

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Волинський національний університет імені Лесі Українки  
Факультет інформаційних технологій і математики  
Кафедра теорії функцій та методики навчання математики

**ПОДВИГ КАРІНА СЕРГІЇВНА**  
**РЕАЛІЗАЦІЯ ЗМІСТОВОЇ ЛІНІЇ «ФУНКЦІЇ» В КУРСІ МАТЕМАТИКИ**  
**БАЗОВОЇ ШКОЛИ З ВИКОРИСТАННЯМ ІКТ**

Спеціальність: 014 Середня освіта (Математика)  
Освітньо-професійна програма: Середня освіта. Математика  
Робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

Науковий керівник:

**ПІДДУБНИЙ ОЛЕКСІЙ МИХАЙЛОВИЧ**

кандидат фіз.-мат. наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНО ДО ЗАХИСТУ

Протокол № \_\_\_\_\_

Засідання кафедри теорії функцій та  
методики навчання математики

від \_\_\_\_\_ 2025 р.

Завідувач кафедри

доцент Гембарська С. Б. \_\_\_\_\_

Луцьк - 2025

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	4
<b>РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РЕАЛІЗАЦІЇ ЗМІСТОВОЇ ЛІНІЇ «ФУНКЦІЇ» В КУРСІ МАТЕМАТИКИ БАЗОВОЇ ШКОЛИ З ВИКОРИСТАННЯМ ІКТ</b> .....	8
1.1. Поняття математичної компетентності в шкільному курсі математики..	8
1.2. Роль ІКТ в курсі математики базової школи.....	13
1.3. Програмне забезпечення для реалізації змістової лінії «Функції» в курсі математики базової школи.....	18
<b>РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ЗМІСТОВОЇ ЛІНІЇ «ФУНКЦІЇ» В МОДЕЛЬНИХ НАВЧАЛЬНИХ ПРОГРАМАХ «АЛГЕБРА. 7–9 КЛАСИ» ДЛЯ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ</b> .....	3
<b>Помилка! Закладку не визначено.</b>	
2.1. Змістове наповнення лінії «Функції» в програмі А. Г. Мерзляка, Д. А. Номіровського та ін. ....	233
2.2. Особливості представлення змістової лінії «Функції» в програмі М. І. Бурди, Н. А. Тарасенкової, Д. В. Васильєвої).....	244
2.3. Розгляд змісту лінії «Функції» в програмі О. С. Істера.....	266
<b>РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИКИ ВИКОРИСТАННЯ ІКТ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ЗМІСТОВОЇ ЛІНІЇ «ФУНКЦІЇ» В КУРСІ МАТЕМАТИКИ БАЗОВОЇ ШКОЛИ</b> .....	29
3.1. Методичні засади дослідження щодо інтеграції ІКТ у змістову лінію «Функції» базової математики.....	29
3.2. Оцінка рівня математичної компетентності учнів базової школи при вивченні змістової лінії «Функції» без використання ІКТ (констатувальний етап).....	322

3.3. Впровадження ІКТ у процес вивчення змістової лінії «Функції» в курсі математики базової школи (формувальний етап).....	377
3.4. Аналіз результатів експериментального дослідження ефективності використання ІКТ для формування математичної компетентності при вивченні змістової лінії «Функції» в курсі математики базової школи (контрольний етап).....	488
<b>ВИСНОВОК</b> .....	533
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	566
<b>ДОДАТКИ</b> .....	644

## ВСТУП

**Актуальність теми дослідження.** Сучасний етап розвитку освіти характеризується активним упровадженням цифрових інструментів, що зумовлено переходом суспільства до нових форм комунікації, обробки даних та представлення інформації. У цих умовах особливого значення набуває оновлення змісту і методів навчання математики, зокрема такої ключової змістової лінії як «Функції», яка формує в учнів здатність аналізувати залежності, працювати з графічними моделями та інтерпретувати числову інформацію. Відповідно до вимог державних стандартів та модельних навчальних програм базової середньої освіти, оволодіння уявленнями про функції розглядається як основа подальшого вивчення алгебри і розвитку логіко-аналітичного мислення, що потребує використання наочних, динамічних і варіативних засобів навчання.

Інформаційно-комунікаційні технології забезпечують можливість візуалізації математичних об'єктів, моделювання функціональних залежностей, організації інтерактивної та індивідуалізованої діяльності учнів, що робить їх вагомим педагогічним ресурсом у процесі формування компетентностей, пов'язаних із вивченням і застосуванням функцій. Разом з тим, на практиці виникає необхідність окреслити оптимальні цифрові інструменти, визначити їх дидактичний потенціал і встановити умови ефективної інтеграції в освітній процес базової школи. Це зумовлює актуальність дослідження, спрямованого на розроблення способів реалізації змістової лінії «Функції» в курсі математики базової школи із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій.

Аналіз науково-методичної літератури свідчить, що проблематика формування компетентнісного підходу в математичній освіті, зокрема з урахуванням можливостей інформаційно-комунікаційних технологій, активно розробляється сучасними дослідниками. Теоретичні засади компетентнісного

підходу висвітлено у працях Н. Біб'юк, О. Вашуленко, О. Овчарук, О. Пометун, Л. Титаренко та інших. Питання розвитку математичних умінь і способів мислення учнів, а також удосконалення процесу навчання математики засобами цифрових технологій, ґрунтовно досліджували В. Бевз, О. Беляніна, О. Довгий, І. Зіненко, С. Раков, С. Скворцова та інші.

Однак, попри значні наукові напрацювання, окремі аспекти застосування інформаційно-комунікаційних технологій у контексті реалізації змістової лінії «Функції» у курсі математики базової школи залишаються недостатньо опрацьованими, що й зумовило вибір теми даного дослідження.

**Мета дослідження:** розглянути методикку використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчанні змістової лінії «Функції» в курсі математики базової школи, а також забезпечити її практичну реалізацію.

Для реалізації поставленої мети передбачалося опрацювання наступних **завдань дослідження:**

1. Розкрити поняття математичної компетентності в шкільному курсі математики.
2. Охарактеризувати роль інформаційно-комунікаційних технологій в курсі математики базової школи.
3. Проаналізувати програмне забезпечення для реалізації змістової лінії «Функції» в курсі математики базової школи.
4. Здійснити аналіз змістової лінії «Функції» модельних навчальних програм «Алгебра. 7-9 класи» для закладів загальної середньої освіти.
5. Провести експериментальне дослідження ефективності методики використання інформаційно-комунікаційних технологій для реалізації змістової лінії «Функції» в курсі математики базової школи.

**Об'єкт дослідження:** процес навчання математики в базовій школі.

**Предмет дослідження:** методика використання інформаційно-комунікаційних технологій у реалізації змістової лінії «Функції» в курсі математики базової школи.

**Методи дослідження:** *Теоретичні методи:* (аналіз, синтез, узагальнення, систематизація) – для вивчення теоретичних засад МК, особливостей ІКТ та формування методики реалізації змістової лінії «Функції»; *пошуково-бібліографічні* – для опрацювання наукових джерел.

*Емпіричні методи:* (педагогічне спостереження, педагогічний експеримент) – для практичної перевірки ефективності розробленої методики, аналізу особливостей навчальної діяльності учнів та визначення динаміки їхніх навчальних досягнень.

*Статистичні методи:* (математичне опрацювання, кореляційний аналіз) – для аналізу кількісних та якісних показників результатів експериментального дослідження та визначення ефективності розробленої методики.

**Наукове пояснення одержаних результатів** полягає у розробленні методики використання інформаційно-комунікаційних технологій для реалізації змістової лінії «Функції» в курсі математики базової школи, що поєднує візуалізаційні, інтерактивні та аналітичні інструменти цифрових ресурсів. У роботі уточнено дидактичні можливості окремих видів програмного забезпечення для підтримки формування в учнів змістових умінь, пов'язаних із опрацюванням функціональних залежностей та визначено педагогічні умови його ефективного застосування в освітньому процесі базової школи. Запропонований підхід розкриває потенціал систематичного і цілеспрямованого використання інформаційно-комунікаційних технологій у формуванні математичної компетентності учнів у контексті вивчення функцій.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в можливості безпосереднього використання розробленої методики у навчальному процесі базової школи, зокрема під час вивчення теми «Функції» в 7-9 класах. Створені та апробовані підходи до використання інформаційно-комунікаційних технологій можуть бути застосовані вчителями для організації візуалізованого, інтерактивного та індивідуалізованого опрацювання навчального матеріалу, розроблення цифрових навчальних ресурсів, формувального оцінювання та

проведення практичних занять. Матеріали дослідження можуть слугувати основою для методичної підтримки педагогів, удосконалення навчальних занять, а також для подальшої модернізації освітнього процесу із застосуванням цифрових інструментів у викладанні математики.

**Структура роботи.** Робота складається зі вступу, трьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел з 50 найменувань та додатків. Загальний обсяг роботи становить 70 сторінки, з них –48 основного тексту.

## РОЗДІЛ 1

### ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РЕАЛІЗАЦІЇ ЗМІСТОВОЇ ЛІНІЇ «ФУНКЦІЇ» В КУРСІ МАТЕМАТИКИ БАЗОВОЇ ШКОЛИ З ВИКОРИСТАННЯМ ІКТ

#### 1.1. **Поняття математичної компетентності в шкільному курсі математики**

У сучасній освітній парадигмі Нової української школи (НУШ) формування математичної компетентності постає однією з ключових цілей навчання математики в загальноосвітній школі. Поступовий перехід від знанневої моделі до компетентнісно орієнтованого підходу зумовлює необхідність переосмислення змісту, методів і результатів математичної освіти. Математична компетентність розглядається не лише як засвоєння предметних знань, але і як здатність учнів застосовувати математичні поняття, способи дії та моделі в різних навчальних і життєвих ситуаціях. У цьому контексті важливим є визначення структури, змістових компонентів та функцій математичної компетентності, а також окреслення її місця у шкільному курсі математики.

Нормативні документи України визначають компетентнісний підхід фундаментальною основою оновленого змісту шкільної освіти. Відповідно до Законів України «Про освіту» [40] та «Про повну загальну середню освіту» [42], опанування навчальних предметів у закладах загальної середньої освіти (ЗЗСО), зокрема і математики, має бути спрямоване не тільки на засвоєння системи знань, але й на формування в учнів здатності застосовувати ці знання у практичних та життєвих ситуаціях. Концепція реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року [43], а також «Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти» [12] підкреслюють необхідність перебудови традиційної

моделі навчання на інтегровану та діяльнісну, що сприяє розвитку ключових, міжпредметних і предметних компетентностей.

Концептуальні засади реформування середньої школи НУШ визначають компетентність як «динамічну комбінацію знань, способів мислення, поглядів, цінностей, навичок, умінь, інших особистих якостей, що визначає здатність особи успішно провадити професійну та/або подальшу навчальну діяльність» [34, с. 10]. Пораднику для вчителя НУШ підкреслює необхідність зміщення акцентів від накопичення регламентованих знань до розвитку здатності діяти та застосовувати набуті вміння в проблемних ситуаціях. У документі наголошено, що компетентнісні результати навчання закладаються навчальними програмами та конкретизуються у вимогах щодо контролю та оцінювання навчальних досягнень учнів [35, с. 12].

Вагомий внесок у теоретичне осмислення поняття «компетентність» зробили українські дослідники Н. Бібік, О. Овчарук, О. Вашуленко, Л. Титаренко, О. Пометун та ін., які підкреслювали багатовимірний і розвитковий характер цього поняття. У галузі математичної освіти окремі аспекти формування математичної компетентності ґрунтовно досліджували О. Беяніна, С. Раков, О. Довгий, В. Бевз, С. Скворцова, І. Зіненко та ін., які зосереджуючи увагу на специфіці розвитку математичних умінь та способів мислення учнів загальноосвітніх закладів [24, с. 12].

Відомий вітчизняний науковець О. Топузов у аналітичному огляді щодо стану та шляхів підвищення якості шкільної природничо-математичної освіти в Україні, визначає математичну компетентність як «здатність розвинути та застосовувати математичне мислення і розуміння для розв'язування задач у повсякденних ситуаціях» [45, с. 5]. Дослідник акцентує на тому, що дана компетентність має спиратися на базову лічбу, але фокусуватися насамперед на діяльності, процесах та мисленнєвих операціях. Вона передбачає готовність і вміння використовувати математичні моделі, графіки, формули, діаграми та інші засоби представлення інформації, що забезпечує змістовне розуміння і ефективне застосування математики у повсякденному житті [45].

О. Козлова визначає математичну компетентність як здатність учня застосовувати математику в реальних ситуаціях, опановувати моделювання та інтерпретацію результатів. Формування математичної грамотності, за авторкою, має забезпечуватися поєднанням традиційних (пояснювально-ілюстративного, репродуктивного) і нетрадиційних (проблемного, частково-пошукового) методів, а також систематичним виконанням завдань, що розвивають аналітичні та дослідницькі вміння. Високий рівень математичної грамотності сприяє успішному розв'язуванню практичних задач, опануванню математичних методів та їх використанню у природничих і технічних дисциплінах. Ураховуючи це, НУШ орієнтує навчання на розвиток стійких компетентностей, необхідних для життя в умовах технологічного суспільства. Відповідно до державних стандартів, освітня галузь «Математика» має бути спрямована на формування цілісної математичної компетентності учнів [22; 17].

Як зазначають В. Величко та І. Сенчук, у контексті формування математичної компетентності вибір методів навчання є визначальним. Традиційні підходи забезпечують структурованість і контроль результатів, але обмежують мотивацію та індивідуалізацію. Інноваційні методи підсилюють пізнавальну активність, інтерактивність і застосування сучасних технологій, що сприяє розвитку математичного мислення, хоча потребують технічних ресурсів і підготовки педагогів. Раціональне поєднання обох підходів створює умови для ефективного формування математичної компетентності в шкільному курсі математики [4, с. 109].

Засвоєння та застосування математичних знань створює умови не тільки для розвитку предметних умінь, але й для збагачення загальнокультурного потенціалу учнів. Навчання математики формує науковий світогляд, розвиває мислення, пам'ять, уяву, сприяє становленню алгоритмічної, інформаційної та візуальної культури. Воно забезпечує вміння встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, обґрунтовувати твердження та математизувати реальні ситуації [46].

Дидактично виважена організація навчання дозволяє істотно впливати на інтелектуальний розвиток школярів, стимулювати їхню пізнавальну самостійність і творчість, а практична спрямованість навчання математики на сьогодні може реалізовуватися через такі підходи як [4, с. 112]:

- включення реальних ситуаційних задач у навчальний процес;
- використання інформаційно-комунікаційних технологій;
- міжпредметна інтеграція та STEM-підхід;
- практичні заняття і віртуальні лабораторії;
- застосування методу мініпроектів;
- гейміфікація та комп'ютерні симуляції;
- автоматична перевірка проміжних результатів навчання.

Л. Шевчук, Б. Гайдаш, Л. Воронська головним критерієм ефективності навчання математики вважають засвоєння та застосування учнями змісту шкільного курсу, що визначає рівень сформованості їх математичних компетентностей, структура якої охоплює такі складники як [6; 48, с. 202-203]:

1. Процедурна компетентність – уміння інтерпретувати результати вимірювань, працювати з таблицями, діаграмами, графіками функцій, використовувати елементи математичного аналізу та статистики.
2. Логічна компетентність – володіння індуктивними і дедуктивними міркуваннями, аргументацією, доведенням та спростуванням тверджень; уміння застосовувати прийоми аналізу, синтезу, узагальнення, класифікації, аналогії; використання елементів дискретної математики для аналізу причинно-наслідкових та логічних зв'язків.
3. Технологічна компетентність – здатність використовувати сучасні математичні програмні засоби для побудови графіків, діаграм і статистичних таблиць.
4. Дослідницька компетентність – готовність самостійно здобувати нові знання, здійснювати пошукову та аналітичну діяльність на основі засвоєних математичних навичок.

5. Методологічна компетентність – опанування універсальних способів пізнання, вміння критично оцінювати доцільність математичних методів та застосовувати їх для розв’язання прикладних задач.

Формування математичної компетентності потребує системного підходу, який охоплює взаємопов’язані складові та забезпечує цілісність розвитку математичних умінь. Н. Деньга та А. Вагіс підкреслюють, ефективність цього процесу досягається за умов послідовного та методично виваженого включення таких елементів як [3; 11, с. 547]:

- вивчення теоретичних основ курсу математики;
- формування грамотної та точної математичної мови;
- забезпечення узагальненого сприйняття математичних знань через демонстрацію їх зв’язку з іншими науками та повсякденними ситуаціями;
- формувань та вдосконалення умінь практичного застосування математичних знань і навичок;
- оволодіння способами розв’язування нестандартних задач прикладного характеру.

Отже, математична компетентність є ключовим поняттям у сучасній парадигмі шкільної математичної освіти. Вона розглядається як здатність застосовувати математичні знання, вміння та способи мислення у різноманітних навчальних і життєвих ситуаціях. Формування математичної компетентності передбачає розвиток процедурної, логічної, технологічної, дослідницької та методологічної складових, що забезпечують цілісність математичної підготовки учнів. Ефективність цього процесу досягається через раціональне поєднання традиційних та інноваційних методів навчання, практичну спрямованість математичної освіти та системний підхід до розвитку математичних умінь. Математична компетентність сприяє не лише засвоєнню предметних знань, але й формуванню наукового світогляду, розвитку мислення та становленню загальнокультурного потенціалу учнів.

## 1.2. Роль ІКТ в курсі математики базової школи

Поширення цифрових технологій докорінно змінює підходи до навчання математики, відкриваючи нові можливості для візуалізації, моделювання та інтерактивної діяльності учнів. Використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у курсі математики базової школи розглядається як важливий чинник підвищення якості математичної підготовки, розвитку мислення та формування ключових і предметних компетентностей. Розкриття теоретичних засад застосування ІКТ у навчальному процесі дає змогу окреслити їх освітній потенціал та значення для модернізації змісту і методів шкільної математичної освіти.

Поняття «інформаційно-комунікаційні технології» сформувалося наприкінці ХХ століття, коли Д. Стівенсон увів його у 1997 році в доповіді для уряду Великої Британії, що згодом вплинула на розроблення Національного навчального плану. У подальшому термін набув поширення в освітній сфері як позначення інноваційних засобів, спрямованих на підтримку, оптимізацію та оновлення педагогічного процесу. ІКТ охоплюють дидактичні принципи, методики комп'ютерного навчання, цифрові освітні ресурси та інструменти, а також педагогів і учнів, які володіють необхідними компетентностями для їх використання. Концептуальна ідея ІКТ пов'язана зі створенням нового формату навчання, що передбачає технологічне опрацювання, передачу і представлення інформації за допомогою сучасних цифрових та комунікаційних засобів [9, с. 111-113; 15].

Дослідження В. Хом'юк, І. Хом'юк та С. Кирилащук акцентують, що ІКТ у сучасній освіті набувають статусу методології та технології навчально-виховного процесу, у центрі якої перебуває використання електронних засобів навчання. Йдеться не лише про окремі інструменти, а про комп'ютерно орієнтований підхід, що поєднує формалізовані моделі навчального змісту та відповідні методики їх реалізації. Така інтеграція зумовлює глибоке включення цифрових технологій у структуру освітнього процесу [47, с. 40].

Через стрімкий розвиток інформаційних технологій перелік ІКТ постійно оновлюється: окрім традиційних комп'ютерів, дедалі вагомішими стають інтерактивні дошки, мультимедійні проєктори, планшети, смартфони, бездротові мережі, а також онлайн-інструменти для комунікації – електронна пошта, месенджери, відеоконференції, інтерактивні чати тощо. Таке розширення інструментарію свідчить про необхідність адаптації навчання до цифрової інфраструктури, яка стала невіддільним елементом сучасної школи [50, с. 760-761].

А. Козанчин пропонує розгорнуте трактування поняття ІКТ як комплексної системи, що охоплює апаратні засоби (сервери, персональні комп'ютери, мобільні пристрої, мережеве обладнання) та програмні компоненти (операційні системи, освітні платформи, цифрові застосунки). У такому підході ІКТ постають як інтегрована сукупність методів, пристроїв і програмного забезпечення, призначених для пошуку, збору, збереження, опрацювання, передавання і подання інформації відповідно до цілей освіти [21, с. 290]. Даний інструментальний комплекс забезпечує інтенсифікацію навчання, індивідуалізацію освітньої траєкторії, розширення доступу до інформаційних ресурсів та впровадження інтерактивних методів роботи. Відповідно, ІКТ стають важливим чинником модернізації математичної освіти, її узгодження з вимогами інформаційного суспільства та забезпеченням високої якості освітнього процесу.

Слід зазначити, що на державному рівні інтеграція ІКТ в освітній простір була закріплена низкою стратегічних документів, що позначили перехід України до інформаційного суспільства. Приєднання до Окінавської хартії глобального інформаційного суспільства [36], Декларації принципів «Побудова інформаційного суспільства – глобальне завдання в новому тисячолітті» [10] та ухвалення Закону «Про основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки» [41] визначили пріоритетність розвитку цифрових технологій, зокрема у сфері освіти.

Нормативну базу подальшого впровадження ІКТ сформували й галузеві документи: Наказ МОН України «Про затвердження Положення про електронні

освітні ресурси» [39], який регламентує порядок створення та використання цифрових навчальних матеріалів, а також Розпорядження Кабінету Міністрів України щодо схвалення «Концепції розвитку цифрових компетентностей та затвердження плану заходів з її реалізації» [44], спрямоване на формування сучасних цифрових навичок учасників освітнього процесу.

Базова середня освіта, 5-9 класи, становить ключовий етап загальної середньої освіти, оскільки забезпечує фундамент для подальшого інтелектуального розвитку і професійного самовизначення учнів. Саме на цьому рівні закладається системність предметної підготовки, формується здатність до самостійного опанування знань і розвиток навчальної автономії. Учням створюються умови для поглибленого вивчення окремих навчальних дисциплін, що стають основою свідомого вибору подальшої освітньої траєкторії та профілю навчання. У такому контексті значення ІКТ суттєво зростає, оскільки вони підсилюють можливості індивідуалізації освітнього процесу, сприяють формуванню цифрової та предметної компетентності та забезпечують сучасний формат вивчення математики в базовій школі [33].

Модельні навчальні програми з математики для 5-9 класів НУШ, запроваджені поетапно з 2022 року для ЗЗСО, визначають ІКТ як невіддільний компонент навчального процесу, що сприяє формуванню як предметних, так і ключових компетентностей. У програмі «Математика, 5-6 класи» (авт. М. Бурда, Д. Васильєва) [31] підкреслюється раціональне використання програмних засобів для обчислень, побудови діаграм, геометричних фігур, перевірки рівнянь і опрацювання статистичних даних, а також акцентується розвиток алгоритмічного мислення та критичного ставлення до інформації. У навчальній діяльності систематично передбачаються завдання з використанням середовищ програмування, табличних процесорів або графічних калькуляторів.

Програма «Математика, 7-9 класи» (авт. М. Васишин та ін.) [32] доповнює цю лінію інтегрованими модулями, що охоплюють комп'ютерне моделювання, побудову статистичних діаграм і виконання розрахунків за допомогою цифрових інструментів. У видах навчальної діяльності

підкреслюється використання спеціалізованого програмного забезпечення для аналізу даних і мультимедійного представлення результатів. Отже, ІКТ у модельних програмах виступають системним засобом підтримки навчання математики та важливим чинником модернізації змісту базової шкільної освіти.

Модельні навчальні програми з алгебри та геометрії для базової школи демонструють послідовне і системне впровадження ІКТ у математичну підготовку учнів, розширюючи як зміст навчання, так і спектр навчальної діяльності. У програмі «Алгебра, 7-9 класи» (авт. А. Мерзляк та ін.) [30] ІКТ розглядаються як важливий чинник розвитку інформаційно-цифрової компетентності, що охоплює вміння оптимізувати навчальну діяльність за допомогою сучасних засобів комп'ютерної техніки, працювати з інтернет-ресурсами, критично оцінювати інформацію та забезпечувати її безпеку. Програма підкреслює вагомe значення комп'ютеризації та інформатизації для формування алгоритмічного мислення, навичок пошуку та аналізу даних, а також уміння організувати індивідуальну та групову роботу з використанням цифрових інструментів.

Подібна логіка простежується й у програмі «Геометрія, 7-9 класи» (авт. С. Панченко) [29], де ІКТ виступають необхідним засобом опрацювання математичної інформації, побудови геометричних моделей, представлення результатів і підтримки дослідницької діяльності. У всіх темах програми визначено обов'язкове застосування цифрових інструментів, а орієнтири для оцінювання прямо вказують на використання спеціалізованого програмного забезпечення для аналізу даних і побудови графічних зображень. Таким чином, обидві програми формують цілісне бачення ролі ІКТ у сучасному курсі математики, інтегруючи цифрові засоби в навчальний процес на всіх його етапах.

І. Воротникова, С. Донченко та С. Білаш зауважують, що у курсі математики базової школи застосування ІКТ істотно підсилює якість навчання, роблячи опанування змісту глибшим, динамічнішим і більш особистісно орієнтованим. Цифрові інструменти дають можливість оперативно опрацьовувати дані, звертатися до широкого спектра інтерактивних ресурсів,

моделювати математичні об'єкти та процеси, що сприяє формуванню в учнів сучасного стилю математичного мислення. Відеопояснення, електронні тести, віртуальні моделі, середовища програмування, застосунки та інші ІКТ-інструменти забезпечують активну участь учнів у навчальному процесі і підтримують індивідуалізацію навчання: кожен може обрати темп та спосіб опрацювання матеріалу, що відповідає його потребам і рівню підготовки, а для вчителів ІКТ відкривають можливості точнішого планування, диференціації завдань, оперативного оцінювання та організації інформаційно-освітнього середовища [7; 14, с. 515-516]. Отже, у курсі математики базової школи ІКТ створюють умови для якісного розширення можливостей навчального процесу, найважливіші з них можна окреслити наступним чином [23, с. 132]:

- індивідуалізація навчання – цифрові інструменти дають змогу адаптувати зміст і темп опрацювання матеріалу до потреб окремого учня;
- розвиток самостійності – онлайн-ресурси, тренажери та інтерактивні матеріали стимулюють учнів до самостійного опрацювання і поглиблення знань;
- підвищення ефективності занять – використання ІКТ дозволяє виконати більший обсяг завдань у межах одного уроку завдяки швидкій перевірці, автоматизації рутинних операцій і доступу до готових математичних моделей;
- посилення інформаційних потоків – інтеграція з мережею Інтернет забезпечує доступ до актуальних джерел, довідкових матеріалів, візуалізацій і даних;
- зростання мотивації – різні формати роботи, мультимедійність і візуальна динаміка роблять навчання привабливішим;
- упровадження ігрових елементів – гейміфіковані вправи та математичні симуляції підвищують інтерес і сприяють закріпленню матеріалу;

- розширена інтерактивність – ІКТ дозволяють взаємодіяти з моделями, графіками та об'єктами у режимі реального часу, що поглиблює розуміння та забезпечує активну участь учнів у навчальному процесі.

Таким чином, ІКТ відіграють ключову роль у модернізації курсу математики базової школи, забезпечуючи інноваційний формат навчання та розвитку математичної компетентності учнів. Цифрові технології розглядаються як невіддільний компонент освітнього процесу, що сприяє формуванню предметних і ключових компетентностей. Модельні навчальні програми з математики, алгебри та геометрії, демонструють системне впровадження ІКТ, розширюючи зміст навчання та спектр навчальної діяльності. Використання цифрових інструментів підсилює якість математичної підготовки, забезпечуючи індивідуалізацію навчання, розвиток самостійності, підвищення ефективності занять, посилення інформаційних потоків, зростання мотивації, упровадження ігрових елементів та розширену інтерактивність. Зрештою ІКТ створюють умови для якісної трансформації навчального процесу, формуючи сучасний стиль математичного мислення та забезпечуючи активну участь учнів у здобутті знань.

### **1.3. Програмне забезпечення для реалізації змістової лінії «Функції» в курсі математики базової школи**

Розвиток цифрових технологій істотно розширює можливості вивчення змістової лінії «Функції» в курсі математики базової школи, роблячи опрацювання цього напрямку більш наочним, динамічним і дослідницьким. Програмне забезпечення дозволяє учням працювати з графіками, таблицями, числовими моделями та інтерактивними візуалізаціями, що підсилює розуміння функціональних залежностей і сприяє формуванню ключових математичних умінь. У цьому контексті особливу увагу привертають основні типи цифрових інструментів, їх дидактичний потенціал і можливості для підтримки навчання функцій у базовій школі, а також принципи їх педагогічно застосування.

Перш за все слід зазначити, що у змістовій лінії «Функції» системне вивчення відповідних понять розпочинається саме в 7 класі, що визначає цей етап як базовий для формування первинних уявлень про функціональну залежність в курсі математики. Попередні 5-6 класи лише готують учнів до повноцінного опанування теми, зосереджуючись на роботі з таблицями значень, простими залежностями та елементами графічного подання інформації. У 7-му класі вперше вводяться означення функції, область значень, способи задання та початкові властивості, що відповідає структурі модельних навчальних програм з алгебри НУШ. Надалі ця лінія послідовно розгортається у 8-9 класах через вивчення різних типів функцій і поглиблення аналітичних прийомів.

Такий послідовний розподіл змісту свідчить про поступове ускладнення функціональної лінії в базовій школі, де початкове формування уявлень про залежності переходить у глибше опрацювання властивостей та різновидів функцій на наступних етапах навчання. Використання ІКТ у цьому процесі посилює можливості візуалізації, забезпечує доступ до засобів динамічного моделювання та підтримує розвиток аналітичних умінь учнів, що є важливим для засвоєння функцій упродовж усього курсу алгебри базової школи.

Отже, провідну роль у поданні змістової лінії «Функції» відіграють динамічні математичні середовища, які підтримують побудову графіків, моделювання залежностей і роботу з параметрами. Одними з найефективніших програмних засобів для такої діяльності є GeoGebra та Desmos, оскільки вони забезпечують поєднання аналітичних і візуальних методів опрацювання функцій. Саме ці інструменти дозволяють активізувати механізми уявлення, створювати стійкі асоціації між візуальним образом та математичним змістом, а також виконувати побудови у динаміці, що є особливо важливим для теми функціональних залежностей [16, с. 30]. GeoGebra має додаткову перевагу завдяки офлайн-версіям, що робить її стабільною у шкільних умовах, тоді як Desmos відзначається зручністю інтерфейсу та легкістю побудови складних графіків [5].

Поряд із базовими платформами використовуються й інші динамічні середовища, що розширюють спектр дидактичних можливостей. До них належать Cabri Geometry та подібні інструменти, які орієнтовані передусім на точні побудови і застосовуються як для геометричних задач, так і для демонстрації окремих властивостей функцій через зміни параметрів або форми кривої. Дослідження підкреслюють, що такі засоби дають змогу проводити моделювання та перевірку математичних гіпотез, а також підтримують розвиток навичок аналізу графічних залежностей у курсі базової школи [26, с. 124-125].

Розвиток цифрових платформ сприяв появі комплексних інструментів візуалізації, що можуть бути застосовані не лише для побудови графіків, але й для представлення статистичних даних, таблиць або інфографіки, що часто супроводжує опрацювання функцій. Окремо можна підкреслити можливості Google Sheets, Office 365, MindMeister, ThingLink та інших ресурсів, здатних генерувати діаграми і графіки, швидко обробляти дані, а також працювати у багатокористувацькому режимі. Серед них Google Sheets (Excel) вирізняється універсальністю, доступністю, інтеграцією з іншими сервісами та гнучкими засобами побудови графіків, що дозволяє ефективно використовувати його для вивчення властивостей функцій, створення таблиць значень і аналізу залежностей [20, с. 157; 38, с. 113-114].

Низка математичних пакетів також використовується для виконання обчислень, побудови графіків та елементарного моделювання. Серед них виокремлюють WinPlot, Maxima, Scilab, а також інструменти геометричної спрямованості на кшталт Cabri 2D та Geonext. Зазначене програмне забезпечення в змозі підтримати вивчення функцій у межах поглиблених або дослідницьких форм роботи, зокрема через побудову графіків у 2D/3D та аналіз формул на рівні, доступному учням середньої школи [49, с. 276]. Окремі дослідження також звертають увагу на онлайн-версії математичних пакетів, таких як Maple, Matlab, WolframAlpha, однак їх використання у базовій школі потребує додаткової адаптації [1].

Серед сучасних хмарних середовищ особливе місце посідає SageMathCloud, що поєднує математичний апарат, систему управління курсами та інструменти Jupyter Notebook. Хоча дане середовище орієнтоване переважно на підготовку вчителів або старших учнів, окремі його функції можуть бути використані для наочного моделювання функцій та побудови графіків у більш просунутих навчальних проєктах середньої школи [39, с. 5].

Під час уроків функцій важливо використовувати не тільки програмне забезпечення для побудови графіків, але й інструменти контролю та тренування. До таких платформ належать Classtime, Google Forms, MyTest, «На Урок», Online Test Pad, що дають можливість ефективно проводити діагностику знань, швидко оцінювати ступінь розуміння властивостей функцій та виконання графічних завдань. Потенціал зазначених ІКТ відзначається у дослідженнях, де підкреслюється, що цифрові форми тестування оптимізують час вчителів і забезпечують швидкий зворотний зв'язок з учнями [25, с. 41].

У ролі додаткового програмного забезпечення для формувального оцінювання та рефлексії можуть застосовуватися платформи Padlet, Seesaw, Flipgrid, які використовують для збору індивідуальних відповідей учнів, коротких пояснень, мініпрезентацій або рефлексивних повідомлень про роботу з функціями. Окремо можна виділити інтерактивні сервіси Kahoot, Quizlet, Socrative, які дозволяють урізноманітнити навчальну діяльність і підвищувати мотивацію учнів до виконання практичних вправ, включно із задачами на побудову та аналіз графіків [8, с. 160; 37, с. 17].

Важливою складовою організації навчання з використанням цифрових інструментів є навчальні платформи, які забезпечують доступ до матеріалів, інтеграцію з електронними ресурсами та підтримку змішаного або дистанційного навчання. У цьому контексті значущими є LMS системи (Learning Management System) такі як Moodle, Google Classroom, Microsoft Teams, що використовуються для подання електронного контенту, організації роботи з освітніми програмами та підтримки індивідуальних освітніх траєкторій у темі функцій [13, с. 210].

Отже, програмне забезпечення відіграє ключову роль у реалізації змістової лінії «Функції» в курсі математики базової школи. Цифрові інструменти розширюють можливості опрацювання цього напрямку, забезпечуючи наочність, динамічність та дослідницький характер навчання. Провідне значення мають динамічні математичні середовища, які підтримують побудову графіків, моделювання залежностей і роботу з параметрами. Вони активізують механізми уявлення, створюють стійкі асоціації між візуальним образом та математичним змістом. Комплексні інструменти візуалізації дозволяють представляти статистичні дані, таблиці та інфографіку, що супроводжує опрацювання функцій. Математичні пакети використовуються для виконання обчислень, побудови графіків та елементарного моделювання. Важливими є також інструменти контролю та формувального оцінювання, які оптимізують роботу вчителів і забезпечують зворотний зв'язок з учнями. Такі навчальні платформи в змозі підтримувати доступ до електронних ресурсів та організацію змішаного або дистанційного навчання під час вивчення теми функцій.

## РОЗДІЛ 2

### ХАРАКТЕРИСТИКА ЗМІСТОВОЇ ЛІНІЇ «ФУНКЦІЇ» В МОДЕЛЬНИХ НАВЧАЛЬНИХ ПРОГРАМАХ «АЛГЕБРА. 7–9 КЛАСИ» ДЛЯ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

#### 2.1. Змістове наповнення лінії «Функції» в програмі А. Г. Мерзляка, Д. А. Номіровського та ін.

Модельна навчальна програма «Алгебра. 7-9 класи» для закладів загальної середньої освіти (авт. А. Мерзляк, Д. Номіровський та ін.) [27] визначає змістову лінію «Функції» як одну з ключових складових шкільного курсу алгебри. У програмі функції розглядаються як засіб опису реальних явищ і моделювання залежностей між величинами, що забезпечує поступовий розвиток логіко-аналітичного мислення учнів та формує основу для подальшого вивчення математичних моделей.

В структурі програми підкреслюється, що саме у 7 класі відбувається перше системне введення поняття функції. Учні опановують сутність функціональної залежності, розуміння аргументу, області визначення та області значень, а також різні способи задання функції та побудову її графіка. Особлива увага приділяється лінійній функції  $y = kx + b$ , що розглядається разом із її властивостями та застосуваннями для моделювання реальних ситуацій. У зміст включено елементи роботи з графіками, зокрема визначення значень аргументу та функції за графіком, що формує базові аналітичні навички учнів 7 класу.

Вивчення функцій у 8 класі ґрунтується на розширенні функціональних уявлень учнів. Програма передбачає роботу з функціями виду  $y = k / x$  (обернена пропорційність),  $y = x^2$  (квадратна функція),  $y = \sqrt{x}$  (коренева функція), аналіз їхніх властивостей і графіків, а також використання цих функцій для опису та інтерпретації реальних процесів. Значну увагу приділено вмінню визначати обмеження області визначення, знаходити нулі функції, застосовувати властивості під час розв'язування задач та порівнювати поведінку різних типів

функцій. Така послідовність сприяє поступовому переходу від простіших моделей до складніших, забезпечуючи логічне розширення загального змісту вивчення функцій.

У 9 класі змістова лінія досягає узагальнюючого рівня: учні повторюють і систематизують базові поняття функції, вивчають нулі функції, проміжки знакосталості, зростання і спадання, а також властивості квадратичної функції  $y = ax^2 + bx + c$  та способи побудови її графіка. Передбачено використання графічних перетворень, зокрема  $f(x + a)$ ,  $kf(x)$ ,  $-f(x)$ , що сприяє розвитку функціонального мислення і розумінню структури функціональних моделей. У межах цієї ж лінії розглядаються числові послідовності та прогресії, які подано як окремий тип залежностей, що продовжує функціональну логіку курсу та готує учнів до глибшого вивчення математичного аналізу в старшій школі.

Загалом аналіз змістової лінії «Функції» модельної навчальної програми «Алгебра. 7–9 класи» для ЗЗСО, автори А. Мерзляк, Д. Номіровський та ін., демонструє чітку логіку побудови: від первинних понять і базових способів задання функцій у 7 класі, через розширення спектру функцій та опанування їх властивостей у 8 класі, до узагальнення і формування аналітичних умінь у 9 класі. Зміст вивчення функцій представлено послідовно, взаємопов'язано з іншими змістовими лініями та зорієнтовано на моделювання реальних процесів, що забезпечує цілісність і методичну обґрунтованість підходу до формування функціональної складової математичної компетентності учнів.

## **2.2. Особливості представлення змістової лінії «Функції» в програмі М. І. Бурди, Н. А. Тарасенкової, Д. В. Васильєвої**

Модельна навчальна програма «Алгебра. 7-9 класи» (авт. М. Бурда, Н. Тарасенкова, Д. Васильєва) [2] посідає важливе місце в сучасному змісті математичної освіти, оскільки пропонує цілісне і методично обґрунтоване трактування змістової лінії «Функції». У програмі функціональні поняття подано як інструмент опису кількісних залежностей, а зміст вибудовано послідовно та

системно, що сприяє формуванню стійких умінь аналізувати, інтерпретувати та застосовувати функціональні моделі.

У 7 класі програмою передбачено системне введення функціональної залежності як моделі реальних процесів; уточнюються ключові поняття (аргумент, область визначення та значень, способи задання, графік), а центральним об'єктом стає лінійна функція  $y = kx + b$  (включно з прямою пропорційністю  $y = kx$ ). Очікувані результати зосереджені на розпізнаванні лінійної функції, побудові її графіка та інтерпретації властивостей за графіком (зокрема визначення нулів і знаків значень) з переходом до розв'язування прикладних задач. Така постановка забезпечує необхідні основи для подальшого розширення теми функцій у 8-9 класах.

У 8 класі змістова лінія розвивається через вивчення  $y = k/x$  (обернена пропорційність) та  $y = x^2$  (квадратна функція), а також через введення  $y = \sqrt{x}$  (коренева функція) у тематичному блоці про квадратні корені та дійсні числа. Пріоритет надається побудові і аналізу графіків, усвідомленню залежності розміщення графіка від параметрів (для  $y = k/x$ ) та узагальненню властивостей за графічним поданням (області визначення/значень, нулів). Пропонована логіка переходу від лінійної до нелінійних функцій формує в учнів уміння співвідносити алгебраїчний запис, таблицю значень і графічну модель, а також застосовувати їх у ситуаціях практичного змісту.

У 9 класі завершується базове узагальнення поняття функції через акцент на властивостях функції, що встановлюються та інтерпретуються за графіком: нулі, проміжки знакосталості, зростання/спадання, найбільше та найменше значення. Паралельно систематизуються перетворення графіків  $f(x) \rightarrow f(x) + b$ ,  $f(x + a)$ ,  $kf(x)$ ,  $-f(x)$ , після чого вивчається квадратична функція  $y = ax^2 + bx + c$ , з алгоритмом побудови та пов'язаними властивостями. Дана структура забезпечує логічний міст від елементарних прикладів залежностей до узагальнених способів аналізу графіків і підготовлює до подальшого вивчення функцій у старшій школі.

Узагальнюючи аналіз змістової лінії «Функції» модельної навчальної програми «Алгебра. 7-9 класи» для ЗЗСО, автори М. Бурда, Н. Тарасенкова,

Д. Васильєва, дана програма вибудовує послідовну траєкторію опанування функцій: від первинних понять і лінійної моделі у 7 класі, до базових нелінійних функцій та їх властивостей у 8 класі і далі до узагальненого графічного аналізу з перетвореннями, а також квадратичною функцією у 9 класі. Внутрішня логіка змісту орієнтована на графічне мислення, моделювання реальних залежностей і застосування властивостей функцій у розв'язуванні задач, що відповідає компетентнісним цілям шкільного курсу алгебри.

### 2.3. Розгляд змісту лінії «Функції» в програмі О. С. Істера

Модельна навчальна програма «Алгебра. 7-9 класи» (авт. О. Істер) [19] презентує цілісну структуру змістової лінії «Функції», у якій функціональні залежності розглядаються як провідний засіб математичного моделювання. Програма пропонує поетапне введення і поступове ускладнення функціональних понять, що забезпечує логічне та змістовне розгортання теми впродовж трьох років навчання та формування основ аналітичного мислення учнів.

У загальній характеристиці змісту програма визначає лінію функцій як одну з провідних у шкільному курсі алгебри, де акцент робиться на функціональних залежностях, елементарних функціях та їх властивостях, а також числових послідовностях, арифметичній та геометричній прогресіях. Зазначено, що змістова лінія спрямована на формування в учнів здатності розглядати функції як універсальні математичні моделі, що описують різноманітні процеси і передбачає системний розвиток умінь аналізувати графіки, встановлювати властивості та здійснювати інтерпретацію даних.

Програма визначає 7 клас як етап введення фундаментального поняття функції. Учні засвоюють зміст понять функції, аргументу, області визначення та області значень, графіка функції. Значну увагу приділено способам задання функції: формулою, таблицею, графіком. Основним видом функції на цьому етапі є лінійна функція  $y = kx + b$  та її окремий випадок – пряма пропорційність  $y = kx$ . Очікувані результати передбачають уміння визначати функціональні

залежності між величинами, будувати графік лінійної функції, знаходити значення функції за аргументом та характеризувати властивості за графіком (нулі функції, додатні та від'ємні значення, поведінка на проміжках). Також наголошено на моделях реальних процесів, які можуть бути описані лінійними функціями, що сприяє формуванню початкових навичок математичного моделювання.

У 8 класі змістова лінія розширюється шляхом вивчення функцій, пов'язаних з темами інших розділів курсу. Зокрема, у темі «Раціональні вирази» учні працюють з функцією оберненої пропорційності  $y = k/x$ , засвоюючи її основні властивості, умови визначення та графік. У темі «Квадратні корені» вводяться функції  $y = x^2$  (квадратна функція) та  $y = \sqrt{x}$  (коренева функція), для яких учні мають визначати властивості за графіками, будувати графіки та застосовувати їх для розв'язування вправ. У програмі підкреслено роль цих функцій як моделей реальних залежностей, що поглиблює уявлення учнів про застосування функцій у різних контекстах. Очікувані результати включають роботу з графіками зазначених функцій, визначення нулів, проміжків знакосталості, обчислення значень, а також застосування функцій для моделювання прикладних ситуацій.

Для 9 класу програма передбачає системне і поглиблене вивчення змістової лінії «Функції» через тему «Квадратична функція». Учні мають навчитися розпізнавати квадратичну функцію, знаходити та описувати її властивості, будувати графік квадратичної функції  $y = ax^2 + bx + c$ , визначати нулі функції, проміжки зростання і спадання, найбільше та найменше значення. Особливу увагу приділено перетворенням графіків функцій:  $f(x + a)$ ,  $-f(x)$ ,  $kf(x)$ , що сприяє глибшому розумінню структурних змін функцій. Окрім того, до змістової лінії включено числові послідовності та прогресії, що розширює функціональний підхід і формує цілісне бачення залежностей між величинами.

Змістова лінія «Функції» модельної навчальної програми «Алгебра. 7-9 класи» для ЗЗСО, автор О. Істер, демонструє поетапне, логічно узгоджене та методично виважене розгортання теми функцій у базовій школі. Від початкового

ознайомлення і роботи з лінійною функцією в 7 класі, через вивчення базових нелінійних функцій у 8 класі, до глибокого аналізу квадратичної функції та числових послідовностей 9 класі. Зміст подано послідовно, із поступовим ускладненням та інтеграцією між темами. Значна роль відводиться формуванню графічних умінь, розвитку аналітичного мислення та здатності розглядати функції як моделі реальних процесів. Зазначена побудова програми забезпечує формування цілісної функціональної підготовки учнів і становить методично обґрунтовану основу для подальшого вивчення алгебри.

### РОЗДІЛ 3

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИКИ ВИКОРИСТАННЯ ІКТ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ЗМІСТОВОЇ ЛІНІЇ «ФУНКЦІЇ» В КУРСІ МАТЕМАТИКИ БАЗОВОЇ ШКОЛИ

### 3.1.Методичні засади дослідження щодо інтеграції ІКТ у змістову лінію «Функції» базової математики.

У сучасних умовах розвитку освіти, коли цифровізація охоплює всі рівні навчального процесу, особливої актуальності набуває впровадження ІКТ у викладання математики. Змістова лінія «Функції» в курсі алгебри базової школи належить до тих навчальних компонентів, що потребують високої наочності, динамічності та доступного подання, а тому саме застосування цифрових ресурсів відкриває можливості для поглибленого розуміння учнями функціональних залежностей, побудови графіків та аналізу алгоритмів. З метою визначення ефективності використання ІКТ у процесі вивчення функцій було організовано експериментальне дослідження, результати якого подано у цьому розділі. У межах пункту зосереджено увагу на організаційних засадах дослідження, структурі та ключових підходах, які стали основою методики використання ІКТ.

База дослідження: робота щодо ефективності використання ІКТ для реалізації змістової лінії «Функції» у навчанні математики базової школи була організована на базі ЗЗСО Ліцей №12 м. Ковеля. У дослідженні брали участь 30 учнів 7 класу, які були розділені на дві групи. Група 1 налічувала 15 учнів, навчання яких здійснювалося методикою із цілеспрямованим використанням цифрових інструментів (динамічні математичні середовища, інтерактивні тренажери, візуалізаційні сервіси). Контрольна група також мала 15 учнів, однак навчання відбувалося за традиційною методикою без спеціально організованого використання ІКТ. В обох групах навчання здійснювалося у класно-урочній системі з поєднанням фронтальної та індивідуальної роботи, проте в

експериментальній групі особливий акцент робився на інтерактивній взаємодії учнів із цифровими матеріалами, моделюванні функцій та графічній інтерпретації залежностей за допомогою відповідних програмних засобів.

Вибір для дослідження саме 7 класу зумовлений як особливостями змісту шкільного курсу математики, так і сучасним етапом упровадження реформи НУШ. Поточний навчальний рік учні 7-х класів повністю навчаються за стандартами базової середньої освіти НУШ, що забезпечує відповідність дослідження актуальним освітнім вимогам і дає можливість апробувати методику в умовах оновленого змісту. Саме в цьому класі відбувається перше системне введення поняття функції: учні засвоюють означення, способи задання функцій, область визначення та область значень, а також опановують властивості і графік лінійної функції, що становить фундамент подальшого вивчення різних типів функцій у 8-9 класах.

Оскільки тема «Функції» є концептуально важливою і водночас візуально насиченою, використання ІКТ на цьому етапі є найбільш доречним для забезпечення наочності, динамічного моделювання та формування початкових аналітичних умінь. Таким чином, 7 клас являється оптимальним для перевірки ефективності методики використання ІКТ, оскільки поєднує навчальний матеріал для учнів та вимоги НУШ, а також перспективу подальшої підготовки в базовій школі.

Дослідження ефективності методики використання ІКТ для реалізації змістової лінії «Функції» в курсі математики базової школи було організовано у три послідовні етапи:

1. Констатувальний (підготовчий) етап дослідження – на цьому етапі було визначено вихідний рівень сформованості знань, умінь і навичок учнів з теми «Функції» відповідно до чинної освітньої програми. Учні виконали поточну контрольну роботу, складену на основі завдань з чинних підручників з математики для базової школи. Аналіз результатів дав змогу виявити рівень засвоєння змісту після проходження теми у межах шкільного курсу та визначити початкові відмінності між учасниками дослідження. Також було здійснено відбір

програмного забезпечення та цифрових інструментів, необхідних для організації ІКТ-орієнтованих уроків (динамічні математичні середовища, інтерактивні симуляції, онлайн-платформи для візуалізації графіків). На цьому ж етапі учнів було розподілено на дві групи: контрольну та експериментальну, по 15 осіб у кожній.

2. Формувальний (основний) етап дослідження – на цьому етапі здійснювалося практичне впровадження авторської методики використання ІКТ у процесі вивчення змістової лінії «Функції». Учні експериментальної групи проходили серію додаткових уроків за розробленою ІКТ-орієнтованою методикою, що включала роботу з інтерактивними графіками, цифровими тренажерами, математичними середовищами для побудови та аналізу функцій, а також виконання практичних завдань з використанням візуалізацій та динамічних моделей. Учні контрольної групи вивчали той самий зміст за традиційною методикою без застосування ІКТ. Обидві групи опрацьовували однакові теми, але з різними засобами навчання, що дозволило дослідити вплив ІКТ на глибину та якість засвоєння матеріалу.

3. Контрольний (підсумковий) етап дослідження – цей етап був спрямований на визначення ефективності впровадженої ІКТ-методики. Учні обох груп повторно виконали ту саму контрольну роботу, яка застосовувалася на констатувальному етапі. Порівняння результатів до і після формувального етапу дало можливість оцінити динаміку навчальних досягнень, виявити відмінності між групами, а також визначити вплив ІКТ на розвиток умінь аналізувати графіки функцій, інтерпретувати властивості функцій, застосовувати функціональні моделі у практичних ситуаціях. Оцінювання результативності базувалося на комплексному аналізі отриманих емпіричних даних, що охоплювали як теоретичні знання, так і практичні вміння учнів.

Отже, організація експериментального дослідження ефективності використання ІКТ для реалізації змістової лінії «Функції» в курсі математики базової школи передбачала чітку структуру та поетапність. Дослідження проводилося на базі ЗЗСО з залученням учнів 7 класу, розподілених на

контрольну та експериментальну групи. Вибір цільової аудиторії зумовлений особливостями змісту шкільного курсу математики та актуальними вимогами НУШ. Дослідження включало констатувальний, формувальний та контрольний етапи, що забезпечило системність та об'єктивність отриманих результатів. Для оцінювання ефективності методики було розроблено критерії, показники та рівні сформованості математичної компетентності учнів, які відображають ключові вимоги освітніх стандартів та специфіку теми «Функції». Така організація експериментальної роботи створила надійне підґрунтя для перевірки впливу ІКТ на якість засвоєння навчального матеріалу та розвиток мислення учнів в рамках визначеної теми вивчення функцій.

### **3.2. Оцінка рівня математичної компетентності учнів базової школи при вивченні змістової лінії «Функції» без використання ІКТ (констатувальний етап)**

На констатувальному етапі експериментального дослідження було проведено діагностику рівня сформованості математичної компетентності учнів за темою «Функції» відповідно до чинного змісту навчальних програм з математики для 7 класу. З метою отримання об'єктивних даних для подальшого порівняння між контрольної та експериментальною групами була розроблена та проведена письмова контрольна робота, що включала завдання з підручників «Алгебра: підручник для 7 класу ЗЗСО» авторів О. Істер [18] та А. Мерзляк, М. Якір [28]. Завдання було підібрано таким чином, щоб вони охоплювали ключові елементи змістової лінії «Функції»: поняття функції та способи її задання, роботу з формулами, таблицями та графіками, а також аналіз властивостей базових залежностей функцій.

Контрольна робота однаково виконувалася учнями контрольної та експериментальної груп, що дало змогу визначити вихідний рівень навчальних досягнень та подальшу динаміку після впровадження ІКТ у навчальний процес. Зміст контрольної роботи з посиланням на відповідні вправи з використаних

підручників подано у Додатку В. У таблиці 3.1 представлено розподіл максимальної кількості балів за кожним завданням поточної контрольної роботи для учнів 7 класу (два варіанти). Такий розподіл забезпечує об'єктивність оцінювання, дозволяє зіставляти результати учнів за однаковими критеріями та використовувати їх для подальшого аналізу успішності на констатувальному і контрольному етапах педагогічного експерименту.

Таблиця 3.1

**Розподіл максимальної кількості балів за завданнями поточної контрольної роботи з теми «Функції» для учнів 7 класу**

№ завдання	Зміст завдання (Варіант А)	Макс. бали	Зміст завдання (Варіант Б)	Макс. бали
1	Формула периметра і визначення функціональності	2	Формула периметра квадрата і визначення функціональності	2
2	Аргумент/залежна змінна; визначення для двох функцій	2	Аргумент/залежна змінна; обчислення значень	3
3	Таблиця значень за графіком	3	Таблиця значень за графіком	3
4	Визначення лінійності функцій	2	Визначення лінійності функцій	1
5	Визначення, чи є поданий рисунок графіком функції	3	Побудова графіка функції	3
Разом		12		12

Під час аналізу результатів виконання поточної контрольної роботи з теми «Функції» було необхідно уточнити критерії визначення рівнів сформованості математичної компетентності учнів з урахуванням змісту та структури запропонованих завдань. Така адаптація забезпечує можливість об'єктивно інтерпретувати якість виконання учнями контрольної роботи, відобразити повноту їх обчислювальних і графічних умінь, а також визначити загальний рівень засвоєння матеріалу. Узагальнена характеристика рівнів сформованості математичної компетентності подана у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

**Рівні сформованості математичної компетентності учнів 7 класу з теми  
«Функції» на основі результатів виконання контрольної роботи  
(12-бальна система)**

Рівень сформованості	Діапазон балів	Характеристика рівня
Високий рівень	10-12 балів	Учень упевнено володіє поняттям функції, розрізняє способи її задання (формулою, таблицею, графіком), безпомилково визначає аргумент і залежну змінну. Вільно читає та інтерпретує графіки, встановлює властивості функції (зростання, спадання, нулі). Уміє будувати графіки лінійних функцій та робити узагальнення. Завдання виконує повністю, логічно та без суттєвих помилок.
Достатній рівень	7-9 балів	Учень правильно застосовує основні поняття (аргумент, значення функції, область визначення), здебільшого коректно читає графіки та будує їх за формулою. Може знаходити значення функції, встановлювати окремі властивості. Допускає незначні помилки у складніших завданнях, але загалом демонструє розуміння матеріалу і здатність застосовувати його на практиці.
Середній рівень	4-6 балів	Знання неповні і фрагментарні. Учень виконує прості обчислювальні завдання та окремі елементи роботи з графіками (знаходить значення за готовим графіком). Важко будує графіки самостійно. Має помилки у розпізнаванні лінійних функцій, у визначенні властивостей та прочитанні залежностей. Потребує допомоги або підказок.
Початковий рівень	1-3 бали	Учень має суттєві труднощі у розумінні поняття функції. Не розрізняє аргумент і залежну змінну, не здатний коректно читати або інтерпретувати графік. Не може застосувати формулу лінійної функції для побудови або обчислень. Виконання завдань фрагментарне або відсутнє. Потребує систематичної підтримки при опрацюванні навчального матеріалу.

Запропонована контрольна робота з вивчення теми функцій, розроблена на основі завдань з підручників алгебри, дала змогу на констатувальному етапі педагогічного експерименту визначити поточний рівень сформованості математичної компетентності учнів 7 класу у межах визначеної змістової лінії. Виконання учнями завдань різних типів (обчислювальних, аналітичних, графічних та інтерпретаційних) забезпечило можливість комплексно оцінити їхні знання, уміння та первинні навички роботи з функціональними залежностями без залучення засобів ІКТ.

Для виявлення стану сформованості рівнів знань і вмінь учнів 7 класу з теми «Функції» було проведено діагностику за запропонованою авторською методикою у вигляді поточного зрізу знань, а також здійснено кількісний і якісний аналіз отриманих результатів. Результати досліджуваних учнів на констатувальному етапі дослідження подано у Додатку А.

Виконання завдань з понять функції, способів її задання, аналізу формул, таблиць і графіків функціональних залежностей дало змогу діагностувати вихідний рівень математичної компетентності учнів з обраної теми. Порівняльні дані щодо виконання контрольної роботи учнями експериментальної та контрольної груп наведено у таблиці 3.3, а також представлено графічно на рисунку 3.1.

Таблиця 3.3

**Узагальнені показники за результатами виконання завдань контрольної роботи з теми «Функції» учнями експериментальної та контрольної груп 7 класу до формувального етапу педагогічного дослідження (n = 30)**

Рівні	Експериментальна група (кількість учасників)	%	Контрольна група (кількість учасників)	%
Високий	2	13%	3	20%
Достатній	4	27%	3	20%
Середній	7	47%	6	40%
Низький	2	13%	3	20%

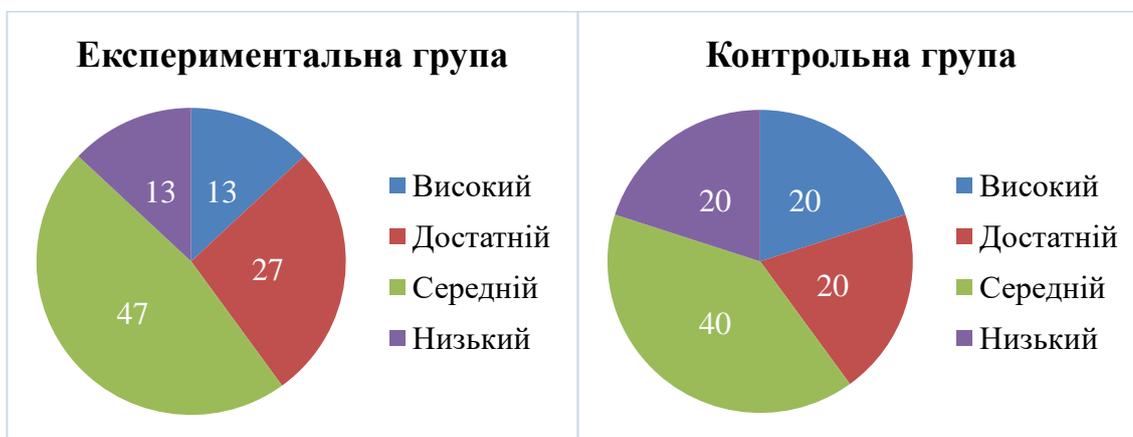


Рис. 3.1. Графічне порівняння результатів виконання завдань контрольної роботи учнями експериментальної та контрольної груп до формувального етапу педагогічного дослідження

На основі аналізу результатів контрольної роботи, проведеної на констатувальному етапі педагогічного експерименту, встановлено такі узагальнені показники рівня навчальних досягнень учнів експериментальної та контрольної груп:

- 2 учні (13%) експериментальної групи та 3 учні (20%) контрольної групи правильно виконали всі запропоновані завдання без суттєвих помилок, що свідчить про наявність базового розуміння поняття функції та впевнених умінь працювати з її графічними і аналітичними способами задання;
- 4 учні (27%) експериментальної групи і 3 учні (20%) контрольної групи продемонстрували виконання більшості завдань із незначними неточностями. Такі результати характеризують сформованість окремих елементів математичної компетентності в межах даної теми, зокрема вміння знаходити значення функції за формулою та аналізувати прості графічні залежності;
- найчисельнішою була група учнів, які припускалися суттєвих помилок або виконували завдання надмірно повільно: 7 учнів (47%) експериментальної групи та 6 учнів (40%) контрольної групи. У зазначених учнів виявлено фрагментарність знань і недостатню сформованість умінь працювати з поняттям функціональної залежності, особливо щодо інтерпретації графіка, визначення аргументу і значення функції, а також впізнавання лінійних функцій;
- 2 учні (13%) експериментальної групи та 3 учні (20%) контрольної групи не змогли завершити виконання контрольної роботи у відведений час, що може свідчити як про низький рівень теоретичної підготовки, так і про труднощі з організацією навчальної діяльності, які є характерними для початкового рівня сформованості математичної компетентності.

- середній показник виконання завдань контрольної роботи в експериментальній групі становив – 6,5 бала, а в контрольній групі – 6,4 бала, де дані результати не досягли визначених меж достатнього рівня навчальних досягнень.

Таким чином, на констатувальному етапі експериментального дослідження було проведено діагностику рівня сформованості математичної компетентності учнів 7 класу при вивченні змістової лінії «Функції». Контрольна робота, розроблена на основі завдань з підручників алгебри, дозволила комплексно оцінити знання, уміння та навички учнів щодо функціональних залежностей. Результати виконання завдань засвідчили загальну недостатню сформованість математичної компетентності, зокрема фрагментарність теоретичних знань, труднощі з інтерпретацією графіків, визначенням аргументу та значення функції, а також встановленням ознак лінійної функції. Лише незначна частина учнів продемонструвала повне і усвідомлене виконання завдань, тоді як значний відсоток потребує подальшої корекції навчальних умінь, розвитку аналітичних операцій і формування стійкого розуміння означеної теми. Середні показники виконання контрольної роботи в обох групах не досягли визначених меж достатнього рівня навчальних досягнень. Отримані дані підтвердили необхідність удосконалення навчального процесу та стали підґрунтям для організації формувального етапу педагогічного експерименту з метою підвищення рівня математичної компетентності учнів шляхом впровадження засобів ІКТ.

### **3.3. Використання ІКТ у процес вивчення змістової лінії «Функції» в курсі математики базової школи (формувальний етап)**

Формувальний етап педагогічного експерименту був спрямований на цілеспрямоване підвищення рівня математичної компетентності учнів з теми «Функції» шляхом упровадження ІКТ у навчальний процес. На цьому етапі для учнів експериментальної групи було розроблено спеціальну навчальну

програму, яка поєднує опрацювання теоретичного матеріалу зі структурованою системою цифрових навчальних інструментів. Запропонована програма дозволила створити навчальне середовище, у якому учні не лише опановували зміст визначеної змістової лінії, але й розвивали навички роботи з сучасними цифровими засобами. Отримані результати сприяли глибшому розумінню функцій та стали основою для подальшої оцінки ефективності застосування ІКТ у процесі навчання.

Отже, на формувальному етапі педагогічного експерименту було заплановано цілеспрямоване впровадження ІКТ у процес вивчення змістової лінії «Функції» відповідно до вимог модельних навчальних програм «Алгебра. 7–9 класи» для ЗЗСО. Застосування ІКТ на цьому етапі було спрямоване на розвиток умінь учнів працювати з різними способами задання функції, можливості візуалізувати та аналізувати графічні і функціональні залежності, виконувати моделювання реальних ситуацій, досліджувати властивості функцій, а також виконувати інтерактивні завдання задля формування стійкої компетентності, необхідної для успішного виконання завдань даного курсу математики. Програма формувального етапу включала розробку комплексу авторських занять із застосуванням програмного забезпечення GeoGebra, Desmos та Google Sheets, що дозволило забезпечити цілісність, інтерактивність та практичну спрямованість навчального процесу в експериментальній групі.

Використання програмного забезпечення GeoGebra та Desmos дозволяє демонструвати учням поведінку функції в реальному часі, змінювати параметри лінійної моделі, спостерігати вплив коефіцієнтів на графік, визначати характер залежності та її властивості. Таке технологічне середовище підсилює інтуїтивне розуміння поняття функції, сприяє формуванню уміння пов'язувати формулу з графіком та табличним представленням, а також дозволяє швидко здійснювати порівняння декількох функцій одночасно. Робота у Google Sheets (Excel) забезпечує можливість автоматичного створення таблиць значень та побудови діаграм, що моделюють графіки функцій. Учні опановують базові інструменти

роботи з електронними таблицями, навчаються змінювати дані та спостерігати за змінами графіка.

Формат уроків передбачає поєднання фронтальних демонстрацій, індивідуальних та парних завдань у середовищах GeoGebra, Desmos та Google Sheets. Учні виконують міні-дослідження впливу коефіцієнтів на графік, класифікують лінійні та нелінійні залежності, інтерпретують графіки різних функцій, визначають характер зміни функції та роблять короткі висновки. Така організація роботи сприяє розвитку критичного мислення, підвищує автономність навчальних дій та формує здатність застосовувати інструменти ІКТ для розв'язування математичних задач.

Урок №1. Тема: *«Поняття функції. Способи задання функції: формулою, таблицею, графіком. Лінійна функція як базова модель залежності  $(y = kx, y = ax + b)$ ».*

*Мета уроку:* сформувати початкові уявлення про функцію як залежність між змінними; навчити розпізнавати аргумент і значення функції; ознайомити зі способами задання (формула, таблиця, графік); закласти базові вміння інтерпретувати графік і будувати прості приклади лінійних функцій  $y = kx$ ,  $y = ax + b$ ; продемонструвати роль ІКТ у візуалізації та моделюванні функціональних залежностей.

*Завдання уроку:*

- уточнити поняття змінної, аргументу, значення функції, області визначення та області значень на елементарних прикладах;
- показати еквівалентність подання функції формулою, таблицею та графіком;
- сформувати первинні навички побудови та «читання» графіків  $y = kx$  і  $y = ax + b$ ;
- відпрацювати вміння розрізняти лінійну та нелінійну залежності за формулою й за графіком;

*Міжпредметні зв'язки:* фізика (прямі пропорційні залежності типу  $s = vt$ ), інформатика (табличні процесори, побудова діаграм), технології (інтерпретація реальних даних).

*Обладнання та програмне забезпечення:*

- комп'ютер учителя з проектором; комп'ютерний клас, планшети та смартфони учнів (за можливості, робота у парах);
- GeoGebra (онлайн або офлайн), Desmos (онлайн-графік), Google Sheets (Excel) (або інший табличний процесор);

*Матеріали:* інструкційні картки для роботи в GeoGebra/Desmos, шаблон таблиці для Google Sheets (Excel), зразки скріншотів демонстрацій, чек-лист оцінювання діяльності на уроці, картка рефлексії.

*Очікувані результати:* учні пояснюють, що таке функція (однозначна залежність між змінними), визначають аргумент і значення функції у записах виду  $y = 5x - 1$ ,  $h(t) = 12t$ ; будують та інтерпретують прості графіки  $y = kx$ ,  $y = ax + b$ ; переходять між таблицею значень, формулою та графіком; уміють за графіком визначити значення функції для заданих  $x$  та оцінити характер залежності (зростає/спадає, нулі, знак).

*Структура уроку (45 хвилин):*

1. Організаційний етап (1-2 хвилини).
2. Мотивація та постановка проблеми (3-4 хвилини). Короткі життєві приклади залежностей: периметр прямокутника  $P = 2a + 2b$ , відстань  $s = vt$ .  
Проблемне питання: – *Чи кожна залежність є функцією?*
3. Актуалізація опорних знань (5 хвилин). Повторення поняття змінної; координатна площина; зчитування значень з готового графіка (простий приклад).
4. Пояснення нового матеріалу з демонстрацією (12-14 хвилин).

4.1. Поняття функції – кожному значенню аргументу  $x$  ставиться у відповідність рівно одне значення  $y$ ; терміни: аргумент (незалежна змінна), значення функції (залежна змінна), область визначення, область значень.

4.2. Способи задання – формула (наприклад,  $y = 4x - 3$ ), таблиця значень  $(x; y)$ , графік (множина точок  $(x; y)$ ). Еквівалентність представлень.

4.3. Лінійні моделі – пряма пропорційність  $y = kx$  та загальний вигляд  $y = ax + b$ . Параметри  $a, b$ , їх вплив на графік (нахил, зсув по осі  $y$ ).

4.4. ІКТ-демонстрації:

- GeoGebra – побудова  $y = kx$  для різних  $k$ ; перегляд зростання/спадання, нуль функції, знак значень;
- Desmos – накладання графіків  $y = ax + b$  для різних пар  $(a; b)$  з миттєвою візуалізацією;
- Google Sheets (Excel) – побудова таблиці значень і автоматичної лінійної діаграми для  $y = 5x - 1$ .

5. Первинне закріплення (12-13 хвилин).

Завдання 1 (індивідуально, 4 хвилини). Визначити аргумент і залежну змінну у записах:  $y = 5x - 1$ ;  $h(t) = 12t$ . Побудувати 3-4 пари значень (таблиця) для кожної формули ( $x \rightarrow y$ ;  $t \rightarrow s$ ) та зіставити з графіком учителя.

Завдання 2 (робота в парах з ІКТ, 5-6 хвилин):

- у GeoGebra побудувати  $y = kx$  для  $k = 2$  і  $k = -1$ ; відмітити нуль функції, визначити знак  $y$  на проміжках  $x > 0$ ,  $x < 0$ ;
- у Desmos порівняти  $y = x - 2$  і  $y = x + 3$ : знайти точки перетину з віссю  $Oy$ , зробити висновок про вплив  $b$ ;
- (за наявності часу) у Google Sheets (Excel) створити таблицю для  $y = -2x + 5$ , побудувати діаграму.

Завдання 3 (фронтально, 3 хвилини). За заданим графіком  $y = f(x)$  (слайд учителя): визначити  $f(-2)$ ,  $f(0)$ ,  $f(3)$ ; – Чи є залежність лінійною; чи є нулі?

6. Рефлексія та підсумок (5 хвилин). Картка рефлексії: – *«Що сьогодні допомогло зрозуміти поняття функції? Який спосіб задання виявився найнаочнішим і чому?»*

Узагальнення: функція – це правило відповідності; три рівноправні способи задання; лінійні моделі  $y = kx$ ,  $y = ax + b$  як базові приклади.

*Оцінювання навчальних досягнень (формувальне):*

- перевірка правильності визначення аргументу/значення;
- спостереження за роботою в GeoGebra/Desmos/Google Sheets (Excel): коректність побудови, інтерпретація графіка, пояснення впливу параметрів;
- короткий усний звіт пари (1-2 речення) щодо висновків;
- коректність побудов і обчислень; здатність переходити «формула – таблиця – графік»; вміння інтерпретувати графік (значення функції, нулі, зростання/спадання); обґрунтованість висновків.

Урок №2. Тема: «Побудова та аналіз графіків лінійних функцій  $y = kx$  і  $y = ax + b$ . Вплив коефіцієнтів  $k$ ,  $a$ ,  $b$  на характер графіка».

*Мета уроку:* сформувати в учнів впевнені вміння будувати графіки функцій  $y = kx$  і  $y = ax + b$ ; навчити аналізувати вплив коефіцієнтів на нахил, напрям зростання/спадання та точку перетину з віссю  $Oy$ ; продемонструвати можливості ІКТ для швидкого моделювання і порівняння поведінки функцій.

*Завдання уроку:*

- навчити будувати графіки  $y = kx$  та  $y = ax + b$  на основі таблиці значень або за двома точками;
- сформувати вміння визначати напрям зростання/спадання за знаком коефіцієнта;
- показати вплив коефіцієнтів  $a$  і  $b$  на розташування та нахил графіка;
- відпрацювати навички інтерпретації графіка: знаходження нулів, точки перетину з віссю  $Oy$ , значення функції для заданого  $x$ ;
- сформувати здатність порівнювати два графіки та робити обґрунтовані висновки.

*Міжпредметні зв'язки:* фізика (рух із постійною швидкістю), інформатика (побудова графічних моделей у програмних середовищах), географія (лінійні залежності при обробці даних).

*Обладнання та програмне забезпечення:*

- комп'ютер учителя з проектором; комп'ютерний клас, планшети та смартфони учнів;
- GeoGebra, Desmos, Google Sheets.

*Матеріали:* інструкційні картки для роботи в GeoGebra/Desmos, шаблон таблиці Google Sheets (Excel), зразки скріншотів демонстрацій, чек-лист оцінювання діяльності на уроці, картка рефлексії.

*Очікувані результати:* учні будують графіки  $y = kx$  та  $y = ax + b$ ; пояснюють вплив коефіцієнтів на нахил і розміщення графіка; за графіком визначають значення функції, нулі, точку перетину з віссю  $Oy$ ; порівнюють два графіки та роблять висновки щодо швидкості зростання, паралельності, зсувів.

*Структура уроку (45 хвилин):*

1. Організаційний етап (1-2 хвилини). Короткий інструктаж щодо роботи з комп'ютером і відкриття необхідного програмного забезпечення.
2. Мотивація та постановка проблеми (3-4 хвилини). Приклади лінійних залежностей реального світу: відстань  $s = vt$ ; вартість  $C = px$ ; температурна залежність  $T = kt + b$  у фізичних моделях.

Проблемне запитання: – «Як зрозуміти, що відбувається з функцією, якщо її коефіцієнти змінюються? Чому графік може бути «крутішим», паралельним або зміщеним вгору/вниз?»

3. Актуалізація опорних знань (5 хвилин). Коротке повторення: лінійні функції  $y = kx$  і  $y = ax + b$ ; що означають коефіцієнти  $k$ ,  $a$ ,  $b$ ; що таке графік функції та як будувати таблицю значень.

Учні виконують міні-вправу: заповнюють 2-3 значення для  $y = 4x - 2$ .

4. Пояснення нового матеріалу з демонстрацією (12-14 хвилин).

4.1. Побудова графіка  $y = kx$ . Побудова за двома точками – при  $x = 0$ ,  $y = 0$ ; – при  $x = 1$ ,  $y = k$ . Висновки: при  $k > 0$  функція зростає; при  $k < 0$  спадає; при  $k = 0$  графік стає горизонтальною прямою (функція  $y = 0$ ).

4.2. Побудова графіка  $y = ax + b$ . Точка перетину з віссю  $Oy$ :  $y(0) = b$ . Нахил графіка визначається числом  $a$ . Висновки: чим більше  $a$ , тим «крутіший» графік; якщо  $a_1 = a_2$ , прямі паралельні; параметр  $b$  визначає вертикальний зсув.

### 4.3. ІКТ-демонстрації:

- GeoGebra – повзунки для  $a$  і  $b$ , візуальна зміна нахилу при варіації  $a$ ; вертикальний зсув при зміні  $b$ .
- Desmos – накладання декількох прямих, порівняння паралельності.

Приклади:  $y = 3x - 2$ ,  $y = 3x + 4$ ,  $y = 3x - 5$  (однаковий  $a$ , різні  $b$ );  $y = x + 1$ ,  $y = x + 1$  (різні напрямки зростання).

- Google Sheets (Excel) – побудова таблиці і діаграми для  $y = -3x + 6$ ; автоматичне оновлення графіка після зміни клітинок.

### 5. Первинне закріплення (12-13 хвилин).

Завдання 1 (індивідуально, 4 хвилини). Для функцій  $y = 2x - 3$  і  $y = -4x + 5$ : скласти таблицю значень (3-5 пар); побудувати ескізи графіків у зошиті; визначити: – *Чи функція зростає/спадає, де перетинає Оу.*

Завдання 2 (робота в парах з ІКТ, 5-6 хвилин):

- у GeoGebra побудувати  $y = -x + 2$  і  $y = -x - 3$ , визначити, чи є графіки паралельними;
- у Desmos накласти  $y = x + 4$  і  $y = 3x - 2$ , порівняти нахили та швидкість зростання;
- (за наявності часу) у Google Sheets (Excel) побудувати діаграму для  $y = 2x - 6$ .

Пари роблять короткі висновки (усно або письмово).

Завдання 3 (фронтально, 3 хвилини). За графіком на слайді визначити:  $f(-1)$ ,  $f(2)$ ,  $f(4)$ ; – *Чи має функція нуль, чи є вона лінійною?*

6. Рефлексія та підсумок (5 хвилин). Картка рефлексії: – *«Який коефіцієнт –  $a$  чи  $b$  впливає на нахил графіка? Який спосіб побудови (ручний/таблиця/цифровий інструмент) виявився найзручнішим і чому?»*

Узагальнення: коефіцієнти  $a$ ,  $b$  визначають форму та положення графіка; цифрові інструменти дозволяють швидко моделювати зміни та порівнювати функції; лінійні функції є базовими моделями для аналізу залежностей у фізиці та реальному житті.

*Оцінювання навчальних досягнень (формувальне):*

- правильність побудови графіків (ручних та ІКТ);
- здатність визначати зростання/спадання за коефіцієнтом;
- уміння знаходити точки перетину з віссю  $Oy$  та нулі;
- коректність пояснення впливу параметрів  $a$  і  $b$ ;
- результати виконання завдань 1-3;
- спостереження за роботою в ІКТ-середовищах.

Урок №3. Тема: «Лінійна функція  $y = kx$ ,  $y = ax + b$ . Ознаки лінійності.

*Порівняння лінійних і нелінійних залежностей за формулою та графіком»*

*Мета уроку:* узагальнити та поглибити знання учнів про лінійну функцію; навчити впевнено визначати її за формулою і графіком; сформувати вміння порівнювати характер лінійних графіків; навчити розпізнавати нелінійні залежності та відрізняти їх від лінійних; забезпечити практичне застосування ІКТ для швидкого моделювання функцій і порівняння різних типів графіків.

*Завдання уроку:*

- закріпити та поглибити поняття лінійної функції  $y = kx$ ,  $y = ax + b$ ;
- сформувати навички визначення коефіцієнтів  $a$  та  $b$  та опису їх впливу на графік;
- навчити розрізняти лінійні та нелінійні функції за формулою та за графіком;
- удосконалити вміння працювати з графічними ІКТ-середовищами GeoGebra та Desmos;
- сприяти розвитку вміння аналізувати характер зміни функції: зростання/спадання, нулі, точка перетину з віссю  $Oy$ , плавність/неплавність графіка.

*Міжпредметні зв'язки:* фізика (графіки рівномірного руху:  $s = vt$ ), інформатика (порівняння графіків у цифрових середовищах), економіка (лінійний тренд).

*Обладнання та програмне забезпечення:*

- комп'ютер учителя з проектором; комп'ютерний клас, планшети та смартфони учнів;
- Desmos (онлайн-графік), GeoGebra (онлайн/офлайн);
- Google Sheets (Excel) для побудови таблиць і діаграм.

*Матеріали:* інструкційні картки для роботи в GeoGebra/Desmos, шаблон таблиці для Google Sheets (Excel), скріншоти демонстрацій, чек-лист оцінювання діяльності, картка рефлексії.

*Очікувані результати:* учні розпізнають лінійні функції за формулою та за графіком; визначають коефіцієнти  $a$  і  $b$  та пояснюють їх вплив на графік; порівнюють різні лінійні залежності за напрямом і крутістю; розрізняють нелінійні функції ( $y = x^2$ ,  $y = k/x$ ,  $y = \sqrt{x}$ ) за формулою та за виглядом графіка; аналізують основні характеристики графіків; використовують ІКТ для побудови та порівняння функцій.

*Структура уроку (45 хвилин):*

1. Організаційний етап (1-2 хвилини).
2. Актуалізація опорних знань (4-5 хвилин). Повторення ключового матеріалу попередніх уроків: загальний вигляд лінійної функції  $y = ax + b$ ; пряма пропорційність  $y = kx$ ; що таке нуль функції, точка перетину з віссю  $Oy$ ; зв'язок між таблицею значень і графіком.

Проблемне питання: – *Чим відрізняється графік  $y = 3x$  від графіка  $y = 3x - 4$ ?*

3. Пояснення нового матеріалу (12-14 хвилин).

3.1. Узагальнення ознак лінійної функції. Лінійна функція має вигляд  $y = ax + b$ . Графік – пряма; коефіцієнт  $a$  визначає нахил і напрям (зростає/спадає),  $b$  – зсув по осі  $Oy$ .

3.2. Порівняння графіків лінійних функцій. Коротке дослідження: що змінюється, якщо змінити лише  $a$  (крутість); що змінюється, якщо змінити лише  $b$  (зсув).

- 3.3. ІКТ-демонстрації (GeoGebra, Desmos):

- на екрані проєктуються:  $y = 2x - 1$ ,  $y = 2x + 3$ ,  $y = -x + 4$ ; миттєве накладання графіків; аналіз нулів, напрямку зміни, точки перетину з осем  $Oy$ ;
- візуально порівнюються лінійні та нелінійні функції:  $y = x^2$ ;  $y = k/x$ ;  $y = \sqrt{x}$ .  
Учні визначають, чому: графік не є прямою; функція змінюється нелінійно; неможливо подати у вигляді  $y = ax + b$ .

#### 4. Практична діяльність учнів з цифровими інструментами (14-15 хвилин).

Завдання 1 (індивідуально, 4 хвилини). За поданими формулами визначити, чи є функція лінійною:  $y = 3x - 4$ ,  $y = -x + 4$ ,  $y = x^2$ ,  $y = 5$ ,  $y = k/x$ .  
Учень має вказати коротку причину (є  $a$  і  $b$  або графік не є прямою).

Завдання 2 (робота в парах з ІКТ, 7-8 хвилин):

- у Desmos або GeoGebra побудувати  $y = 2x - 1$ ;  $y = -x + 4$ ;  $y = x^2$ .

Порівняти графіки та визначити: де графік є прямою; у якої функції графік зростає, у якої спадає; як розташовані нулі; як впливає коефіцієнт  $b$ .

Завдання 3 (фронтальне, 3 хвилини). На екрані демонструється змішаний набір графіків. Учні визначають: які з них є лінійними; які нелінійними; де графік має точку перетину з віссю  $Oy$ ; де графік має нуль.

#### 5. Рефлексія та підсумок (5 хвилин). Картка рефлексії: – «Що допомогло сьогодні зрозуміти різницю між лінійними та нелінійними залежностями?» «Які функції найзручніше вивчати за допомогою цифрових інструментів?»

Узагальнення: лінійна функція – це  $y = ax + b$ , графік – пряма лінія; нелінійні функції цього вигляду не мають, графік – крива; цифрові інструменти дозволяють швидко порівнювати різні типи графіків і роблять аналіз наочним.

Оцінювання навчальних досягнень (формувальне):

- правильність класифікації функцій (лінійна/нелінійна);
- коректність побудов у Desmos/GeoGebra;
- здатність пояснити вплив коефіцієнтів;
- уміння визначати нулі та точку перетину з віссю  $Oy$ ;

– результати виконання коротких рефлексивних висновків.

Отже, на формувальному етапі педагогічного експерименту було впроваджено цілеспрямоване використання ІКТ у процес вивчення змістової лінії «Функції» відповідно до вимог модельних навчальних програм з алгебри для 7-9 класів. Розроблена програма формувального етапу включала комплекс авторських уроків із застосуванням програмного забезпечення GeoGebra, Desmos та Google Sheets, що забезпечило цілісність, інтерактивність та практичну спрямованість навчального процесу в експериментальній групі. Уроки були зосереджені на формуванні вмінь учнів працювати з різними способами задання функції, візуалізації та аналізі графічних залежностей, моделюванні реальних ситуацій, дослідженні властивостей функцій та виконанні інтерактивних завдань. Застосування ІКТ сприяло розвитку математичної компетентності, необхідної для успішного засвоєння теми функцій у курсі алгебри базової школи.

#### **3.4. Аналіз результатів експериментального дослідження ефективності використання ІКТ для формування математичної компетентності при вивченні змістової лінії «Функції» в курсі математики базової школи (контрольний етап)**

Після проведення формувального етапу педагогічного експерименту виникла потреба узагальнити та проаналізувати зміни, що відбулися в рівні сформованості математичної компетентності учнів щодо вивчення теми «Функції». Метою контрольного етапу було визначити, наскільки використання ІКТ вплинуло на якість засвоєння ключових понять, умінь інтерпретувати та будувати графіки, установлювати функціональні залежності і застосовувати їх у практичних ситуаціях. Для цього результати учнів експериментальної та контрольної груп були зіставлені за чітко визначеними критеріями, що попередньо застосовувалися і на констатувальному етапі, які дали можливість відстежити динаміку змін у рівнях після повторного виконання контрольної

роботи. Результати досліджуваних учнів на контрольному етапі дослідження подано у Додатку Б. Підсумкові кількісні дані після формувального впливу подано у таблиці 3.4, а їх візуальне порівняння відображено на рисунку 3.2.

Таблиця 3.4

**Узагальнені показники за результатами виконання завдань контрольної роботи з теми «Функції» учнями експериментальної та контрольної груп 7 класу після формувального етапу педагогічного дослідження (n = 30)**

Рівні	Експериментальна група (кількість учасників)	%	Контрольна група (кількість учасників)	%
Високий	4	27%	3	20%
Достатній	5	33%	3	20%
Середній	6	40%	7	47%
Низький	0	0%	2	13%



Рис. 3.2. Графічне порівняння результатів виконання завдань контрольної роботи учнями експериментальної та контрольної груп після формувального етапу педагогічного дослідження

На основі аналізу результатів контрольної роботи, проведеної на контрольному етапі педагогічного експерименту, виконаної після завершення формувального етапу педагогічного експерименту, зафіксовано помітні зміни у

структурі навчальних досягнень учнів експериментальної та контрольної груп. Дані дозволили оцінити динаміку впливу впроваджених ІКТ орієнтованих методик на рівень сформованості математичної компетентності в межах змістової лінії «Функції» у 7 класі:

- 4 учні (27%) експериментальної групи та 3 учні (20%) контрольної групи продемонстрували високий рівень навчальних досягнень. Учні змогли повністю та коректно виконати усі завдання, впевнено оперували різними способами задання функції, правильно аналізували графіки і формули та не допускали суттєвих помилок.

Порівняння з констатувальним етапом свідчить, що в експериментальній групі частка таких учнів зросла з 13% до 27%, тоді як у контрольній групі показник залишився стабільним (20%). Таке збільшення у експериментальній групі демонструє позитивний вплив використання ІКТ на розвиток глибшого розуміння функціональних залежностей, зміцнення навичок графічного аналізу і зростання впевненості учнів при застосуванні математичних методів.

- 5 учнів (33%) експериментальної групи та 3 учнів (20%) контрольної групи показали достатній рівень. Виконання ними завдань із поодинокими неточностями свідчить, що ці учні добре опанували матеріал, розуміють суть лінійних функцій, можуть визначати значення за формулою, аналізувати точки перетину та основні властивості графіків.

Порівняно з констатувальним етапом частка учнів достатнього рівня в експериментальній групі зросла з 27% до 33%, тоді як у контрольній групі показник залишився без змін (20%). Збільшення такої частки учнів цього рівня в експериментальній групі вказує на системне покращення якості засвоєння матеріалу та формування стійких умінь застосовувати вивчені поняття у нових ситуаціях, а також про ефективність цифрових інструментів у тренуванні логічних операцій та графічних навичок.

- 6 учнів (40%) експериментальної групи та 7 учнів (47%) контрольної групи виконали контрольну роботу на середньому рівні. Це проявилось у виконанні лише частини завдань або у значній кількості дрібних помилок,

що вказує на часткове розуміння суті функціональної залежності та труднощі з переходами між формулою, графіком і таблицею.

Порівняно з констатувальним етапом, частка учнів середнього рівня в експериментальній групі зменшилася з 47% до 40%, а в контрольній групі зросла з 40% до 47%. Зниження частки таких учнів у експериментальній групі свідчить, що впроваджені ІКТ допомогло перевести значну частину учнів на достатній та високий рівні, тоді як у контрольній групі аналогічної позитивної динаміки не спостерігалось.

- після формульовального етапу у експериментальній групі не залишилося жодного учня (0%) з низьким рівнем, тоді як у контрольній групі зафіксовано 2 таких учнів (13%). Учні цього рівня зазвичай демонстрували несформованість базових понять, труднощі з читанням графіка та повільність у виконанні завдань.

Порівняно з констатувальним етапом в експериментальній групі відбулося зниження показника низького рівня з 13% до 0%, у контрольній групі – з 20% до 13%. Повне усунення низького рівня в експериментальній групі є важливим результатом, що демонструє успішність обраної методики і здатність ІКТ покращувати стартові можливості учнів, зменшуючи кількість тих, хто відчуває суттєві труднощі у навчанні.

- середній бал експериментальної групи після формульовального етапу становив 8,2 бали, що є переходом до стабільного достатнього рівня і значно перевищує попередній показник 6,5 бала. У контрольній групі середній бал підвищився лише з 6,4 до 6,7 бала. Отже, покращення результатів у експериментальній групі є суттєво більшим, що додатково підтверджує істотний вплив ІКТ на якість засвоєння навчального матеріалу і розвиток ключових компонентів математичної компетентності.

Таким чином, контрольний етап педагогічного експерименту засвідчив ефективність використання ІКТ для формування математичної компетентності учнів при вивченні змістової лінії «Функції» в курсі математики базової школи. Аналіз результатів контрольної роботи продемонстрував суттєві позитивні зміни

у структурі навчальних досягнень учнів експериментальної групи порівняно з контрольною. В експериментальній групі значно зросла частка учнів з високим і достатнім рівнями, зменшилася кількість учнів середнього рівня та повністю усунувся низький рівень. Водночас у контрольній групі динаміка була менш вираженою або відсутньою. Середній бал в експериментальній групі істотно підвищився, засвідчуючи перехід до стабільного достатнього рівня, тоді як у контрольній групі зростання було незначним. Отримані результати переконливо доводять, що цілеспрямоване впровадження ІКТ сприяє глибшому розумінню функціональних залежностей, зміцненню графічних навичок, розвитку логічного мислення та підвищенню загальної якості засвоєння навчального матеріалу в межах зазначеної теми.

## ВИСНОВОК

У кваліфікаційній роботі здійснено експериментальне дослідження можливостей реалізації змістової лінії «Функції» в курсі математики базової школи з використанням інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). Отримані результати дослідження стали основою для формулювання наступних висновків:

1. Розкрито сутність математичної компетентності (МК). На основі опрацьованих наукових джерел визначено, що МК є ключовим, інтегративним поняттям шкільної математичної освіти, яка розглядається як здатність застосовувати математичні знання, уміння та способи мислення у різноманітних ситуаціях. Встановлено, що формування МК при вивченні функціональних залежностей передбачає розвиток таких ключових складових, як процедурна, логічна, технологічна, дослідницька та методологічна. Ефективність цього процесу досягається через поєднання традиційних та інноваційних методів навчання, а також практичну спрямованість освіти, що сприяє засвоєнню предметних знань та розвитку загальнокультурного потенціалу учнів.

2. Охарактеризовано ключову роль ІКТ у модернізації курсу математики базової школи. Встановлено, що ІКТ забезпечують інноваційний формат навчання та ефективний розвиток математичної компетентності.

Цифрові інструменти є невіддільним компонентом освітнього процесу, оскільки вони підсилюють якість підготовки, забезпечуючи:

- Індивідуалізацію та розвиток самостійності.
- Підвищення ефективності занять та інтерактивності.
- Використання ІКТ створює умови для трансформації навчального процесу та формування сучасного математичного мислення, орієнтованого на дослідження та моделювання.

3. Розглянуто специфіку програмних засобів, застосовуваних для забезпечення навчання змістової лінії «Функції». З'ясовано, що спеціалізоване

ПЗ відіграє ключову роль, забезпечуючи наочність, динамічність і дослідницький характер навчання.

Провідне значення мають динамічні математичні середовища (GeoGebra, Desmos) та цифрові інструменти (Google Sheets), які підтримують побудову графіків, моделювання залежностей і обчислення. Інструменти візуалізації дозволяють представляти статистичні дані, розширюючи дидактичні можливості.

Важливими також є інструменти контролю та формувального оцінювання, які оптимізують роботу вчителів і забезпечують своєчасний зворотний зв'язок.

4. Здійснено Аналіз змістової лінії «Функції» (програми «Алгебра. 7-9 класи») продемонстрував методично обґрунтований та послідовний підхід.

Простежується чітка логіка змісту за класами: від первинних понять (7 клас) до опанування властивостей (8 клас) та систематизації/аналітичних умінь (9 клас).

Акцент зроблено на графічному представленні функцій та їх застосуванні як математичних моделей реальних процесів. Таке розгортання забезпечує цілісність, наступність і практичну спрямованість навчання.

5. Проведено дослідження ефективності методики використання ІКТ. Визначене дослідження мало чітку структуру та поетапність (констатувальний, формувальний та контрольний етапи) і проводилося на базі ЗЗСО з залученням учнів 7 класу, розподілених на контрольну та експериментальну групи.

Констатувальний етап діагностики засвідчив загальну недостатню сформованість знань, умінь та навичок учнів 7 класу щодо функціональних залежностей. Результати контрольної роботи виявили фрагментарність теоретичних знань та труднощі з інтерпретацією графіків, що підтвердило необхідність удосконалення навчального процесу шляхом впровадження засобів ІКТ.

На формувальному етапі було застосовано цілеспрямоване використання ІКТ у процес вивчення змістової лінії «Функції». Використана програма

включала комплекс уроків із застосуванням програмного забезпечення GeoGebra, Desmos та Google Sheets, які забезпечили цілісність, інтерактивність та практичну спрямованість навчального процесу в експериментальній групі.

Контрольний етап дослідження однозначно засвідчив ефективність використання ІКТ для формування МК учнів. Аналіз результатів контрольної роботи продемонстрував суттєві позитивні зміни у структурі навчальних досягнень учнів експериментальної групи порівняно з контрольною, зокрема: зафіксовано значне зростання частки учнів з високим і достатнім рівнями та усунення низького рівня. Середній бал в експериментальній групі істотно підвищився, засвідчуючи перехід до стабільного достатнього рівня.

Запропонована методика використання ІКТ для реалізації змістової лінії «Функції» забезпечує цілісну інтеграцію цифрових інструментів у навчальний процес, підсилює розуміння учнями математичних понять та сприяє ефективному формуванню предметної і ключових компетентностей. Отримані результати доводять, що цілеспрямоване впровадження ІКТ сприяє глибшому розумінню функціональних залежностей, зміцненню графічних навичок, розвитку логічного мислення та підвищенню загальної якості засвоєння навчального матеріалу.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Беженар В.П., Варбанець С.В. Аналіз можливостей он-лайн підтримки розв'язання диференціальних рівнянь у природознавстві. Інформатика, інформаційні системи та технології: тези доповідей тринадцятої всеукраїнської конференції студентів і молодих науковців (Одеса, 8 квітня 2016 р.). Одеса: ОНУ імені І.І. Мечникова, 2016. С. 11-12.
2. Бурда М.І., Тарасенкова Н.А., Васильєва Д.В. Модельна навчальна програма «Алгебра. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти. Інститут модернізації змісту освіти МОН України. URL: <https://imzo.gov.ua/model-ni-navchal-ni-prohramy/matematychna-osvitnia-haluz/algebra> (дата звернення: 05.11.2025).
3. Вагіс А. Формування математичної компетентності майбутніх вчителів початкових класів засобами навчально-дослідницької діяльності. Проблеми підготовки сучасного вчителя, 2015. Вип. 11 (1). С. 93-98.
4. Величко В.Є., Сенчук І.В. Формування математичної компетентності учнів в процесі вивчення теми «Похідна та її застосування». Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ, 2024. Вип. 14. С. 106-114.
5. Воронова І.В., Турка Т.В., Стюпкін А.В. Використання динамічного середовища у навчанні математики. Духовність особистості: методологія, теорія і практика, 2020. Вип. 6. С. 29-40.
6. Вороновська Л.П. Розвиток математичної компетентності майбутніх фахівців будівництва та цивільної інженерії. Педагогічна Академія: наукові записки, 2025. № 17. URL: <https://pedagogical-academy.com/index.php/journal/article/view/833> (дата звернення: 05.11.2025).
7. Воротникова І.П. Інформаційно-освітнє середовище для реалізації різних форм навчання у сучасній школі. Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах, 2014. Вип. 54. С. 3-10.
8. Года Т.Ю. Особливості використання сучасних технологій для вивчення тригонометричних функцій. Матеріали міжнародної науково-

методичної конференції «Проблеми математичної освіти» (ПМО - 2023), (м. Черкаси, 6-7 квітня 2023 р.). Черкаси: Вид. від. ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2023. С. 159-160.

9. Годлевська К.В. Information and communication technologies in the preparation of primary school teachers at universities in Hungary. Вища освіта України. Тематичний випуск «Педагогіка вищої школи: методологія, теорія, технології», 2014. № 3 (2). Р. 111-114.

10. Декларація принципів «Побудова інформаційного суспільства – глобальне завдання у новому тисячолітті». URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_c57#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_c57#Text) (дата звернення: 05.11.2025).

11. Деньга Н.М. Сутність та структура математичної компетентності. Актуальні питання сучасної педагогіки: творчість, майстерність, професіоналізм : матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (19 березня 2021 року, м. Кременчук). Кременчук: Методичний кабінет, 2021. С. 543-550.

12. Державний стандарт базової і повної загальної освіти : Постанова Кабінету Міністрів України від 23.11.2011. № 1392. Відомості Верховної Ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-п#Text> (дата звернення: 05.11.2025).

13. Доманецька І., Федусенко О., Іларіонов О., Красовська Г. LMS Moodle як засіб організації середовища здобуття педагогами післядипломної освіти. Інформаційні технології і засоби навчання, 2024. № 99 (1). С. 209-228.

14. Донченко С.В., Білаш С.М. Використання інформаційно-комунікаційних технологій в освіті. The 2nd International scientific and practical conference «Modern problems of science, education and society». Kyiv, 2023. Р. 515-519.

15. Задорожня О.І. Сутність поняття «інформаційно-комунікаційні технології». Педагогічний альманах, 2022. Вип. 52. С. 37-43.

16. Заїка О.В. Використання Desmos і Geogebra під час вивчення кривих в курсі диференціальної геометрії. Габітус, 2024. Вип. 70. Т. 1. С. 29-34.

17. Захарова Г., Лемешко К. Теоретичний аналіз визначення математичної компетентності учнів у роботах українських та зарубіжних вчених. Освіта. Інноватика. Практика: науковий журнал / редкол.: О.В. Семеніхіна (гол.ред.) [таін.]. Суми: СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2022. Т. 10. № 7. С. 32-38.
18. Істер О.С. Алгебра : підруч. для 7-го кл. закл. заг. серед. освіти. Київ: Генеза, 2024. 288 с.
19. Істер О.С. Модельна навчальна програма «Алгебра. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти. Інститут модернізації змісту освіти МОН України. URL: <https://imzo.gov.ua/model-ni-navchal-ni-prohramy/matematychna-osvitnia-haluz/algebra> (дата звернення: 05.11.2025).
20. Коваль Т.І., Бесклінська О.П. Використання засобів візуалізації для створення електронних освітніх ресурсів у процесі навчання математичних дисциплін у закладах вищої освіти. Інформаційні технології і засоби навчання, 2020. Т. 77. № 3. С. 145-161.
21. Козанчин А.Ю. Застосування ІКТ в процесі практико-орієнтованої діяльності учнів початкової школи (Application of the informational and communicative technologies in the process of practice-oriented activity of primary school pupils) : кваліфікаційна робота (проект) на здобуття ступеня вищої освіти «магістр» / А.Ю. Козанчин ; наук. керівник к. пед. н., доц. Н.М. Борисенко ; Міністерство освіти і науки України ; Херсонський держ. ун-т, Педагогічний факультет, Кафедра теорії та методики дошкільної та початкової освіти. Херсон: ХДУ, 2021. 66 с.
22. Козлова О. Викладання математики в 5-6 класах у світлі сучасних вимог. Математика у школі і житті: надбання і перспективи. Частина І. 5-6 класи / авторукладач О.М. Козлова. Черкаси: ЧОПООП, 2020. С. 4-8.
23. Кононець М.О. Роль соціально-гуманітарних дисциплін в процесах формування аксіосфери вищих учбових закладів. Інформаційне право: сучасні виклики і шляхи розвитку : матеріали першої наук.-практ. конф. КПІ ім. Ігоря Сікорського / упоряд. В.М. Фурашев, С.Ю. Петряєв. К.: Вид-во «Політехніка», 2018. С.129-132.

24. Кошелєв О. Формування математичної компетентності майбутніх учителів початкової школи в дослідницькій діяльності. Професіоналізм педагога: теоретичні й методичні аспекти, 2018. Вип. 8 (1). С. 100-108.

25. Кулій Д. Використання тестових платформ для оцінювання навчальних досягнень учнів. Матеріали студентської наукової конференції Чернівецького національного університету (20-21 квітня 2021 року). Математичний факультет. Чернівці: Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2021. С. 40-41.

26. Машталер В., Правіцка Н.С. Використання педагогічних програмних засобів навчання при вивченні задач на побудову. Тези доповідей студентської наукової конференції Чернівецького національного університету (12-15 травня 2025 року). Факультет математики та інформатики / Мартинюк О.В, Оніпа Д.П, Яшан Б.О., Юрійчук А.О., Правіцка Н.С. Чернівці: Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2025. С. 124-125.

27. Мерзляк А.Г., Номіровський Д.А., Пихтар М.П., Рубльов Б.В., Семенов В.В., Якір М.С. Модельна навчальна програма «Алгебра. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти. Інститут модернізації змісту освіти МОН України. URL: <https://imzo.gov.ua/model-ni-navchal-ni-prohramy/matematychna-osvitnia-haluz/alhebra> (дата звернення: 05.11.2025).

28. Мерзляк А.Г., Якір М.С. Алгебра : підруч. для 7 кл. закладів заг. серед. Освіти. Харків: Гімназія, 2024. 352 с.

29. Модельна навчальна програма «Геометрія. 7-9 класи» для закладів загальної середньої освіти / авт. Панченко С.Ю. – Міністерство освіти і науки (МОН) України. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/Navchalni.prohramy/2023/Model.navch.prohr.5-9.klas/Matem.osv.galuz-2023/Neometriya.7-9.kl.Panchenko.12.09.2023.pdf> (дата звернення: 05.11.2025).

30. Модельна навчальна програма «Алгебра. 7-9 класи» для закладів загальної середньої освіти / авт. Мерзляк А.Г., Номіровський Д.А., Пихтар М.П., Рубльов Б.В., Семенов В.В., Якір М.С. – Міністерство освіти і науки (МОН)

України. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/Navchalni.prohramy/2023/Model.navch.prohr.5-9.klas/Matem.osv.galuz-2023/Alhebra.7-9.klas.Merzlyak.30.08.2023.pdf> (дата звернення: 05.11.2025).

31. Модельна навчальна програма «Математика. 5-6 класи» для закладів загальної середньої освіти / авт. Бурда М.І., Васильєва Д.В. – Міністерство освіти і науки (МОН) України. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/Navchalni.prohramy/2021/14.07/Model.navch.prohr.5-9.klas.NUSH-poetar.z.2022/Matem.osv.galuz-5-6-kl/Matem.5-6-kl.Burda.Vasileva.14.07.pdf> (дата звернення: 05.11.2025).

32. Модельна навчальна програма «Математика. 7-9 класи» для закладів загальної середньої освіти / авт. Васишин М.С., Милян А.І., Працьовитий М.В., Простакова Ю.С., Школьний О.В. – Міністерство освіти і науки (МОН) України. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/Navchalni.prohramy/2023/Model.navch.prohr.5-9.klas/Matem.osv.galuz-2023/Matematyka.7-9.kl.Vasylyshyn.ta.in.26.07.2023.pdf> (дата звернення: 05.11.2025).

33. Національний інформаційний центр академічної мобільності ENIC UKRAINE про базову середню освіту – Державне підприємство «Інформаційно-іміджевий центр» Міністерства освіти і науки України. URL: [https://enic.in.ua/index.php/ua/systema-osvity/serednia-osvita/bazova-serednia-osvita#:~:text=Базова%20середня%20освіта%20\(5-9,освіти%20та%20обрання%20профілю%20навчання.](https://enic.in.ua/index.php/ua/systema-osvity/serednia-osvita/bazova-serednia-osvita#:~:text=Базова%20середня%20освіта%20(5-9,освіти%20та%20обрання%20профілю%20навчання.) (дата звернення: 05.11.2025).

34. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи. Київ, 2016. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> (дата звернення: 05.11.2025).

35. Нова українська школа: poradnik dla vchytelja / під заг. ред. Бібік Н.М. Київ: ТОВ «Видавничий дім «Плеяди», 2017. 206 с. URL:

<https://nus.org.ua/wp-content/uploads/2017/11/NUSH-poradnyk-dlya-vchytelya.pdf>  
(дата звернення: 05.11.2025).

36. Окінавська хартія глобального інформаційного суспільства. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/998\\_163#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/998_163#Text) (дата звернення: 05.11.2025).

37. Омельчук С.А., Степанова М.О. Трансформація структури сучасного уроку української мови в умовах дистанційного навчання. Педагогічні науки : збірник наукових праць, 2021. № 97. С. 12-21.

38. Платонова О. Використання систем управління завданнями та проектами в освітньому процесі вищих навчальних закладів. Наукова діяльність як шлях формування професійних компетентностей майбутнього фахівця (НПК-2024) : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (5-6 грудня 2024 р., м. Суми). Суми: СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2024. С. 112-114.

39. Попель М.В. Організація навчання математичних дисциплін у SageMathCloud: навчальний посібник. – 2-ге вид., виправлене. Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики. Кривий Ріг: Видавничий відділ ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2016. Т. 14. Вип. 1 (38) : спецвипуск «Навчальний посібник у журналі». 111 с.

40. Про освіту: Закон України в редакції від 24.09.2022. № 2457-IX. Відомості Верховної Ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> (дата звернення: 05.10.2025).

41. Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки: Закон України від 09.01.2007. № 12. Відомості Верховної Ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/537-16#Text> (дата звернення: 05.11.2025).

42. Про повну загальну середню освіту : Закон України в редакції від 01.07.2022. № 2315–IX. Відомості Верховної Ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20#Text> (дата звернення: 05.11.2025).

43. Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до

2029 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 14.12.2016 № 988-р.  
URL: <https://www.kmu.gov.ua/npras/249613934> (дата звернення: 05.11.2025).

44. Про схвалення Концепції розвитку цифрових компетентностей та затвердження плану заходів з її реалізації : Розпорядження Кабінету Міністрів України 03.03.2021. № 167-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/167-2021-r#n13> (дата звернення: 05.11.2025).

45. Стан та шляхи підвищення якості шкільної природничо-математичної освіти в Україні. Аналітико-методичні матеріали / кол. автор. ; за загальною редакцією О.М. Топузова ; укл. М.В. Головка. Київ: Інститут педагогіки НАПН України: Педагогічна думка, 2021. 116 с.

46. Тарасенкова Н.А., Бурда М.І. Методологічні засади розробки системи засобів навчання математики. Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ ПЛЮС – 2017» : матеріали II міжнар. дистанц. наук.-метод. конф. (березень 2017 р., м. Суми). Суми: ФОП Цьома С. П. С. 52-53.

47. Хом'юк І., Кирилашук С., Хом'юк В. Застосування інформаційно-комунікаційних технологій у процесі навчання вищої математики у технічних ЗВО. Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету ім. Михайла Коцюбинського. Серія: Педагогіка і психологія : збірник наукових праць / ред. кол.: А.М. Коломієць, В.І. Шахов, О.В. Акімова, В.М. Галузьяк, Н.І. Лазаренко та ін. Вінниця: ВДПУ ім. М. Коцюбинського, 2022. Вип. 69. С. 38-45.

48. Шевчук Л.Д., Гайдаш Б.Л. Формування предметних компетентностей майбутніх вчителів на прикладі хмаро орієнтованих технологій. Габітус, 2019. Вип. 13. Т. 1. С. 201-207.

49. Шроль Т.С. Формування ІКТ-компетентності майбутніх учителів математики : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04; Нац. акад. пед. наук України. Київ, 2017. 354 с.

50. Ягоднікова В.В., Колесова О.А. Використання ІКТ-технологій в інформаційноосвітньому середовищі в умовах дистанційного навчання. Журнал «Наукові інновації та передові технології» (Серія «Управління та

адміністрування», Серія «Право», Серія «Економіка», Серія «Психологія», Серія «Педагогіка»): журнал. К.: «Наукові перспективи», 2023. № 10 (24). С. 753-763.

## ДОДАТОК А

**Результати діагностики рівнів сформованості математичної компетентності учнів 7 класу з теми «Функції» до формувального експерименту (за результатами виконання контрольної роботи)**

Таблиця А.1

№ п\п	Ім'я досліджуваного	Вправа №1	Вправа №2	Вправа №3	Вправа №4	Вправа №5	Всього за контрольну роботу (бали)	Рівні
	Експериментальна група							
1	Максим	2	2	2	1	1	8	достатній
2	Влад Н.	2	3	3	1	2	11	високий
3	Олена Т.	2	1	2	0	0	5	середній
4	Коля	2	2	2	1	2	9	достатній
5	Мирослава	1	0	1	0	0	2	низький
6	Андрій	2	1	1	1	0	5	середній
7	Денис	1	1	2	1	1	6	середній
8	Настя	2	2	2	0	2	8	достатній
9	Діма С.	2	1	3	1	1	8	достатній

10	Микита	0	1	1	0	0	2	низький
11	Юля К.	1	1	2	0	1	5	середній
12	Марія	2	1	1	1	1	6	середній
13	Денис	1	1	2	1	0	5	середній
14	Рома	2	0	2	1	1	6	середній
15	Андрій	2	3	3	1	3	12	високий
	Середній бал по групі						6,5	
	Контрольна група							
16	Артем	2	1	1	1	1	6	середній
17	Дмитро Л.	2	3	3	1	2	11	високий
18	Наташа	1	0	1	0	0	2	низький
19	Єгор	2	2	2	0	1	7	достатній
20	Юля Д.	1	1	2	0	1	5	середній
21	Влад П.	2	2	3	2	2	11	високий
22	Оля	2	1	1	1	1	6	середній
23	Марія	1	1	2	1	0	5	середній
24	Віка	2	2	2	1	1	8	достатній
25	Женя Н.	0	1	1	0	0	2	низький

26	Саша	2	1	1	0	1	5	середній
27	Микита	2	3	3	1	3	12	високий
28	Діма Н.	1	1	2	1	1	6	середній
29	Софія	2	2	2	0	2	8	достатній
30	Олена С.	1	0	1	0	0	2	низький
	Середній бал по групі						6,4	

## ДОДАТОК Б

**Результати діагностики рівнів сформованості математичної компетентності учнів 7 класу з теми «Функції» після формувального експерименту (за результатами виконання контрольної роботи)**

Таблиця Б.1

№ п\п	Ім'я досліджуваного	Вправа №1	Вправа №2	Вправа №3	Вправа №4	Вправа №5	Всього за контрольну роботу (бали)	Рівні
	Експериментальна група							
1	Максим	2	3	3	1	2	11	високий
2	Влад Н.	2	3	3	2	2	12	високий
3	Олена Т.	2	2	2	1	1	8	достатній
4	Коля	2	2	2	1	2	9	достатній
5	Мирослава	2	1	2	0	1	6	середній
6	Андрій	2	1	1	1	1	6	середній
7	Денис	2	2	2	1	1	8	достатній
8	Настя	2	3	3	1	2	11	високий
9	Діма С.	2	2	3	1	1	9	достатній

10	Микита	2	1	2	0	1	6	середній
11	Юля К.	1	1	2	1	0	5	середній
12	Марія	2	1	1	1	1	6	середній
13	Денис	2	2	2	0	2	8	достатній
14	Рома	2	1	2	0	1	6	середній
15	Андрій	2	3	3	2	2	12	високий
	Середній бал по групі						8,2	
	Контрольна група							
16	Артем	2	1	2	0	1	6	середній
17	Дмитро Л.	2	3	3	1	2	11	високий
18	Наташа	1	0	1	0	0	2	низький
19	Єгор	2	2	2	1	1	8	достатній
20	Юля Д.	1	1	2	0	1	5	середній
21	Влад П.	2	2	3	2	2	11	високий
22	Оля	2	1	2	0	1	6	середній
23	Марія	1	1	2	1	0	5	середній
24	Віка	2	2	2	1	1	8	достатній

25	Женя Н.	0	1	1	0	0	2	низький
26	Саша	2	1	1	1	1	6	середній
27	Микита	2	3	3	1	3	12	високий
28	Діма Н.	1	1	2	1	1	6	середній
29	Софія	2	2	2	1	1	8	достатній
30	Олена С.	1	1	2	0	1	5	середній
	Середній бал по групі						6,7	

## ДОДАТОК В

## Контрольна робота з теми «Функції» для 7 класу ЗЗСО

(для констатувального і контрольного етапів педагогічного експерименту)

## Варіант А

1. Чи пов'язані між собою периметр рівностороннього трикутника та його сторона? Якщо сторона трикутника дорівнює  $a$ , а периметр –  $P$ , то якою формулою можна задати залежність змінної  $P$  від змінної  $a$ ? Чи є ця залежність функціональною? – (А. Мерзляк, с. 193; Вправа № 838).

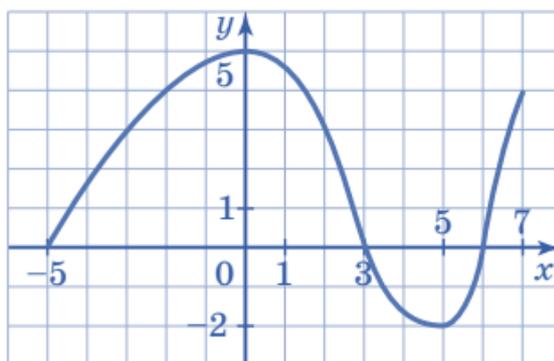
2. Прочитайте запис і вкажіть аргумент функції та залежну змінну: – (А. Мерзляк, с. 207; Вправа № 876).

$$s(t) = 70t$$

$$V(a) = a^3$$

3. Користуючись графіком функції  $y = f(x)$ , поданим на малюнку, заповніть таблицю: – (А. Мерзляк, с. 219; Вправа № 915).

x	–	–	0	2	6	7
	3	2				
f(x)						



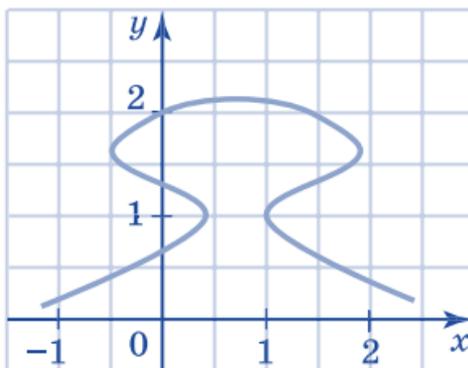
4. Чи є лінійною функція, задана формулою: – (А. Мерзляк, с. 233; Вправа № 951).

$$y = 3x - 2$$

$$y = x/3 + 2$$

$$y = 0$$

5. Чи є фігура на малюнку графіком деякої функції? – (О. Істер, с. 195; Вправа № 1030).



*Варіант Б*

1. Чи залежить периметр квадрата від довжини його сторони? Чи є периметр квадрата функцією від довжини сторони квадрата? Якщо так, то задайте цю функцію формулою (сторона квадрата дорівнює  $a$ ). – (О. Істер, с. 195; Вправа № 1030).

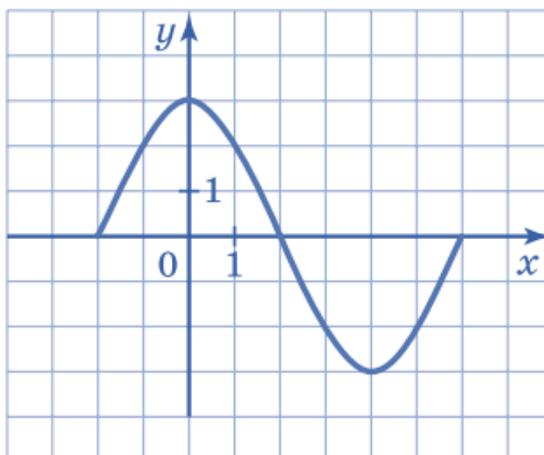
2. Функцію задано формулою  $y = -2x$ . – (О. Істер, с. 195; Вправа № 1030).

– яка змінна є незалежною, а – яка залежною?

– знайдіть значення функції, що відповідають значенням аргументу  $-3; 0; 8$ .

3. Користуючись графіком функції  $y = f(x)$ , зображеним на малюнку, заповніть таблицю: – (А. Мерзляк, с. 219; Вправа № 916).

$x$	-	-	0	1	2	3	4	5	6
	2	1							
$f(x)$									



4. Чи є лінійною функція: – (О. Істер, с. 200; Вправа № 1036).

$$y = 2x - 3$$

$$y = 4/x$$

$$y = 3$$

5. Побудуйте графік функції  $y = 3x + 1$ . – (А. Мерзляк, с. 234; Вправа № 959).

## АНОТАЦІЯ

Подвиг К. С. Реалізація змістової лінії «функції» в курсі математики базової школи з використанням ІКТ. Магістерська робота освітнього рівня – магістр. Спеціальність 014 Середня освіта (Математика). Волинський національний університет імені Лесі Українки. Кафедра теорії функцій та методики навчання математики. Луцьк, 2025.

Магістерська робота присвячена методиці реалізації змістової лінії «Функції» в курсі математики базової школи з використанням інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). У першому розділі розкрито поняття математичної компетентності (МК), визначено роль ІКТ та проаналізовано спеціалізоване програмне забезпечення. Другий розділ містить порівняльний аналіз змістового наповнення лінії «Функції» в чинних модельних навчальних програмах з алгебри для 7–9 класів. У третьому розділі описано організацію та етапи дослідження. Здійснено аналіз результатів, що підтверджує ефективність використання ІКТ для формування математичної компетентності.

Ключові слова: Функції, математична компетентність, базова школа, ІКТ, GeoGebra, Desmos, методика навчання, експериментальне дослідження.

## ANNOTATION

Podvig K. S. Implementation of the Content Line "Functions" in the Basic School Mathematics Course Using ICT. Master's Thesis for the degree of Master of Education. Specialty 014 Secondary Education (Mathematics). Lesya Ukrainka Volyn National University. Department of Function Theory and Methods of Teaching Mathematics. Lutsk, 2025.

The master's thesis is devoted to the methodology of implementing the content line "Functions" in the basic school mathematics course using information and communication technologies (ICT). The first chapter reveals the concept of mathematical competence (MC), defines the role of ICT, and analyzes specialized software. The second chapter contains a comparative analysis of the content of the "Functions" line in current model curricula for algebra for grades 7–9. The third chapter describes the organization and stages of the research. The analysis of the results confirms the effectiveness of using ICT to develop mathematical competence.

Keywords: Functions, mathematical competence, basic school, ICT, GeoGebra, Desmos, teaching methodology, experimental research.