу $x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a}$, де $D = b^2 - 4ac$ — дискримінант. Важливим є усвідомлення того, що кількість коренів залежить від знаку дискримінанта.

Графічна інтерпретація коренів

Проводиться паралель між аналітичним розв'язуванням і графічним способом. Учні вивчають зв'язок між кількістю коренів рівняння та точками перетину параболи $y = ax^2 + bx + c$ з віссю абсцис. Саме на цьому етапі особливо доцільно використовувати цифрові засоби (GeoGebra, Desmos), що дозволяють візуально спостерігати зміну графіка при різних значеннях коефіцієнтів.

Практичне застосування квадратних рівнянь

Здійснюється перехід від формальних дій до змістових задач, пов'язаних із реальними ситуаціями: рухом, відстанню, фізичними та економічними моделями. Формуються міжпредметні зв'язки між математикою, фізикою, економікою та інформатикою.

Очікувані результати навчання з теми «Квадратні рівняння» передбачають досягнення учнями цілісного розуміння сутності цього алгебраїчного поняття, формування вмінь і навичок його застосування, а також розвиток математичного, логічного та цифрового мислення. У процесі вивчення теми учні мають навчитися розпізнавати квадратне рівняння серед інших видів алгебраїчних рівнянь, визначати його коефіцієнти, виділяти повні, неповні та зведені рівняння, а також встановлювати зв'язки між елементами рівняння і властивостями його графіка. Важливим результатом є також формування вміння обирати оптимальний спосіб розв'язування задач залежно від структури рівняння — аналітичним, графічним або комбінованим методом.

Учні повинні опанувати декілька способів розв'язування квадратних рівнянь: за допомогою формули коренів, через розкладання на множники або піднесення до квадрату, а також графічним методом — через побудову параболи, що описує функцію $y = ax^2 + bx + c$. Засвоївши ці способи, учні вчать не лише механічно виконувати обчислення, а й розуміти логіку кожної дії, перевіряти правильність результатів і пояснювати їх математичний зміст.

Особливе значення у вивченні теми має формування здатності пояснювати взаємозв'язок між аналітичним і графічним способами подання рівнянь. Учень повинен розуміти, що зміна коефіцієнтів a, b, c у рівнянні $ax^2 + bx + c = 0$ впливає на вигляд параболи, її напрям віток, положення вершини та кількість точок перетину з віссю Ox . Цей взаємозв'язок є фундаментальним для формування цілісного математичного мислення, оскільки розвиває вміння переходити від числового й символічного рівня подання інформації до візуального.

Не менш важливою частиною очікуваних результатів є формування в учнів навичок рефлексії та оцінювання власної діяльності. Учні мають навчитися оцінювати правильність і доцільність обраного способу розв'язування, усвідомлювати свої типові помилки та шукати способи їх виправлення. Це сприяє розвитку критичного мислення, самостійності та відповідальності за результат навчальної роботи.

Зміст теми «Квадратні рівняння» також спрямований на формування ключових компетентностей, визначених Державним стандартом базової середньої освіти (2020). Насамперед це математична компетентність, яка проявляється у здатності оперувати символами, формулами, виразами, будувати логічні міркування, аналізувати залежності між величинами та робити обґрунтовані висновки. У процесі навчання розвивається також інформаційно-цифрова компетентність, що полягає в умінні використовувати цифрові інструменти для візуалізації, моделювання, обчислень і самоконтролю.

Крім того, у межах теми активно формується пізнавальна та дослідницька компетентність: учні навчаються висувати припущення щодо властивостей рівнянь, перевіряти їх експериментально — наприклад, змінюючи коефіцієнти у цифрових моделях і спостерігаючи результати, — та формулювати власні висновки. Саме дослідницька діяльність у цифровому середовищі перетворює учня з пасивного виконавця в активного учасника процесу пізнання, що відповідає сучасним дидактичним принципам діяльнісного та компетентнісного підходів.

Попри важливе місце теми «Квадратні рівняння» у курсі алгебри, педагогічна практика та результати численних досліджень свідчать, що засвоєння цього розділу викликає у школярів значні труднощі. Вони зумовлені як абстрактним характером алгебраїчних понять, так і недостатньо глибоким розумінням взаємозв'язку між символічним, графічним і практичним рівнями представлення математичних знань.

Однією з найпоширеніших проблем є формальне запам'ятовування формул без розуміння їхнього змісту. Багато учнів механічно застосовують формулу коренів $x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a}$, не усвідомлюючи її логічного виведення з рівняння виду $ax^2 + bx + c = 0$. Через це знижується здатність до самостійного вибору способу розв'язування: замість аналізу структури рівняння учні намагаються «підставити числа у формулу», що перетворює навчання на репродуктивну діяльність.

Ще однією типовою труднощами є помилки під час обчислення дискримінанта. Учні нерідко плутають порядок дій або знаки при піднесенні до квадрату, неправильно застосовують формулу $D = b^2 - 4ac$, не розуміючи, що дискримінант — це не просто проміжне обчислення, а показник кількості коренів рівняння. Це свідчить про дефіцит аналітичного мислення й потребує особливої уваги під час навчання.

Проблеми виникають також при усвідомленні зв'язку між аналітичним і графічним способами розв'язування. Учням складно зрозуміти, що корені рівняння відповідають точкам перетину графіка параболи з віссю Ox , а зміна коефіцієнтів a, b, c безпосередньо впливає на форму та положення цієї параболи. Нерідко школярі сприймають графік як ілюстрацію, а не як інструмент для аналізу та підтвердження результату, тому інтеграція графічних і цифрових засобів навчання (GeoGebra, Desmos) є важливим шляхом подолання цієї труднощі.

Певні складнощі пов'язані з недостатньою сформованістю операційного мислення, зокрема з умінням виділяти спільний множник, розкладати вирази на множники, виконувати піднесення до квадрату двочленів. Учні часто не вміють відокремити другорядні дії від основних і не розуміють, як перетворення сприяють наближенню до розв'язку. Це призводить до механічного виконання алгоритмів без осмислення логіки розв'язування.

2.3. Методика поетапного використання цифрових технологій під на уроках математики

Ефективне використання цифрових технологій у навчальному процесі потребує не лише обґрунтованого добору інструментів, а й продуманого включення їх у структуру уроку. Для того щоб цифрові ресурси не перетворювалися на фрагментарні елементи або зовнішні додатки, їх необхідно інтегрувати в кожен етап діяльності учителя й учнів. Це дозволяє забезпечити як системне опрацювання змісту, так і формування цифрової, математичної та пізнавальної компетентностей. У цьому підпункті розглянуто методику

поетапного застосування цифрових технологій відповідно до традиційної структури уроку математики: організаційний етап, перевірка та корекція знань, актуалізація опорних знань, засвоєння нового матеріалу, закріплення та узагальнення, домашнє завдання та підбиття підсумків.

Організаційний етап

На початку уроку важливо створити сприятливу психологічну атмосферу й налаштувати учнів на роботу. Цифрові технології можуть виконувати мотивувальну, організаційну та комунікативну функції. Зокрема, використання сервісу Mentimeter дає можливість швидко зібрати очікування учнів від уроку у формі хмари слів. Це сприяє активізації уваги, залученню кожного учня та створює відчуття співучасті.

Крім того, платформа ClassroomScreen допомагає візуально організувати початок уроку: QR-код із посиланням на необхідні матеріали, таймер, список обладнання. Учні можуть за кілька секунд перейти до цифрової дошки або тесту, просто відсканувавши код телефоном. Такий підхід економить час, формує організованість і водночас демонструє реальні способи використання цифрових технологій у щоденній діяльності.

Перевірка та корекція опорних знань

Перш ніж переходити до опрацювання теми «Квадратні рівняння», необхідно переконатися, що учні володіють опорними знаннями: квадратами чисел, формулами скороченого множення, умінням розв'язувати лінійні рівняння, навичками роботи з виразами. Цифрові інструменти на цьому етапі значно скорочують час на діагностику й дозволяють отримати миттєвий аналітичний зворотний зв'язок.

Платформи Kahoot і Quizizz дозволяють швидко провести коротку діагностичну вікторину з 5–7 запитань. Наприклад: «Чому дорівнює $(x + 4)^2$?», «Обчисліть квадрат числа 13», «Розв'яжіть рівняння $2x - 7 = 5$ ». При цьому учні змагаються між собою, що створює позитивний емоційний фон і підвищує зацікавленість.

Для глибокої діагностики доцільно використовувати платформу Classtime, яка не лише фіксує відповіді учнів, а й надає статистику щодо типових помилок. Наприклад, учитель може помітити, що 40 % класу неправильно застосовують формулу квадрата суми або нерозуміють порядок дій під час піднесення до квадрату. Це дозволяє вчасно внести корекційні пояснення. Додатково може застосовуватися сервіс LearningApps, де учні виконують вправи з відповідністю типу *«співстав формулу скороченого множення з її розгорнутим варіантом»*.

Таким чином, цифрові інструменти забезпечують швидку й точну діагностику, дозволяють коригувати помилки одразу, а не після перевірки письмових робіт.

Актуалізація опорних знань

Цей етап спрямований на підведення учнів до нового матеріалу — усвідомлення необхідності вивчення квадратних рівнянь та встановлення зв'язку з тим, що вони вже знають. Цифрові інструменти допомагають організувати діяльність так, щоб учні самостійно відкривали математичні закономірності.

Зокрема, програма GeoGebra дозволяє наочно продемонструвати графік функції $y = x^2$ і модифікувати його, додаючи члени bx та c . Учитель може показати, як змінюється вершина параболи, як вона піднімається або опускається, зміщується ліворуч чи праворуч залежно від коефіцієнтів. Учні роблять перші припущення: чому один графік перетинає вісь Ox , а інший — ні. Це готує ґрунт для введення понять «корені квадратного рівняння» та «дискримінант».

У середовищі Desmos можна запропонувати учням виконати завдання передбачення: *«Подивись на графік і визнач, чи має рівняння корені»*. Учні змінюють коефіцієнти й методом спостереження доходять до висновку, що кількість коренів залежить від взаємного розташування параболи та осі абсцис.

Засвоєння нового матеріалу

На цьому етапі відбувається формування понять «квадратне рівняння», «дискримінант», «формула коренів», а також опанування методів розв'язування

рівнянь. Це один із найважливіших етапів, що максимально виграє від використання цифрових засобів.

У програмі GeoGebra учитель створює модель рівняння $y = ax^2 + bx + c$ із повзунками для коефіцієнтів. Учні бачать, як зміна коефіцієнта a впливає на форму параболи (вужча, ширша, перевернута), зміна b — на розташування вершини, а зміна c — на перетин із віссю Oy . Учитель підводить учнів до відкриття: кількість розв'язків рівняння залежить від кількості перетинів параболи з віссю Ox .

На основі цієї візуальної моделі вводиться поняття дискримінанта. Учні одразу бачать:

- якщо парабола перетинає вісь у двох точках — дискримінант додатний;
- якщо торкається — дискримінант дорівнює нулю;
- якщо не перетинає — дискримінант від'ємний.

У програмі Desmos Classroom можна створити інтерактивний урок, де учні працюють у власному темпі: вводять різні рівняння, аналізують графіки, роблять висновки щодо кількості коренів, знаходять значення параметрів, за яких рівняння має один корінь.

Для пояснення формули коренів ефективним є використання Edpuzzle, де відео супроводжується інтерактивними паузами й запитаннями. Це полегшує розуміння логіки перетворень.

Закріплення та узагальнення знань

Після вивчення нового матеріалу важливо забезпечити його відпрацювання й систематизацію. Цифрові технології дозволяють організувати закріплення на різних рівнях складності — від репродуктивних вправ до дослідницьких завдань.

Середовище LearningApps надає можливість створити вправи на обчислення дискримінанта, визначення кількості коренів, класифікацію рівнянь. Вправи типу «знайди помилку» сприяють формуванню критичного мислення.

У Classtime учитель може створити тематичний тренувальний блок: алгоритмічні завдання на обчислення коренів, завдання на встановлення відповідності між рівнянням і графіком, завдання на логічний вибір правильної

відповіді. Аналітика платформи підказує, які завдання виконано найгірше, і дає змогу швидко скоригувати подальше навчання.

У GeoGebra Classroom учні виконують міні-проект: будують параболи для трьох типів дискримінанта, порівнюють їх і формують висновки.

Таким чином, цифрові ресурси дозволяють організувати індивідуальну та групову роботу, систематизувати знання та забезпечити якісне формувальне оцінювання.

Домашнє завдання

Домашня робота може містити як класичні задачі, так і творчі завдання з використанням цифрових інструментів. Наприклад, у Quizizz Homework учень проходить адаптивний тест, де рівень складності зростає поступово: від визначення виду рівняння — до складних задач з параметром.

У Desmos учням можна запропонувати побудувати власну параболу та придумати до неї задачу: *«Опиши рівняння, для якого графік має два корені, і поясни, чому саме так.»*

У GeoGebra домашнім може бути завдання побудувати три параболи — для випадків $D > 0$, $D = 0$, $D < 0$. Учні зберігають свої побудови та завантажують у Google Classroom.

Такий підхід робить домашню роботу більш гнучкою, доступною та такою, що відповідає різним рівням підготовки учнів.

Підбиття підсумків уроку

Цей етап має важливе психолого-педагогічне значення, оскільки сприяє усвідомленню результатів навчальної діяльності. Цифрові інструменти роблять етап рефлексії більш виразним і змістовним.

У сервісі Mentimeter учні відповідають на запитання: *«Три речі, які я сьогодні зрозумів.»* Відповіді автоматично формуються у вигляді хмари слів або графіка.

У Padlet учні можуть залишити анонімні нотатки у двох колонках: «Мене здивувало» та «Потрібно повторити».

У Classtime учитель ставить відкрите запитання: *«Поясніть власними словами, що означає дискримінант квадратного рівняння.»* Це дозволяє оцінити глибину розуміння учнями ключового поняття теми.

Цифрові інструменти на етапі підбиття підсумків сприяють розвитку рефлексивних навичок, саморегуляції, критичного мислення та позитивного ставлення до математики.

Поетапне використання цифрових технологій під час вивчення теми «Квадратні рівняння» забезпечує органічне поєднання традиційної методики та сучасних можливостей цифрового середовища. Така методика відповідає сучасним вимогам шкільної математичної освіти, компетентнісному підходу та Концепції розвитку цифрової компетентності громадян України, формуючи в учнів готовність до ефективної роботи в цифровому середовищі.

Розділ 3. Практичні рекомендації та кейси інтеграції цифрових технологій у навчання квадратних рівнянь

3.1. Методична розробка уроку «Квадратні рівняння: Означення та види» із застосуванням моделі «Перевернутий клас»

Ця методична розробка демонструє інтеграцію цифрових технологій для оптимізації початкового етапу вивчення ключової теми шкільного курсу алгебри. Для цього уроку обрано модель змішаного навчання «Перевернутий клас» (Flipped Classroom). Це дозволяє перенести первинне засвоєння теорії у домашнє середовище, звільняючи час уроку для інтенсивної практичної роботи, діагностики та індивідуальної підтримки, що значно підвищує ефективність навчального процесу. Загальна інформація та дидактична мета.

Тема уроку: «Квадратні рівняння: Означення, види та методи розв'язання неповних рівнянь». Урок належить до типу уроків засвоєння нових знань та формування початкових умінь.

Дидактична мета має потрійний характер. Освітня мета полягає у формуванні стійкого поняття квадратного рівняння, здатності ідентифікувати його коефіцієнти a , b , c , класифікувати рівняння на повні та неповні, а також систематизувати методи розв'язання неповних квадратних рівнянь. Розвивальна мета націлена на розвиток навичок самостійної роботи, аналізу інформації з цифрових джерел, оперативного самоконтролю та взаємодії в цифровому освітньому середовищі. Виховна мета сприяє формуванню відповідального ставлення до навчання та цифрової культури. Урок сприяє формуванню математичної, інформаційно-комунікаційної та соціальної компетентностей.

Обґрунтування вибору цифрових технологій

Для реалізації моделі «Перевернутий клас» обрано три ключові цифрові інструменти: YouTube, Google Forms та LearningApps. YouTube (або інший відеохостинг) використовується для асинхронної подачі теоретичного матеріалу. Це є сутністю «Перевернутого класу»: учень самостійно, у власному темпі (з можливістю паузи та повторного перегляду), засвоює базові означення вдома.

Google Forms слугує інструментом для вхідної діагностики та оперативного зворотного зв'язку. Виконання міні-тесту (5 питань) після перегляду відео дозволяє вчителю за допомогою автоматичного звіту швидко ідентифікувати типові помилки класу (наприклад, нерозуміння того, що b або c можуть дорівнювати нулю). Ця інформація використовується для персоналізації початку уроку. LearningApps інтегрується для інтерактивної актуалізації знань. Застосування вправи «Сортування рівнянь» підвищує інтерактивність та ігрофікацію етапу повторення, сприяючи швидкому, візуальному закріпленню базових означень та класифікації. Етапи уроку та інтеграція цифрових інструментів

Урок ділиться на два основні етапи: підготовчий (асинхронний) та основний (синхронний).

I. Підготовчий етап (Вдома)

За 1-2 дні до уроку вчитель надає учням посилання на авторське або підібране YouTube-відео (до 7 хвилин), де детально пояснюються означення квадратного рівняння, його стандартний вигляд $ax^2 + bx + c = 0$ та типи неповних рівнянь. Після перегляду учні самостійно виконують вхідний міні-тест у Google Forms.

Приклад питань для тесту

Питання 1. Стандартний вигляд

Тип: Множинний вибір (або Коротка відповідь)

Формулювання: Який вигляд має квадратне рівняння у стандартній формі?

А) $ax + b = 0$

Б) $ax^2 + bx + c = 0$

В) $ax^2 + b = 0$

Г) $x^2 + px + q = 0$

Правильна відповідь: Б) $ax^2 + bx + c = 0$

Питання 2. Визначення коефіцієнта a

Тип: Коротка відповідь (число)

Формулювання: Вкажіть коефіцієнт a у рівнянні: $4x^2 - 3x + 10 = 0$.

Правильна відповідь: 4

Питання 3. Визначення коефіцієнта b

Тип: Коротка відповідь (число)

Формулювання: Вкажіть коефіцієнт b у рівнянні: $2x^2 - 5 = 0$. (Це питання перевіряє розуміння неповних рівнянь, де $b = 0$).

Правильна відповідь: 0

Питання 4. Визначення коефіцієнта c

Тип: Коротка відповідь (число)

Формулювання: Вкажіть коефіцієнт c у рівнянні: $x^2 + 8x = 0$. (Це питання перевіряє розуміння неповних рівнянь, де $c = 0$).

Правильна відповідь: 0

Питання 5. Класифікація рівняння

Тип: Множинний вибір

Формулювання: Яким типом є рівняння $4x^2 - 16 = 0$ з точки зору повноти?

- А) Зведене квадратне рівняння
- Б) Повне квадратне рівняння
- В) Неповне квадратне рівняння
- Г) Лінійне рівняння

Правильна відповідь: В) Неповне квадратне рівняння

Результати цього тесту є для вчителя основним показником готовності класу та інструментом для фокусування уваги на уроці.

II. Основний етап (На уроці)

Урок починається з актуалізації знань та діагностики (10 хв). Вчитель, базуючись на аналізі звіту Google Forms, швидко проводить фронтальну корекцію, зосереджуючись виключно на проблемних моментах, виявлених тестом (наприклад, визначення коефіцієнтів у незвичних записах рівнянь). Далі для ігрової перевірки учням пропонується виконати інтерактивну вправу «Сортування рівнянь» у LearningApps. Учні мають швидко перетягнути рівняння у відповідні категорії: «повні», «неповні ($b=0$)» або «неповні ($c=0$)». На етапі систематизації знань і вмінь (15 хв) організовується групова робота. Клас ділиться на малі групи, і кожна група отримує блок неповних квадратних рівнянь

для розв'язання різними методами (винесення спільного множника, розкладання на множники). Робота виконується синхронно у спільному електронному документі (Google Docs) або на інтерактивній дошці Miro.

Учні вводять свої розв'язки в режимі реального часу, а вчитель виступає як координатор, надаючи миттєві письмові коментарі та корекцію безпосередньо у документі.

Етап закріплення та рефлексії (15 хв) завершується підсумковим контролем. Учні виконують «Вихідний квиток» (Exit Ticket) у Classtime – короткий, обмежений у часі тест на 5 питань, який остаточно перевіряє засвоєння ключових понять. Завершується урок рефлексією на платформі Padlet, де учні анонімно залишають стікери із відповідями на питання: «Що було найцікавішим?» або «Один новий термін, який я сьогодні засвоїв».

Методичні рекомендації та очікувані результати

Ключова перевага цього уроку полягає в економії часу завдяки моделі «Перевернутий клас» та використання аналітичної функції Google Forms для персоналізації початку уроку. Застосування LearningApps та Classtime підвищує рівень цифрової компетентності учнів.

Очікувані результати: учні не лише засвоюють означення квадратного рівняння та його види, але й формують уміння ефективно використовувати онлайн-платформи для навчання, самоконтролю та колективної роботи. Це досягається завдяки перетворенню пасивного сприйняття теорії на активну, керовану практичну діяльність.

3.2. Методична розробка уроку «Формула коренів квадратного рівняння» із застосуванням уроку-дослідження

Ця розробка спрямована на формування глибокого розуміння учнями взаємозв'язку між коефіцієнтами квадратного рівняння та кількістю його коренів. Ключовим методом є урок-дослідження, реалізований за допомогою візуалізації динамічних моделей у середовищі GeoGebra або Desmos.

Загальна інформація та дидактична мета

Тема уроку: «Формула коренів квадратного рівняння. Дискримінант». Тип уроку — урок засвоєння нових знань та формування вмінь.

Дидактична мета має дослідницьку спрямованість. Освітня мета полягає у виведенні та засвоєнні формули коренів квадратного рівняння; формуванні поняття дискримінанта та встановленні залежності кількості коренів від його значення ($D > 0$, $D = 0$, $D < 0$). Розвивальна мета націлена на розвиток навичок наукового дослідження, критичного мислення, вміння аналізувати динамічні моделі та робити обґрунтовані висновки.

Обґрунтування вибору цифрових технологій

Для цього уроку обрано дві ключові платформи, що забезпечують візуальне та інтерактивне навчання:

1. GeoGebra (або Desmos): Це основний інструмент. Динамічна математична програма дозволяє створити інтерактивну модель параболи $y = ax^2 + bx + c$. Учні, пересуваючи слайдери, які відповідають коефіцієнтам a , b , c , можуть візуально дослідити, як змінюється положення параболи та кількість точок перетину з віссю Ox (коренів). Це дає змогу учням самотійно, емпіричним шляхом, відкрити роль дискримінанта до того, як буде виведена його формула.
2. Classtime (або аналогічна платформа): Використовується для поетапного контролю та корекції знань. Система дозволяє створювати завдання, де учні вводять спочатку значення дискримінанта, а лише потім — корені. Це забезпечує вчителю можливість оперативно виявити помилки в обчисленнях D та коригувати їх до того, як учень почне шукати корені.

Етапи уроку та інтеграція цифрових інструментів

Урок побудований за схемою уроку-дослідження, де основний час приділяється самотійній експериментальній роботі учнів.

I. Мотиваційний етап (Актуалізація)

Урок розпочинається з постановки проблеми: як знайти корені повного квадратного рівняння, якщо його не можна розкласти на множники. Вчитель демонструє на екрані GeoGebra-модель параболи. Він змінює коефіцієнти, демонструючи випадки, коли парабола перетинає вісь Ox двічі, один раз або не

перетинає взагалі. Це створює інтригу та візуально підтверджує, що кількість коренів може бути різною.

II. Дослідницький етап (Виведення формули)

Клас отримує завдання для самостійного дослідження у середовищі GeoGebra.

1. Учні отримують алгоритм дій і доступ до моделі. Їхнє завдання: фіксувати значення коефіцієнтів a , b , c та відповідну кількість коренів, що відображається графічно.
2. Через 5-7 хвилин роботи вчитель спрямовує увагу на вираз під коренем, який пізніше буде названий дискримінантом. Учні емпірично формулюють правило:
 - Якщо вираз $b^2 - 4ac$ додатний, то коренів два (графік перетинає вісь двічі).
 - Якщо $b^2 - 4ac$ дорівнює нулю, то корінь один (графік торкається осі).
 - Якщо $b^2 - 4ac$ від'ємний, то коренів немає (графік не перетинає осі).

Після цього проводиться фронтальне виведення загальної формули коренів, де вираз $b^2 - 4ac$ позначається як D (дискримінант).

III. Формування вмінь і навичок (Закріплення)

На цьому етапі учні переходять до практики розв'язування рівнянь із застосуванням формули, використовуючи платформу Classtime.

1. Завдання структуровані поетапно. Спочатку учень має ввести значення дискримінанта. Якщо значення хибне, система надає миттєвий зворотний зв'язок, і учень може виправити помилку до того, як перейде до пошуку коренів.
2. Це дозволяє вчителю проводити оперативну корекцію і запобігає множинним помилкам, спричиненим хибним обчисленням D .
3. Завдання включають приклади на всі три випадки ($D > 0$, $D = 0$, $D < 0$).

IV. Рефлексія та контроль

Наприкінці уроку учні можуть пройти швидкий тест на класифікацію рівнянь за кількістю коренів (не розв'язуючи їх повністю, а лише обчислюючи D). Для рефлексії може бути використана функція Короткі запитання у Classtime або

Google Forms, де учні відповідають на запитання: «Чому дискримінант отримав таку назву?».

Методичні рекомендації та очікувані результати

Використання GeoGebra дозволяє перетворити абстрактний математичний матеріал на конкретний та зрозумілий динамічний образ, що є значною перевагою перед традиційним підходом. Учитель виступає як науковий керівник, а не як джерело інформації, сприяючи розвитку дослідницької компетентності учнів.

Очікувані результати: учні не лише знають формулу коренів, але й розуміють роль кожного елемента у ній, можуть візуально пояснити зв'язок між знаком дискримінанта та кількістю коренів, а також здатні поетапно застосовувати формулу з використанням цифрових засобів для самоконтролю.

3.2. Методична розробка уроку «Теорема Вієта» із застосуванням ігрофікації та диференціації

Ця розробка призначена для формування вмінь та навичок застосування теореми Вієта для розв'язування зведених квадратних рівнянь, перевірки коренів та складання рівнянь за заданими коренями. Ключовим акцентом є диференціація навчальних завдань через цифрові платформи та елементи ігрофікації.

Загальна інформація та дидактична мета

Тема уроку: «Теорема Вієта та обернена до неї теорема».

Тип уроку — урок формування вмінь і навичок (закріплення та узагальнення).

Дидактична мета спрямована на практичне застосування. Освітня мета полягає у засвоєнні формулювань прямої та оберненої теореми Вієта, відпрацюванні навичок усного підбору коренів зведених квадратних рівнянь та складання рівнянь за коренями. Розвивальна мета націлена на розвиток логічного

мислення, швидкості обчислень, а також навичок самостійного навчання та самоконтролю в умовах ігрового змагання.

Обґрунтування вибору цифрових технологій

Для забезпечення ефективного закріплення та диференціації обрано такі інструменти:

1. Kahoot! (або Quizizz): Використовується для ігрофікації етапу перевірки знань та усного розв'язання рівнянь. Завдання виконуються на швидкість, що підвищує мотивацію та створює змагальний ефект.
2. Google Docs (або Miro): Застосовується на етапі «відкриття» теореми Вієта. Спільна робота над документом дозволяє учням кооперативно знаходити закономірність між коренями та коефіцієнтами, що перетворює вивчення теореми на логічне відкриття.
3. Classtime (з функцією диференціації): Використовується для індивідуалізації завдань. Учитель може призначати різні набори завдань (базовий, підвищений) залежно від рівня підготовки учнів, забезпечуючи, щоб кожен учень працював у своїй зоні найближчого розвитку.

Приклади завдань:

Для етапу перевірки знань та актуалізації навичок усного рахунку доцільно використовувати завдання, що потребують швидкої уваги та обчислень.

Питання 1. Визначення коефіцієнта

У рівнянні

$$x^2 - 5x + 6 = 0,$$

чому дорівнює коефіцієнт p ?

Варіанти відповідей:

А) 1 Б) -5 В) 6 Г) 5

Правильна відповідь: Б) -5

Питання 2. Дискримінант

Скільки коренів має рівняння, якщо

$$D = 49?$$

Варіанти відповідей:

А) Жодного Б) Один В) Два Г) Три

Правильна відповідь: В) Два

Питання 3. Неповне рівняння

Знайдіть корені рівняння

$$x^2 - 9 = 0.$$

Варіанти відповідей:

А) ± 3 Б) 3 В) -3 Г) ± 9

Правильна відповідь: А) ± 3

Питання 4. Теорема Вієта — сума коренів

Знайдіть суму коренів рівняння

$$x^2 + 7x + 10 = 0.$$

Варіанти відповідей:

А) 10 Б) 7 В) -7 Г) -10

Правильна відповідь: В) -7

Питання 5. Теорема Вієта — добуток коренів

Чому дорівнює добуток коренів рівняння

$$x^2 - 4x - 5 = 0?$$

Варіанти відповідей:

А) -5 Б) 4 В) -4 Г) 5

Правильна відповідь: А) -5

Питання 6. Застосування Вієта

Один з коренів рівняння

$$x^2 - 6x + 8 = 0$$

дорівнює 4. Знайдіть інший.

Варіанти відповідей: А) 1 Б) 2 В) 4 Г) -2

Правильна відповідь: Б) 2

Питання 7. Обернена задача Вієта

Яке рівняння має корені

$$x_1 = 1, x_2 = 3?$$

Варіанти відповідей: А) $x^2 - 4x + 3 = 0$ Б) $x^2 + 4x + 3 = 0$ В) $x^2 - 3x + 4 = 0$ Г) $x^2 - 4x - 3 = 0$

Правильна відповідь: А) $x^2 - 4x + 3 = 0$

Етапи уроку та інтеграція цифрових інструментів

I. Перевірка ДЗ та актуалізація (Ігрофікація)

Урок розпочинається з швидкого контролю знань з теми «Формула коренів» у форматі змагання на платформі Kahoot! або Quizizz. Учні, використовуючи смартфони, відповідають на 5-7 питань, які вимагають швидкого усного обчислення дискримінанта та коренів. Це дозволяє вчителю швидко діагностувати готовність учнів до нової теми та одразу занурити їх у змагальний процес.

II. Мотивація та відкриття Теорема Вієта (Кооперативне навчання)

На цьому етапі учні самостійно відкривають закономірність. Клас ділиться на пари або малі групи, і їм надається доступ до спільного електронного документа (Google Docs).

1. У документі вже є заповнена таблиця з 3-4 зведеними квадратними рівняннями та їхніми розв'язаними коренями (отриманими за формулою).
2. Завдання учнів: самостійно обчислити суму та добуток коренів для кожного рівняння та ввести результати у відповідні колонки таблиці.
3. Після завершення роботи вчитель візуально виділяє кольором в документі стовпці із сумою та добутком, демонструючи прямий зв'язок між цими значеннями та коефіцієнтами b та c зведеного рівняння $x^2 + bx + c = 0$. Це перетворює засвоєння теореми на логічний висновок.

III. Формування вмінь і навичок (Диференціація)

Цей етап є ключовим і реалізується через диференціацію завдань у Classtime:

1. Група А (Базовий рівень): Отримує завдання на пряме застосування теореми (усний підбір коренів, перевірка коренів). Акцент робиться на швидкості та точності.

2. Група Б (Підвищений рівень): Отримує обернені завдання (складання квадратних рівнянь за заданими коренями) та дослідницькі завдання (розв'язання рівнянь з параметром, використовуючи теорему Вієта).

Вчитель використовує систему управління Classtime для моніторингу прогресу кожної групи, надаючи цільову допомогу.

IV. Рефлексія та контроль

Для рефлексії може бути використана онлайн-дошка Padlet. Учні анонімно відповідають на питання: «У яких випадках Теорема Вієта ефективніша, ніж формула коренів?» (Очікувана відповідь: для зведених рівнянь з цілими коренями).

Методичні рекомендації та очікувані результати

Ключова перевага розробки полягає у стратегічному використанні ігрофікації для мотивації та диференціації для індивідуалізації навчального шляху. Використання Classtime для диференціації дозволяє вчителю ефективно керувати різнорівневою роботою, забезпечуючи засвоєння матеріалу учнями різного рівня підготовки.

Очікувані результати: Учні вільно застосовують теорему Вієта, усвідомлюють її переваги для зведених рівнянь, вміють працювати в режимі змагання та самостійно обирати метод розв'язання рівняння (формула чи теорема).

Висновок

У магістерській роботі було теоретично обґрунтовано ефективність використання цифрових технологій у процесі вивчення теми «Квадратні рівняння» в курсі алгебри середньої школи. Аналіз нормативно-правових документів МОН України, психолого-педагогічної та методичної літератури засвідчив, що цифровізація освіти є ключовим напрямом модернізації сучасної школи, а формування цифрової та математичної компетентностей учнів — обов'язковою умовою успішного засвоєння навчального матеріалу з математики.

У роботі розкрито дидактичні можливості цифрових інструментів, які сприяють візуалізації математичного змісту, активізації пізнавальної діяльності, розвитку логічного мислення та навичок дослідження. Встановлено, що використання інтерактивних онлайн-платформ, динамічних математичних середовищ і мультимедійних ресурсів на уроках з теми «Квадратні рівняння» забезпечує доступність подання абстрактних понять, підтримує індивідуалізацію навчання та підвищує мотивацію школярів.

Проведений аналіз сучасних цифрових засобів дав змогу визначити їхній дидактичний потенціал та окреслити педагогічні умови, за яких їх застосування є найбільш результативним. Зокрема, наголошено на необхідності поєднання цифрових ресурсів із традиційними методами навчання, дотримання принципів науковості, системності й доступності, а також урахування індивідуальних освітніх потреб учнів.

Розроблені методичні рекомендації щодо інтеграції цифрових технологій у вивчення теми «Квадратні рівняння» можуть бути використані вчителями математики для підвищення ефективності навчального процесу, удосконалення методики подання матеріалу та впровадження інноваційних форм роботи. Результати дослідження мають практичне значення, оскільки пропонують конкретні інструменти й підходи, спрямовані на покращення засвоєння навчального матеріалу та розвиток ключових компетентностей учнів.

Список використаних джерел

1. Cheung A. C. K., 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. – DOI: 10.1016/j.edurev.2013.01.001.
2. Rakes C. R., Valentine K., McGatha M. B., Ronau R. N. Methods of instructional improvement in algebra: A systematic review // *Review of Educational Research*. – 2010. – Vol. 80, No. 3. – P. 372–400. – DOI: 10.3102/0034654310371056.
3. Pierce R., Stacey K. Mapping pedagogical opportunities provided by mathematics analysis software // *International Journal of Computers for Mathematical Learning*. – 2010. – Vol. 15. – P. 1–20. – DOI: 10.1007/s10758-010-9158-4.
4. Hohenwarter M., Preiner J. Dynamic mathematics with GeoGebra // *Journal of Online Mathematics and Its Applications*. – 2007. – Vol. 7.
5. Drijvers P. Digital technology in mathematics education: Why it works (or doesn't) // *Selected Regular Lectures from the 12th International Congress on Mathematical Education*. – Cham : Springer, 2015. – P. 135–151. – DOI: 10.1007/978-3-319-17187-6_8.
6. Trouche L., Drijvers P., Gueudet G., Pepin B. Tools and mathematics: Instrumental orchestrations in mathematics education. – Cham : Springer, 2019. – 340 p. – DOI: 10.1007/978-3-030-20393-1.
7. OECD. Students, Computers and Learning: Making the Connection. – Paris : OECD Publishing, 2015. – 204 p. – DOI: 10.1787/9789264239555-en.
8. National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). Principles to Actions: Ensuring Mathematical Success for All. – Reston, VA : NCTM, 2014. – 160 p.
9. Семеніхіна О. В., Друшляк М. Г. Використання динамічних математичних систем у процесі навчання математики // *Інформаційні технології і засоби навчання*. – 2015. – Т. 47, № 3. – С. 46–55.
10. Семеніхіна О. В. Інформаційно-комунікаційні технології у навчанні математики : навч.-метод. посіб. – Суми : СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2014. – 240 с.

11. Жалдак М. І., Морзе Н. В., Рамський Ю. С. Інформаційно-комунікаційні технології в навчанні : навч. посіб. – Київ : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2011. – 340 с.
12. Мерзляк А. Г., Полонський В. Б., Якір М. С. Алгебра. 8 клас : підручник для закладів загальної середньої освіти. – Харків : Гімназія, 2018. – 256 с.