

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

**Фізико-математичний факультет
Кафедра математики та методики її навчання**

Кваліфікаційна робота

**ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ
НАВЧАННЯ ГЕОМЕТРІЇ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ УЧНІВ 8 КЛАСУ**

**Спеціальність 014 Середня освіта
Освітня програма Середня освіта (Математика, фізика)**

**Здобувача вищої освіти освітньо-
кваліфікаційного рівня «магістр»
Кондратюк Софії Сергіївни**

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:
кандидат фізико-математичних наук, доцент
Хохлова Лариса Григорівна

РЕЦЕНЗЕНТ:
кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри математики
Кам'янець-Подільського національного
університету імені Івана Огієнка
Сморжевський Юрій

Тернопіль-2025

АНОТАЦІЯ

Кондратюк С. С. Використання комп'ютерного моделювання для навчання геометрії у процесі навчання учнів 8 класу. Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня «магістр» зі спеціальності 014 Середня освіта (Математика). ТНПУ імені Володимира Гнатюка. Тернопіль, 2025. 51 с. У роботі розглянуто використання комп'ютерного моделювання у навчанні геометрії учнів 8 класу, проаналізовано можливості GeoGebra та досліджено ефективність його застосування в умовах Нової української школи.

Ключові слова: комп'ютерне моделювання, GeoGebra, навчання геометрії.

ABSTRACT

Kondratiuk S. S. The use of computer modelling for teaching Geometry in the learning process of 8th grade students. Master's qualification thesis in the specialty 014 Secondary Education (Mathematics). Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Ternopil, 2025. 51 p.

The thesis examines the use of computer modeling in teaching geometry to 8th-grade students, analyzes the capabilities of GeoGebra, and investigates the effectiveness of its application in the context of the New Ukrainian School.

Keywords: computer modeling, GeoGebra, geometry teaching.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ I. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У НАВЧАННІ ГЕОМЕТРІЇ.....	7
1.1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У НАВЧАННІ ГЕОМЕТРІЇ.....	7
1.2 GEOGEBRA ЯК ІНСТРУМЕНТ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У НАВЧАННІ ГЕОМЕТРІЇ.....	15
1.3 ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ GEOGEBRA НА УРОКАХ ГЕОМЕТРІЇ.....	18
РОЗДІЛ II. МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ НАВЧАННЯ ГЕОМЕТРІЇ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ УЧНІВ 8 КЛАСУ.....	23
2.1 АНАЛІЗ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ З ГЕОМЕТРІЇ ДЛЯ 8 КЛАСУ.....	23
2.2 РОЗРОБКА НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ УРОКІВ З ГЕОМЕТРІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ.....	25
2.3 ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ГЕОМЕТРІЇ.....	40
ВИСНОВКИ.....	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	49

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Сучасний етап розвитку освіти в Україні відзначається активним впровадженням цифрових технологій у навчальний процес. Зокрема, використання комп'ютерного моделювання поступово стає одним із провідних напрямів модернізації навчання, адже воно дає змогу поєднати теоретичні знання з практичним дослідженням, створюючи умови для візуалізації, експериментування та глибшого розуміння навчального матеріалу. У шкільному курсі математики саме геометрія є тим розділом, де наочність і просторове мислення відіграють ключову роль. Учням 8 класу необхідно не лише запам'ятовувати означення та теореми, а й уміти уявляти об'єкти в просторі, встановлювати між ними зв'язки, доводити властивості фігур. Традиційні засоби навчання, такі як: плакати, креслення на дошці, статичні малюнки в підручниках, не завжди забезпечують достатню гнучкість і динаміку для розуміння складних геометричних залежностей. Комп'ютерне моделювання дозволяє учням не просто спостерігати за готовими зображеннями, а активно брати участь у побудові моделей, змінювати параметри, аналізувати результати та робити власні висновки. Таке навчання стає дослідницьким, інтерактивним і особистісно орієнтованим. Використання програмних засобів, таких як GeoGebra, Cabri 3D, Cinderella чи SketchUp, дає змогу створювати динамічні моделі, які допомагають формувати глибше розуміння властивостей геометричних фігур, просторових відношень і теорем. В умовах реалізації Концепції Нової української школи (НУШ) особливого значення набуває формування ключових компетентностей, зокрема математичної, інформаційно-цифрової та інноваційної. Комп'ютерне моделювання повністю відповідає цим вимогам, адже воно сприяє розвитку критичного мислення, логіки, вмінню працювати з цифровими інструментами, а також навчає учнів застосовувати знання на практиці. Таким чином, актуальність теми дослідження полягає в необхідності підвищення ефективності навчання геометрії шляхом використання комп'ютерного моделювання як інноваційного педагогічного інструменту, що поєднує візуальність, інтерактивність і практичну діяльність учнів.

Об'єкт дослідження: процес навчання геометрії учнів 8 класу в закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження: використання комп'ютерного моделювання як засобу підвищення ефективності навчання геометрії у 8 класі.

Мета дослідження: теоретично обґрунтувати та дослідити ефективність використання комп'ютерного моделювання для формування в учнів 8 класу геометричних понять і розвитку просторового мислення.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати психолого-педагогічні основи навчання геометрії у 8 класі.
2. Розкрити сутність і дидактичні можливості комп'ютерного моделювання у процесі навчання.
3. Охарактеризувати програмні засоби для створення комп'ютерних моделей.
4. Обґрунтувати методичні підходи до використання комп'ютерного моделювання у навчанні геометрії.
5. Дослідити ефективність використання комп'ютерного моделювання для навчання геометрії у процесі навчання учнів 8 класу.

Методи дослідження:

- **теоретичні:** аналіз і узагальнення науково-методичної літератури з проблеми, систематизація педагогічного досвіду, порівняльний аналіз традиційних і інноваційних методів навчання геометрії;
- **емпіричні:** спостереження за навчальним процесом, анкетування, бесіди з учителями й учнями, педагогічний експеримент;
- **математичні та статистичні:** кількісна обробка результатів експерименту, аналіз динаміки рівнів засвоєння навчального матеріалу.

Практичне значення дослідження: результати роботи можуть бути використані вчителями математики основної школи для підвищення ефективності уроків геометрії, організації інтерактивних занять і проведення факультативів. Розроблені матеріали можуть застосовуватись у дистанційному

та змішаному навчанні, під час підготовки до контрольних робіт і тематичного оцінювання.

Структура роботи: магістерська робота складається зі вступу, двох розділів, висновків, списку використаних джерел.

РОЗДІЛ І. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У НАВЧАННІ ГЕОМЕТРІЇ

1.1. Сутність і роль комп'ютерного моделювання у сучасній освіті

Моделювання є одним із ключових методів наукового пізнання, що дозволяє людині вивчати складні об'єкти, процеси або явища опосередковано, тобто через створення їхніх спрощених аналогів, а саме моделей. Сутність цього методу полягає у відтворенні найбільш істотних властивостей, структурних особливостей або функціональних зв'язків об'єкта, з метою дослідження його поведінки в різних умовах. У педагогічній практиці моделювання розглядається не лише як засіб наукового пізнання, а й як ефективний дидактичний інструмент, що сприяє розвитку мислення учнів, формуванню уявлень про просторові відношення, закономірності та структури.

Застосування моделей у навчанні дозволяє конкретизувати абстрактні математичні поняття, полегшуючи їх сприйняття та розуміння. Особливо це важливо у вивченні геометрії, де поняття мають значний рівень абстракції, а візуалізація є основною умовою ефективного засвоєння знань. Модель у найзагальнішому вигляді можна визначити як штучно створений об'єкт (матеріальний або ідеальний), який відображає найсуттєвіші властивості та структуру реального об'єкта, процесу або явища, з метою їхнього вивчення. Модель не дублює об'єкт повністю, а відображає лише ті риси, які є суттєвими для конкретного дослідження чи навчального завдання.

Саме завдяки цьому модель виступає посередником між теорією і практикою, сприяючи переходу від абстрактних понять до конкретних прикладів і навпаки. У контексті шкільного навчання модель виконує кілька важливих функцій, таких як: ілюстративна, забезпечуючи наочність навчального матеріалу; пізнавальна, допомагаючи учням самостійно відкривати закономірності; тренувальна, створюючи умови для відпрацювання навичок побудови, вимірювання, дослідження; контрольнo-корекційна, коли модель використовується для перевірки гіпотез і виправлення помилкових уявлень.

Таким чином, моделювання є не лише допоміжним засобом, а повноцінним методом навчальної діяльності, що поєднує логічне мислення, спостереження, експеримент та аналіз. У сучасній педагогіці й інформатиці виділяють кілька основних видів моделей, що застосовуються у навчальному процесі: статичні, динамічні та інтерактивні. Кожен тип має свої особливості, дидактичні можливості та сфери застосування. Наприклад, статичні моделі відображають стан об'єкта у певний момент часу, без можливості змінювати його параметри. Вони показують структуру, форму або взаємне розташування елементів.

У навчанні геометрії це можуть бути: креслення геометричних фігур, плакати з ілюстраціями теорем, зображення трикутників, багатокутників, тіл обертання, моделі з дроту, паперу або пластику. Такі моделі дозволяють учням закріпити візуальне уявлення про геометричні об'єкти, сформувати правильне сприйняття простору та пропорцій. Наприклад, при вивченні теми «Трикутники» статична модель допомагає показати рівність сторін, кутів, ознаки рівності, тоді як у темі «Паралельність прямих» вона використовується для демонстрації властивостей паралельних ліній. Якщо взяти до уваги динамічні моделі, то вони показують зміну об'єкта в часі або під дією певних параметрів.

У геометрії такі моделі дозволяють, наприклад, спостерігати: рух точки по колу, обертання фігури навколо осі, зміну кута нахилу прямої, процес побудови трикутника при зміні довжини його сторін. Завдяки динамічним моделям учні не просто бачать результат, а розуміють процес, що до нього призводить. Це формує логічне мислення та сприяє кращому засвоєнню зв'язків між геометричними елементами. Наприклад, при вивченні теми «Кути, утворені при перетині двох прямих», динамічна модель дозволяє змінювати положення прямих і спостерігати, як при цьому змінюються кути, залишаючись рівними або суміжними. Також існують інтерактивні моделі. Це найсучасніший і найефективніший тип моделей, що передбачає активну участь користувача у взаємодії з об'єктом. Учень може змінювати параметри, пересувати точки, обертати фігури, спостерігати результат змін і робити власні висновки.

Такий тип моделювання реалізується переважно у цифровому середовищі за допомогою спеціальних програм, наприклад GeoGebra, Cabri Geometry, Desmos, Graphmatica тощо. Інтерактивне моделювання відкриває нові можливості для вивчення геометрії, а саме створює умови для дослідницького навчання, коли учень самостійно перевіряє гіпотези; стимулює мотивацію через залучення елементів гри й експерименту; дозволяє вчителю індивідуалізувати навчання, адаптуючи завдання під рівень кожного учня; сприяє розвитку просторового мислення, аналітичних і конструктивних умінь.

Завдяки використанню інтерактивних моделей школяр не просто засвоює готові знання, а відкриває їх самостійно, експериментуючи з параметрами об'єкта. Наприклад, у середовищі GeoGebra учень може змінювати довжини сторін трикутника й одразу бачити, як це впливає на його кути, що формує інтуїтивне розуміння теореми синусів або властивостей рівнобедреного трикутника.

Вцілому, комп'ютерне моделювання об'єднує всі три типи моделей — статичні, динамічні та інтерактивні в єдиному цифровому середовищі. Це дає змогу не лише демонструвати фігуру, а й керувати нею, досліджувати її властивості, порівнювати результати й робити узагальнення. Наприклад, при вивченні теми «Площі многокутників» учитель може створити в GeoGebra модель, де учень змінює довжину сторін і бачить, як змінюється площа. Таким чином абстрактне поняття набуває конкретного змісту, а навчання стає дослідницьким та інтерактивним.

Комп'ютерне моделювання виконує також важливу психолого-педагогічну функцію: воно переводить учня з позиції пасивного спостерігача у роль активного суб'єкта пізнання. Внаслідок цього підвищується рівень самостійності, розвиваються навички аналізу, синтезу, узагальнення, а також формується стійкий інтерес до вивчення геометрії. Формування просторового мислення є однією з головних цілей навчання геометрії в основній школі, оскільки воно лежить в основі розуміння геометричних образів, їхніх властивостей та взаємозв'язків. Просторове мислення дозволяє людині уявляти

предмети у тривимірному просторі, виконувати у думці операції з їхнім переміщенням, повертанням, перетворенням, аналізувати співвідношення між елементами фігур. Без розвиненого просторового мислення учень не може повною мірою осягнути сутність геометричних понять і закономірностей.

У традиційній системі навчання розвиток просторових уявлень часто обмежується розгляданням готових малюнків або креслень, що є статичними і не дають змоги побачити взаємозв'язки між об'єктами у русі. Саме тут комп'ютерне моделювання відіграє ключову роль — воно забезпечує динамічність сприйняття, дозволяючи учням спостерігати, як змінюються геометричні фігури при варіюванні параметрів, і тим самим глибше розуміти закономірності їхньої побудови. Просторове мислення не є вродженою властивістю, воно формується поступово у процесі навчання через практичну діяльність і дослідницькі завдання.

Комп'ютерні моделі створюють для цього сприятливі умови, адже дозволяють експериментувати з об'єктами без страху зробити помилку, бачити миттєвий результат змін, що стимулює аналітичне мислення, поєднувати візуальне сприйняття з логічними міркуваннями. Так, при роботі з динамічними моделями в середовищі GeoGebra учень може пересувати вершини трикутника й одразу спостерігати, як змінюються кути, сторони, площа. Це формує не лише розуміння окремих понять, але й інтуїцію просторових співвідношень — здатність передбачати, як виглядатиме фігура при певних трансформаціях.

Використання комп'ютерного моделювання особливо ефективно у 8 класі, коли учні переходять від базових понять геометрії до складніших тем, таких як подібності трикутників, багатокутників, перетворень фігур на площині, елементів стереометрії. У цей період відбувається інтенсивний розвиток абстрактного мислення, тому необхідно підкріплювати його візуальною підтримкою.

Завдяки цифровим моделям учні мають можливість спостерігати взаємозв'язки між фігурами, порівнювати різні варіанти побудов, відтворювати просторові об'єкти у двовимірному середовищі екрана, перевіряти правильність

власних побудов. Це сприяє переходу від емпіричного до усвідомленого розуміння геометричних залежностей, коли учень не просто сприймає малюнок, а мислить у просторі, оперуючи в уяві моделями об'єктів. Важливим аспектом є також розвиток візуально-образного мислення, яке тісно пов'язане з просторовим.

Учень, працюючи з комп'ютерними моделями, не лише бачить фігуру, а й створює її образ у свідомості, уявляє можливі зміни форми, розташування чи розміру. Це наближає навчальний процес до реальної науково-дослідної діяльності, коли моделі використовуються для прогнозування результатів експериментів. Крім того, комп'ютерне моделювання сприяє розвитку самостійності та творчості учнів. Вони не лише повторюють дії вчителя, а й самостійно будують нові моделі, перевіряють гіпотези, створюють власні способи розв'язання задач. Такий підхід активізує мислення, розвиває вміння аналізувати, робити висновки, узагальнювати.

Психолого-педагогічні дослідження свідчать, що використання інтерактивних моделей під час навчання геометрії може підвищити рівень мотивації, сприяти глибшому запам'ятовуванню матеріалу, стимулювати розвиток аналітико-синтетичних умінь, а також покращити успішність і самооцінку учнів. Завдяки візуальній та динамічній природі комп'ютерних моделей, школярі легше розуміють такі абстрактні поняття, як пропорційність, симетрія, масштабування, перетворення координат. Вони можуть експериментально переконатися у справедливості теорем або перевірити умови задач, що перетворює навчання на дослідницький процес. Можна сказати, що комп'ютерне моделювання в процесі навчання геометрії у 8 класі виступає потужним засобом формування просторового мислення, яке є основою не лише математичної, а й загальної інтелектуальної діяльності учнів. Завдяки йому навчання стає більш наочним, логічно послідовним, інтерактивним і мотивуючим. У сучасних умовах цифрової трансформації освіти дедалі більшого значення набуває використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у навчальному процесі. Зокрема, цифрові освітні середовища, до яких належать

комп'ютерні програми, онлайн-платформи, інтерактивні модулі, відіграють важливу роль у підвищенні ефективності засвоєння знань і розвитку пізнавальної активності учнів.

Для навчання математики та особливо геометрії цифрові середовища відкривають нові можливості, які недоступні в традиційній системі. Вони дозволяють не лише демонструвати готові рішення, а й моделювати процес мислення, створювати умови для дослідження, експериментування та творчості. Однією з головних переваг цифрових середовищ є інтерактивність. На відміну від традиційних підручників або малюнків на дошці, цифрова модель реагує на дії користувача. Учень може самостійно переміщати елементи фігури, змінювати параметри, будувати нові об'єкти, вимірювати кути, довжини, площі.

Такий підхід перетворює процес навчання з пасивного сприймання на активну діяльність, де учень не просто отримує знання, а відкриває їх самостійно. Це сприяє розвитку дослідницьких навичок і критичного мислення. Наприклад, при вивченні теми «Подібність трикутників» учень у середовищі GeoGebra може змінювати сторони трикутників, перевіряючи, за яких умов вони залишаються подібними. У результаті він самостійно доходить до формулювання ознак подібності. Математика часто викликає труднощі саме через абстрактність понять. Цифрові середовища забезпечують візуалізацію цих понять, тобто можливість бачити математичні об'єкти у вигляді графіків, схем, фігур, моделей. У геометрії візуалізація є ключовою умовою формування просторових уявлень. Наприклад, у темі «Перетворення фігур на площині» учень може бачити, як відбувається відбиття, обертання чи паралельне перенесення. Такі моделі допомагають краще зрозуміти властивості симетрії, інваріантності, рівності.

Додатковою перевагою є те, що візуальні матеріали можуть бути динамічними, тобто змінюватися в реальному часі залежно від дій учня. Це дозволяє досліджувати процес, а не лише кінцевий результат. Використання комп'ютерних технологій у навчанні має значний мотиваційний ефект. Сучасні учні звикли до цифрового середовища, тобто смартфонів, комп'ютерних ігор, візуальних медіа. Тому використання інтерактивних інструментів, зокрема

GeoGebra, Desmos, Math Playground, робить процес навчання ближчим до звичного для них формату сприйняття інформації. Інтерактивність, миттєвий зворотний зв'язок і можливість самостійного експериментування викликають інтерес і задоволення від навчання, що позитивно впливає на ставлення до предмета. Учні починають сприймати геометрію не як набір правил і теорем, а як живу систему закономірностей, яку можна досліджувати.

Крім того, цифрові середовища дозволяють організовувати навчання у формі гейміфікації (навчальної гри): наприклад, створення завдань із рівнями складності, змаганнями або візуальними ефектами успіху. Це особливо важливо для 8 класу, коли інтерес до математики може знижуватися через ускладнення матеріалу. Ще однією перевагою є можливість індивідуалізації навчання. У цифровому середовищі кожен учень може працювати у власному темпі, виконуючи завдання, що відповідають його рівню підготовки. Учитель має змогу задавати різні типи моделей або сценаріїв роботи, що враховують індивідуальні особливості учнів. Наприклад, слабші учні можуть виконувати базові побудови (створення трикутника, вимірювання кутів), тоді як сильніші можуть досліджувати залежності між елементами або створювати власні інтерактивні моделі.

Таким чином, цифрові середовища дають змогу реалізувати принцип диференційованого підходу без перевантаження учителя, оскільки програма частково бере на себе функцію перевірки результатів і зворотного зв'язку. Комп'ютерне моделювання спонукає учнів до самостійної діяльності. На відміну від репродуктивного навчання, де учень відтворює готовий алгоритм, цифрове середовище створює ситуацію пошуку, коли потрібно самостійно знайти закономірність або спосіб розв'язання задачі. У процесі такої роботи розвиваються вміння ставити запитання й формулювати гіпотези, перевіряти їх експериментально, аналізувати отримані результати, робити висновки та узагальнення.

Цифрові технології не заперечують класичних методів навчання, а навпаки доповнюють їх. Поєднання комп'ютерного моделювання з традиційними

поясненнями, демонстраціями, практичними вправами створює комбінований підхід, який забезпечує глибше засвоєння матеріалу. Наприклад, учитель може спочатку пояснити теорему на дошці, потім показати її в динамічній моделі GeoGebra, а після цього дати учням завдання відтворити модель самостійно. Така послідовність дозволяє переходити від абстрактного до конкретного, від спостереження — до дії, від дії — до усвідомлення.

Одним із ключових завдань сучасної школи є формування цифрової компетентності учнів. Робота з комп'ютерними моделями вчить школярів користуватися програмними засобами, інтерпретувати цифрову інформацію, аналізувати результати моделювання. Це готує їх до подальшого навчання та професійної діяльності у світі, де цифрові технології є невід'ємною частиною будь-якої галузі. Таким чином, цифрові середовища виконують подвійну роль — вони не лише допомагають засвоїти геометричні знання, а й розвивають загальні інформаційні навички, необхідні для сучасної людини.

Комп'ютерне моделювання створює сприятливу атмосферу для навчання, адже страх помилитися зменшується: учень може багаторазово виправляти свої дії, експериментувати без ризику отримати негативну оцінку. Це стимулює сміливість у висуванні гіпотез, розвиває впевненість у власних силах і позитивно впливає на ставлення до навчання. Отже, цифрові освітні середовища є потужним інструментом у навчанні математики, який забезпечує візуалізацію, інтерактивність, мотивацію, індивідуалізацію та формування сучасних компетентностей. У контексті навчання геометрії у 8 класі вони виступають основою для розвитку просторового мислення, уміння досліджувати, аналізувати, порівнювати, робити висновки — тобто мислити математично. Таким чином, використання комп'ютерного моделювання не лише підвищує якість засвоєння навчального матеріалу, а й формує у школярів новий тип мислення — візуально-аналітичний, що є надзвичайно важливим у сучасному інформаційному суспільстві.

1.2 GeoGebra як інструмент комп'ютерного моделювання у навчанні геометрії

У сучасній методиці навчання математики середовище GeoGebra посідає одне з провідних місць як універсальна платформа для комп'ютерного моделювання. Його використання у процесі вивчення геометрії забезпечує новий рівень доступності та наочності, який раніше був недосяжним у класичному навчанні з використанням лише підручника та креслярських інструментів. GeoGebra дозволяє поєднувати статичні та динамічні зображення, аналітичні вирази, графіку, тривимірне моделювання та можливості інтерактивної взаємодії — усе це створює цілісний цифровий простір, що забезпечує багаторівневу підтримку навчального процесу. Ідея створення такого програмного забезпечення виникла на початку XXI століття, коли з'явилася потреба поєднати можливості комп'ютерної алгебри з можливостями динамічної геометрії. Перші версії популярних програм того часу, таких як Cabri Geometry або Sketchpad, мали значні обмеження — вони дозволяли виконувати геометричні побудови, але не забезпечували прямого зв'язку між графічною фігурою та алгебраїчним записом. В окремих системах комп'ютерної алгебри навпаки, були доступні обчислення, але відсутня наочність. Саме Маркус Гогенвайнтер запропонував вирішення цієї проблеми, створивши у 2001 році програму, де будь-яка зміна графічного об'єкта автоматично відображалася в алгебраїчному полі, а зміна алгебраїчної формули — відповідно на графіку. Таким чином, GeoGebra стала першим інструментом, що об'єднав різні математичні представлення у одному середовищі. Переваги програми стали очевидними вже в перші роки її існування. У 2002–2004 роках середовище активно вдосконалювалося, з'явилися інструменти побудови графіків функцій, робота з повзунами, а згодом — підтримка тривимірних моделей, статистики та інтегрального числення. Важливою характеристикою GeoGebra є її безкоштовність і відкритість: програма постійно розвивається завдяки міжнародній спільноті вчителів, програмістів та науковців. Сьогодні її використовують у більш ніж 170 країнах світу, а для української школи вона стала особливо важливою на тлі переходу до

компетентнісного навчання відповідно до стандартів Нової української школи (НУШ). Одна з ключових переваг GeoGebra — інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, побудований за принципом одночасного відображення декількох математичних компонентів. Інтерфейс містить графічну площину, де виконуються побудови; алгебраїчну панель, у якій записані координати точок, рівняння прямих, значення кутів і довжин; панель інструментів, що містить засоби для побудови геометричних об'єктів; та вікно введення, яке дозволяє створювати об'єкти за допомогою команд. Учень може одночасно спостерігати, як графічні дії змінюють алгебраїчні параметри, і навпаки, що формує новий тип математичного мислення — мислення через взаємопов'язані моделі. Особливо важливою є можливість динамічної взаємодії з побудованими об'єктами. У традиційному навчанні, де фігура на дошці залишається статичною, учні часто не можуть уявити, як змінюються її властивості при деформації. Наприклад, при зміні форми трикутника учні повинні уявити, що сума його кутів не змінюється, але зробити це без реального спостереження складно. GeoGebra дозволяє перетягувати вершини фігури, змінюючи її форму, і при цьому в реальному часі бачити, як поведуться кути, сторони, діагоналі. Таке «рухоме» навчання робить абстрактні твердження відчутними і наочними. Ще однією важливою властивістю GeoGebra є використання повзунків. Повзунок дозволяє задавати параметр, який змінюється плавно, і спостерігати, як відповідно змінюється математична модель. Наприклад, учень може створити повзунок для кута нахилу прямої і досліджувати, як змінюється рівняння $y = kx + b$ при різних значеннях k . У геометрії такі повзунки дозволяють змінювати радіус кола, величину кута, розміри сторін, що є надзвичайно ефективним способом формування функціонального мислення. Використання GeoGebra у навчанні геометрії відкриває можливості для перевірки геометричних тверджень і теорем. Наприклад, учні можуть дослідити властивості медіан, бісектрис і висот трикутника, побачивши, що медіани завжди перетинаються в одній точці, яка ділить їх у відношенні 2:1. Учень самостійно може перевірити твердження: варто лише змінити положення вершин трикутника, і GeoGebra в реальному часі

підтвердить або спростує гіпотезу. Це сприяє розвитку критичного мислення, адже школяр не просто приймає інформацію з підручника, а перевіряє її на власному досвіді. GeoGebra має особливе значення для тем курсу геометрії 8 класу: побудова трикутників за різними умовами, властивості паралельних прямих, геометричні перетворення, симетрія, подібність трикутників, чотирикутники, коло і його властивості. Наприклад, учень може побудувати трикутник за двома сторонами і кутом між ними, а потім динамічно змінювати параметри і спостерігати, як змінюється його форма.

Або ж можна дослідити властивості паралелограма: GeoGebra дозволяє наочно побачити, що протилежні сторони завжди рівні й паралельні, а діагоналі ділять одна одну навпіл. Особливої уваги заслуговує тривимірний режим GeoGebra 3D. Хоча стереометрія не вивчається у 8 класі в повному обсязі, знайомство з об'ємними фігурами сприяє розвитку просторового мислення, яке є важливим для подальшого вивчення складніших тем у 9–11 класах. Учні можуть обертати фігури, розглядати їх з різних боків, будувати перерізи, отримуючи інтуїтивне розуміння властивостей простору.

Усі ці можливості роблять GeoGebra потужним засобом комп'ютерного моделювання, що забезпечує багатогранну підтримку навчання геометрії. Вона перетворює учня з пасивного спостерігача на активного дослідника, який самостійно формує припущення, перевіряє їх, робить висновки. Такий підхід узгоджується з конструктивістськими методами навчання, які лежать в основі сучасних освітніх стандартів.

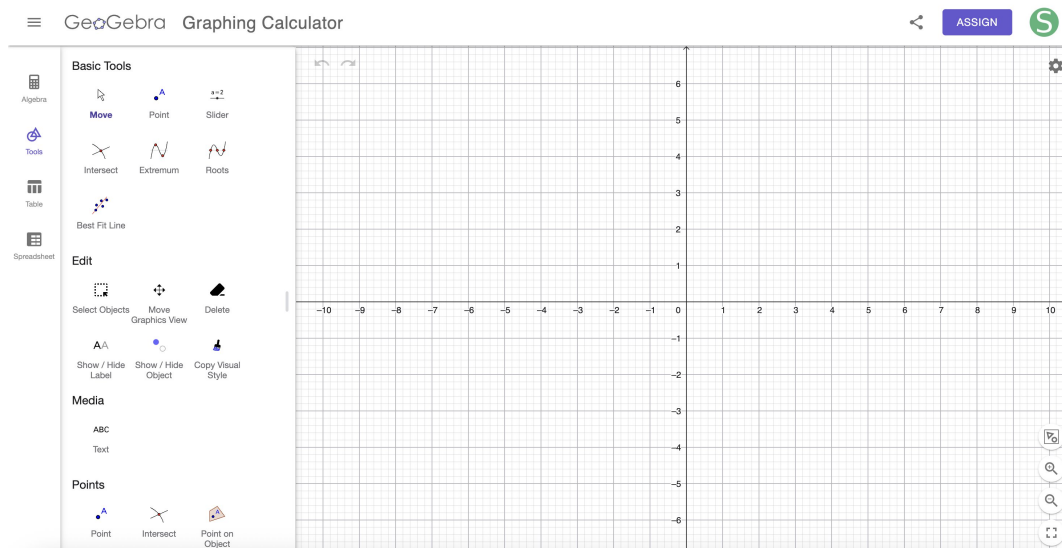


Рис. 1.1. Інтерфейс програмного середовища GeoGebra

1.3. Педагогічні умови ефективного використання GeoGebra на уроках геометрії

Ефективне впровадження програми **GeoGebra** у навчальний процес з геометрії потребує створення певних педагогічних умов, які забезпечують результативність навчання та сприяють формуванню в учнів глибокого розуміння геометричних понять. Передусім важливим є дотримання ключових **методичних принципів**, серед яких вирізняються наочність, дослідницький підхід та інтерактивність. GeoGebra дозволяє не просто демонструвати статичні рисунки, а створювати динамічні моделі, що реагують на зміну параметрів у реальному часі. Завдяки цьому наочність стає не допоміжним елементом, а центральним компонентом навчання. Учні можуть спостерігати, як змінюється форма фігури при варіюванні довжин, кутів або координат, що сприяє кращому запам'ятовуванню та глибшому розумінню математичних залежностей. Не менш важливою умовою є забезпечення **дослідницького навчання**, коли учні не просто відтворюють готові формули, а відкривають їх самостійно через експеримент. GeoGebra створює широкі можливості для організації такого типу діяльності: учень може будувати різні конфігурації фігур, змінювати їх параметри, перевіряти свої припущення та спостерігати закономірності. Цей підхід сприяє розвитку критичного та логічного мислення, оскільки школярі

вчатися аналізувати, порівнювати та узагальнювати отримані результати. Дослідницька діяльність є особливо важливою на етапі вивчення властивостей трикутників, паралелограмів, кола та інших фігур, адже взаємозв'язки легше усвідомлюються у рухливому, варіативному середовищі. Ще одним ключовим педагогічним чинником є **інтерактивність**, адже GeoGebra забезпечує активну взаємодію учня з математичним об'єктом. Це сприяє підвищенню мотивації та інтересу до навчання, оскільки учень стає не пасивним спостерігачем, а активним учасником процесу. Інтерактивна побудова фігур, можливість перевіряти гіпотези та миттєво бачити результат своїх дій формують у школярів відповідальність за власний навчальний результат і сприяють розвитку самостійності. Важливу роль у забезпеченні ефективного використання GeoGebra відіграє **вчитель**, який виступає не джерелом готових знань, а організатором пізнавальної діяльності. Він повинен уміти грамотно структурувати урок, визначати, які саме етапи навчання доцільно реалізовувати за допомогою програмного середовища, а які — у традиційній формі. Суттєвим є вміння створити навчальні ситуації, у яких учні самостійно працюють із програмою: виконують побудови, перевіряють властивості фігур, моделюють задачі реального життя. Така організація роботи сприяє формуванню аналітичних та просторових умінь, оскільки учні виконують послідовні логічні дії, що ведуть до розв'язання задачі. При цьому важливо, щоб учитель **підтримував рівновагу між самостійністю та наставництвом**. Учні мають відчувати свободу дослідження, однак водночас потребують методичного супроводу та чітко сформульованих завдань. Учитель повинен уміти ставити проблемні запитання, які стимулюють мислення, а не зводять роботу лише до механічних побудов. Такий підхід дозволяє не просто освоїти програмний інструмент, а зрозуміти математичний зміст задачі. Попри значні можливості, використання GeoGebra може супроводжуватися певними **труднощами**. Однією з найчастіших є **обмеження часу на уроці**, адже інтерактивні завдання потребують більше часу, ніж традиційні підходи. Щоб подолати це, учитель має чітко планувати роботу, добирати оптимальний обсяг завдань і використовувати

готові шаблони чи файли, підготовлені заздалегідь. Ще однією проблемою можуть бути **технічні обмеження**, зокрема недостатня кількість комп'ютерів або нестабільний Інтернет. У такій ситуації доцільно використовувати фронтальні демонстрації через проектор або інтерактивну дошку, а також встановлювати офлайн-версію програми. Учитель може підготувати інтерактивні файли, які учні переглядатимуть удома, виконуючи домашні завдання в середовищі GeoGebra. Особливої уваги потребує питання **кваліфікації вчителя**. Для ефективного застосування програми педагог має не лише вміти користуватися інструментами, а й розуміти їх дидактичний потенціал. Підвищення кваліфікації, участь у семінарах, перегляд відеоуроків, опанування готових навчальних ресурсів і поступове створення власних інтерактивних матеріалів дозволяють учителю використовувати GeoGebra не формально, а по-справжньому результативно. Важливо також формувати в учнів навички цифрової грамотності, що сприятиме їхній успішній роботі з програмою. Можна стверджувати, що ефективність використання GeoGebra на уроках геометрії залежить від дотримання комплексу педагогічних умов: методично грамотного вибору прийомів роботи, активної організації діяльності учнів, подолання технічних труднощів та належної підготовки вчителя. За цих умов GeoGebra стає не просто допоміжним інструментом, а повноцінним засобом навчання, який розвиває логічне мислення, просторову уяву, дослідницькі навички та інтерес учнів до математики.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ I

У першому розділі було розглянуто теоретичні засади моделювання та його роль у сучасній педагогічній практиці, проаналізовано можливості програмного середовища GeoGebra як інструмента комп'ютерного моделювання та визначено педагогічні умови, за яких його використання на уроках геометрії є найбільш результативним. Проведений аналіз свідчить, що моделювання відіграє ключову роль у навчанні математики, оскільки дозволяє замінити складні й абстрактні поняття доступними й наочними образами. Модель

виступає посередником між навчальною теорією та практичним розумінням учнями сутності геометричних об'єктів і закономірностей. Важливо також, що сучасні цифрові технології значно розширили можливості моделювання, доповнивши традиційні статичні моделі динамічними та інтерактивними. Особливе місце серед засобів комп'ютерного моделювання займає GeoGebra, яка завдяки поєднанню геометричних, алгебраїчних та графічних інструментів забезпечує комплексний підхід до вивчення математичних понять. Історія розвитку програми та її сучасні можливості демонструють, що GeoGebra створювалася як універсальний інструмент для інтерактивного пізнання, що робить її незамінною у навчанні геометрії. Вона дозволяє будувати базові та складні фігури, досліджувати їх властивості, спостерігати динамічні зміни та перевіряти правильність математичних тверджень, що підвищує рівень розуміння та залучення учнів. Разом з тим для ефективної реалізації потенціалу GeoGebra необхідно враховувати ряд педагогічних умов. Серед них — дотримання принципів наочності, дослідницького підходу та інтерактивності, що забезпечують високий рівень активності та мотивації учнів. Не менш важливою є роль учителя, який має бути не лише користувачем програми, а й методистом, що продумує структуру уроку, організовує самостійну діяльність учнів і спрямовує їхню дослідницьку роботу. Успішність використання програмного середовища також значною мірою залежить від технічного забезпечення та рівня цифрової компетентності педагога. Отже, використання GeoGebra на уроках геометрії є потужним інструментом підвищення ефективності навчання, однак його результативність визначається комплексом методичних і організаційних чинників. Реалізація цих умов створює можливість для формування в учнів глибокого розуміння геометричних понять, розвитку просторового мислення, аналітичних умінь і здатності до самостійного дослідження, що відповідає сучасним вимогам математичної освіти та компетентнісному підходу.

РОЗДІЛ II. МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ НАВЧАННЯ ГЕОМЕТРІЇ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ УЧНІВ 8 КЛАСУ

2.1. Аналіз навчальної програми з геометрії для 8 класу

провадження комп'ютерного моделювання у процес навчання геометрії потребує ґрунтовного аналізу змісту навчальної програми, особливостей структури курсу та логіки подання навчального матеріалу. Саме програма визначає перелік тем, очікувані результати навчання, рівень абстрактності понять і складність навчальних дій, які повинні опанувати учні. Тому аналіз навчальної програми з геометрії для 8 класу є необхідною передумовою для розробки ефективної методики використання комп'ютерного моделювання. Курс геометрії у 8 класі є важливим етапом у системі шкільної математичної освіти, оскільки саме на цьому рівні відбувається перехід від елементарних геометричних уявлень до системного вивчення властивостей плоских фігур, логічних доведень та застосування теоретичних знань у практичних ситуаціях. Значна кількість навчального матеріалу має абстрактний характер, що потребує розвиненого просторового мислення, уміння аналізувати та узагальнювати, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між геометричними об'єктами. Відповідно до чинної навчальної програми, зміст курсу геометрії 8 класу охоплює такі основні тематичні лінії: вивчення чотирикутників та їх властивостей, обчислення площ плоских фігур, подібність трикутників, геометричні побудови, а також елементи геометричних перетворень. Кожна з цих тем містить поняття, твердження та задачі, які можуть бути значно краще засвоєні за умови використання засобів комп'ютерного моделювання. Однією з центральних тем курсу є вивчення чотирикутників. Учні знайомляться з поняттям паралелограма, прямокутника, ромба, квадрата, вивчають їх ознаки та властивості, встановлюють взаємозв'язки між різними видами чотирикутників. Традиційні методи навчання, що ґрунтуються переважно на статичних кресленнях, не завжди дозволяють повною мірою продемонструвати динамічний характер геометричних фігур. Комп'ютерне моделювання дає змогу змінювати

форму чотирикутника шляхом переміщення його вершин, спостерігаючи при цьому, які властивості зберігаються, а які змінюються. Це сприяє усвідомленому засвоєнню матеріалу та формуванню логічного мислення. Тема «Площі плоских фігур» посідає важливе місце у програмі 8 класу та має значний практичний потенціал. Учні повинні не лише запам'ятати формули для обчислення площ, а й розуміти їхній зміст, походження та умови застосування. За допомогою комп'ютерного моделювання можна візуально показати, як одна фігура перетворюється на іншу без зміни площі, порівняти площі різних фігур, дослідити залежність площі від довжини сторін або висоти. Такий підхід сприяє формуванню глибокого розуміння матеріалу та зменшує формалізм у навчанні. Особливо складною для учнів є тема «Подібність трикутників», яка потребує одночасного аналізу кількох параметрів: кутів, сторін і їхніх пропорцій. Комп'ютерне моделювання дозволяє наочно продемонструвати процес масштабування трикутників, зберігання кутів і пропорційність відповідних сторін. Учні можуть експериментально переконатися у справедливості ознак подібності, що значно полегшує розуміння теоретичних положень і сприяє їх свідомому застосуванню при розв'язуванні задач. Важливе значення у програмі 8 класу має розділ, присвячений геометричним побудовам. Побудови за допомогою циркуля та лінійки вимагають чіткого дотримання алгоритму дій, що часто викликає труднощі у школярів. Використання комп'ютерного моделювання дозволяє поетапно відтворювати побудови, контролювати правильність кожного кроку та аналізувати результат. Крім того, цифрове середовище дає можливість перевірити побудову шляхом зміни вихідних параметрів, що сприяє розвитку алгоритмічного мислення та навичок самоконтролю. Особливої уваги заслуговує тема геометричних перетворень, зокрема симетрії. Вона має значний потенціал для використання комп'ютерного моделювання, оскільки динамічні моделі дозволяють наочно демонструвати осьову та центральну симетрію, повороти та паралельні перенесення. Такі теми також створюють передумови для реалізації міжпредметних зв'язків з інформатикою, фізикою та образотворчим мистецтвом, що відповідає сучасним

тенденціям інтеграції навчальних дисциплін. Варто зазначити, що навчальна програма з геометрії для 8 класу, відповідно до концепції Нової української школи, орієнтована на формування ключових і предметних компетентностей, розвиток уміння застосовувати знання у практичних ситуаціях, а також на активну навчальну діяльність учнів. Комп'ютерне моделювання повністю відповідає цим вимогам, оскільки сприяє реалізації діяльнісного та дослідницького підходів у навчанні. Отже, проведений аналіз навчальної програми з геометрії для 8 класу свідчить про те, що її зміст і структура створюють сприятливі умови для впровадження комп'ютерного моделювання. Більшість тем курсу потребують наочності, динамічності та можливості експериментального дослідження, що робить використання таких програмних засобів, як GeoGebra, методично виправданим і педагогічно доцільним. Це обґрунтовує необхідність подальшої розробки навчальних матеріалів і дослідження ефективності використання комп'ютерного моделювання у процесі навчання геометрії учнів 8 класу.

2.2. Розробка навчальних матеріалів для проведення уроків з геометрії з використанням комп'ютерного моделювання

Застосування комп'ютерного моделювання вимагає переосмислення традиційного підходу до підготовки навчальних матеріалів, оскільки цифрові ресурси змінюють характер взаємодії між учителем, учнем і навчальним змістом. Якщо у традиційному уроці основним джерелом інформації є пояснення вчителя та підручник, то за умов використання комп'ютерного моделювання значну частину навчальної інформації учні отримують через безпосередню взаємодію з динамічними моделями. Це зумовлює необхідність ретельного добору змісту та методичного проєктування кожного етапу уроку. Особливої уваги потребує формулювання цілей уроку, які мають бути спрямовані не лише на засвоєння теоретичних знань, а й на розвиток умінь аналізувати геометричні об'єкти, встановлювати залежності між їх елементами та робити обґрунтовані висновки на основі спостережень. У цьому контексті комп'ютерне моделювання створює умови для реалізації діяльнісного та дослідницького підходів, що відповідає

сучасним вимогам до організації освітнього процесу в закладах загальної середньої освіти.

Під час добору змісту навчальних матеріалів важливо враховувати специфіку геометричного матеріалу 8 класу, який характеризується підвищеним рівнем абстрактності та потребує опори на наочні образи. Динамічні моделі дозволяють подати геометричні поняття у доступній формі, забезпечуючи можливість багаторазового спостереження за зміною параметрів фігур та дослідження їх властивостей у різних умовах. Такий підхід сприяє глибшому розумінню сутності геометричних понять і запобігає формальному засвоєнню матеріалу. Важливим компонентом розробки навчальних матеріалів є вибір форм і методів роботи з використанням комп'ютерного моделювання. Доцільним є поєднання фронтальної демонстрації моделей з індивідуальною та груповою роботою учнів за комп'ютером. Фронтальна робота дозволяє вчителю акцентувати увагу на ключових моментах теми, тоді як самостійна робота учнів із моделями сприяє формуванню навичок дослідження та самоконтролю. Особливе значення має створення цифрових моделей, адаптованих до вікових та пізнавальних можливостей учнів 8 класу. Моделі не повинні бути перевантажені зайвими елементами, а їх структура має бути інтуїтивно зрозумілою. Водночас вони повинні забезпечувати можливість варіювання параметрів, що дозволяє учням самостійно досліджувати геометричні залежності та перевіряти власні припущення. Такі моделі сприяють розвитку просторової уяви та формуванню аналітичного мислення. Крім того, розробка навчальних матеріалів із використанням комп'ютерного моделювання передбачає підготовку системи завдань різного рівня складності. Це дає змогу реалізувати диференційований підхід до навчання, враховуючи індивідуальні особливості учнів. Завдання репродуктивного характеру спрямовані на закріплення базових умінь роботи з моделями, тоді як завдання дослідницького характеру стимулюють учнів до самостійного пошуку закономірностей і формулювання висновків. Під час створення навчальних матеріалів з геометрії для 8 класу з використанням програмного середовища GeoGebra доцільно дотримуватися низки методичних

принципів, які забезпечують ефективність навчального процесу та сприяють досягненню поставлених освітніх цілей. Дотримання цих принципів дозволяє організувати навчальну діяльність учнів таким чином, щоб комп'ютерне моделювання стало не лише засобом ілюстрації, а інструментом активного пізнання. Провідним є принцип наочності, який у контексті використання GeoGebra набуває якісно нового змісту. На відміну від статичних зображень у підручниках або креслень на дошці, динамічні моделі дають змогу не лише спостерігати геометричні об'єкти, а й досліджувати їх властивості у процесі зміни параметрів. Наприклад, під час вивчення властивостей паралелограма учні можуть змінювати довжини сторін або величини кутів і спостерігати, які характеристики фігури залишаються незмінними. Такий підхід сприяє глибшому розумінню сутності геометричних понять і формуванню стійких знань. Використання принципу наочності особливо важливе для учнів 8 класу, оскільки їх просторове мислення ще перебуває у процесі формування. Комп'ютерні моделі дозволяють компенсувати труднощі уявного оперування геометричними об'єктами та створюють умови для переходу від конкретно-образного мислення до абстрактного. Не менш важливим є принцип діяльнісного підходу, згідно з яким учні не обмежуються роллю пасивних спостерігачів, а стають активними учасниками навчального процесу. У середовищі GeoGebra це реалізується через залучення учнів до самостійного створення моделей, виконання побудов за алгоритмом, дослідження геометричних залежностей та перевірки власних гіпотез. Наприклад, під час вивчення теми «Подібність трикутників» учні можуть самостійно побудувати два трикутники, змінювати їх розміри та аналізувати співвідношення відповідних сторін і кутів. Діяльнісний підхід сприяє розвитку в учнів умінь аналізу, порівняння та узагальнення, а також формуванню навичок дослідницької діяльності. Учні вчаться ставити запитання, висувати припущення, перевіряти їх за допомогою комп'ютерного експерименту та формулювати обґрунтовані висновки. Це відповідає сучасним освітнім підходам і вимогам Нової української школи, орієнтованим на розвиток ключових і предметних компетентностей. Важливе місце у розробці навчальних

матеріалів займає принцип доступності, який передбачає врахування вікових та індивідуальних особливостей учнів. Комп'ютерні моделі повинні бути зрозумілими за структурою, не перевантаженими зайвими елементами та відповідати рівню підготовки школярів. Реалізація цього принципу полягає у поступовому ускладненні як самих моделей, так і завдань до них: від простих демонстраційних побудов до складних дослідницьких задач. Принцип доступності також тісно пов'язаний з можливістю диференціації навчання. За допомогою GeoGebra вчитель може пропонувати учням завдання різного рівня складності: для одних — виконання побудови за готовим алгоритмом, для інших — самостійне створення моделі та формулювання висновків. Такий підхід дозволяє врахувати індивідуальні навчальні можливості учнів і створити умови для успішного навчання кожного школяра. Навчальні матеріали для уроків геометрії з використанням комп'ютерного моделювання доцільно структурувати відповідно до основних етапів уроку, що забезпечує логічну послідовність навчальної діяльності та сприяє ефективному засвоєнню навчального матеріалу. Така структуризація дозволяє інтегрувати комп'ютерне моделювання в освітній процес органічно, без порушення традиційної дидактичної логіки уроку. На мотиваційному етапі уроку основним завданням є створення пізнавального інтересу та формування внутрішньої потреби учнів у вивченні нового матеріалу. Для цього доцільно використовувати демонстраційні комп'ютерні моделі, які дозволяють створити проблемну ситуацію або викликати здивування й зацікавленість. Наприклад, під час демонстрації динамічної моделі чотирикутника учні можуть спостерігати, як змінюються довжини його сторін або величини кутів, при цьому деякі властивості фігури залишаються незмінними. Поставлені вчителем запитання щодо причин такої незмінності спонукають учнів до активного мислення та підводять їх до теми уроку. Використання комп'ютерного моделювання на мотиваційному етапі сприяє переходу від пасивного сприймання інформації до активної пізнавальної діяльності.

Учні починають висувати припущення, обговорювати побачене та формулювати власні гіпотези, що створює сприятливі умови для подальшого опрацювання нового матеріалу. На етапі пояснення нового матеріалу комп'ютерне моделювання відіграє ключову роль, оскільки забезпечує поєднання наочності з активною навчальною діяльністю. Інтерактивні моделі дозволяють поетапно розглядати властивості геометричних об'єктів, зосереджуючи увагу учнів на суттєвих ознаках і взаємозв'язках між елементами фігур. Наприклад, під час вивчення властивостей паралелограма учні можуть спостерігати за зміною його форми при переміщенні вершин та робити висновки щодо паралельності сторін, рівності протилежних сторін і кутів.

Завдяки можливості динамічної зміни параметрів геометричних фігур учні не лише запам'ятовують окремі твердження, а й усвідомлюють причини їх справедливості. Це сприяє формуванню логічного мислення та зменшує ризик формального засвоєння матеріалу. Учні отримують можливість самостійно відкривати закономірності, що підвищує рівень їх навчальної мотивації. Етап закріплення знань передбачає активне залучення учнів до практичної діяльності з використанням комп'ютерного моделювання. На цьому етапі доцільно пропонувати завдання, які вимагають самостійного створення геометричних моделей за заданими умовами, перевірки правильності виконаних побудов та дослідження отриманих результатів. Наприклад, учні можуть отримати завдання побудувати трикутник із заданими сторонами та проаналізувати, за яких умов така побудова є можливою.

Практична робота з комп'ютерними моделями сприяє закріпленню теоретичних знань, формуванню навичок самоконтролю та розвитку дослідницьких умінь. Учні мають змогу миттєво перевіряти результати своєї роботи, виправляти помилки та аналізувати причини їх виникнення. Це створює умови для більш глибокого та усвідомленого засвоєння навчального матеріалу. На етапі узагальнення навчального матеріалу комп'ютерне моделювання може бути використане для систематизації знань і встановлення міжпоняттєвих зв'язків. Наприклад, учні можуть працювати з моделями, які поєднують кілька

вивчених властивостей геометричних фігур, що дозволяє побачити цілісну картину та узагальнити отримані знання.

Завершальним етапом уроку є рефлексія, під час якої учні оцінюють власну навчальну діяльність, формулюють висновки та усвідомлюють результати своєї роботи. Використання комп'ютерного моделювання на цьому етапі може полягати в аналізі створених моделей, обговоренні отриманих результатів та формулюванні узагальнених висновків. Такий підхід сприяє розвитку вміння оцінювати власні досягнення та планувати подальшу навчальну діяльність.

Таблиця 2.1.

Можливості комп'ютерного моделювання

Тема курсу геометрії	Основні поняття та вміння	Характер труднощів для учнів	Можливості комп'ютерного моделювання
Чотирикутники	Паралелограм, прямокутник, ромб, квадрат, їх ознаки та властивості	Абстрактність властивостей, складність встановлення взаємозв'язків між фігурами	Динамічна зміна положення вершин, дослідження збереження властивостей, порівняння різних чотирикутників
Площі плоских фігур	Формули площ, залежність площі від сторін і висоти	Формальне запам'ятовування формул без розуміння їх змісту	Візуалізація перетворень фігур, дослідження рівновеликих фігур, експериментальна перевірка формул
Подібність трикутників	Ознаки подібності, пропорційність сторін	Складність одночасного аналізу кутів і сторін	Масштабування трикутників, наочна перевірка ознак подібності, дослідницька діяльність
Геометричні побудови	Побудови за допомогою циркуля і лінійки	Помилки в алгоритмах побудов, відсутність самоконтролю	Поетапне виконання побудов, перевірка правильності шляхом зміни вихідних даних
Геометричні перетворення	Симетрія, поворот,	Труднощі уявлення процесу	Анімація перетворень, дослідження

Тема курсу геометрії	Основні поняття та вміння	Характер труднощів для учнів	Можливості комп'ютерного моделювання
	паралельне перенесення	перетворення	інваріантів, інтеграція з інформатикою та мистецтвом

Приклад розробки уроку з використанням комп'ютерного моделювання

Тема уроку: Подібність трикутників. Ознаки подібності.

Мета уроку: сформувати в учнів уявлення про поняття подібних трикутників та основні ознаки їх подібності; сприяти розвитку просторового мислення, логічного аналізу та навичок дослідницької діяльності; формувати вміння працювати з комп'ютерними моделями в середовищі GeoGebra та використовувати їх для дослідження геометричних залежностей.

Обладнання: комп'ютер, мультимедійний проєктор, інтерактивна дошка (за наявності), програмне середовище GeoGebra.

Хід уроку

1. Організаційний етап

На початку уроку вчитель організовує клас, перевіряє готовність учнів до роботи та налаштовує їх на активну пізнавальну діяльність. Коротко повідомляється тема та мета уроку, акцентується увага на тому, що новий матеріал буде вивчатися з використанням комп'ютерного моделювання, що дозволить не лише спостерігати, а й самостійно досліджувати геометричні об'єкти.

2. Актуалізація опорних знань

З метою підготовки учнів до сприйняття нового матеріалу вчитель проводить коротке фронтальне опитування. Учні пропонується пригадати, що таке трикутник, які види трикутників вони знають, які елементи має трикутник (сторони, кути, вершини), а також що означає пропорційність відрізків. Для

наочності вчитель може відкрити в GeoGebra просту модель трикутника та продемонструвати вимірювання довжин сторін і величин кутів.

3. Мотивація навчальної діяльності

Учням пропонується проблемне запитання: чи можуть два трикутники різних розмірів мати однакову форму? Обговорення цього питання підводить учнів до необхідності введення нового поняття — подібності трикутників. Учитель підкреслює, що сьогодні учні не просто запам'ятають означення та ознаки, а зможуть дослідити їх експериментально за допомогою комп'ютерних моделей.

4. Вивчення нового матеріалу з використанням комп'ютерного моделювання

На екрані демонструється динамічна модель двох трикутників у середовищі GeoGebra. Учитель змінює положення вершин одного з трикутників, звертаючи увагу учнів на те, що при зміні розмірів форма трикутника може зберігатися. Поступово вводиться означення подібних трикутників як трикутників, у яких відповідні кути рівні, а відповідні сторони пропорційні. Після цього вчитель переходить до розгляду основних ознак подібності трикутників. Перша ознака (за двома кутами) досліджується шляхом фіксації двох рівних кутів у двох різних трикутниках та зміни довжин сторін. Учні спостерігають, що при цьому трикутники залишаються подібними. Друга ознака (за двома сторонами і кутом між ними) демонструється шляхом побудови трикутників із заданим кутом та пропорційними сторонами. За допомогою моделі учні переконуються у збереженні подібності при зміні масштабу. Третя ознака (за трьома сторонами) аналізується шляхом експериментального підбору довжин сторін і перевірки їх пропорційності. Такий підхід дозволяє учням не лише сприймати готову інформацію, а й самостійно переконуватися у справедливості теоретичних тверджень.

5. Закріплення нового матеріалу (дослідницька діяльність)

Учням пропонується виконати практичне завдання в GeoGebra. Вони самостійно або в парах будують два трикутники, змінюють їхні параметри та

перевіряють виконання ознак подібності. Під час роботи учні формують власні висновки та обґрунтовують їх, спираючись на результати комп'ютерного експерименту.

6. Рефлексія та підбиття підсумків уроку

Наприкінці уроку проводиться обговорення результатів досліджень. Учні відповідають на запитання, що нового вони дізналися, які труднощі виникли під час роботи з моделями та як комп'ютерне моделювання допомогло їм зрозуміти тему. Учитель узагальнює відповіді та робить висновок про значення подібності трикутників у геометрії.

7. Домашнє завдання

Учням пропонується розв'язати задачі з підручника та, за бажанням, створити власну модель подібних трикутників у GeoGebra з коротким описом спостережень.

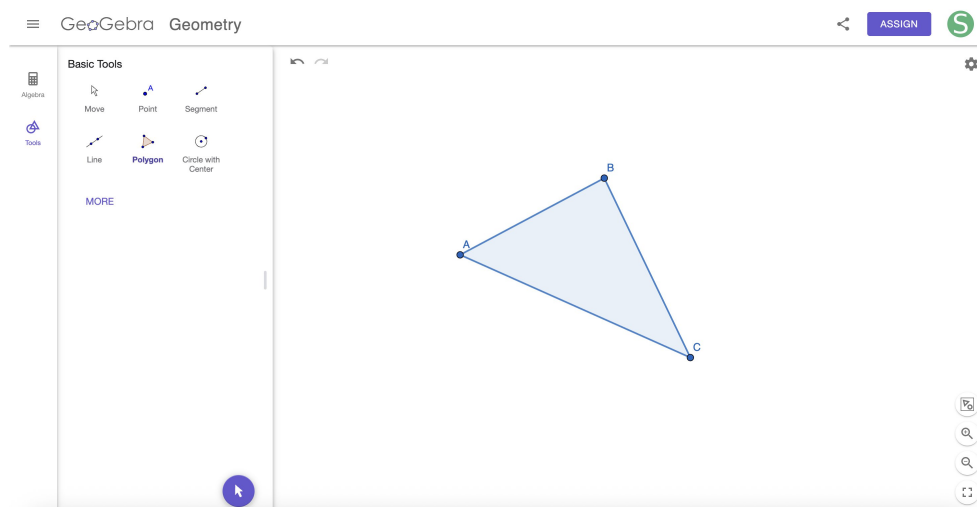


Рис. 2.1. Побудова трикутника за допомогою інструмента «Многокутник»

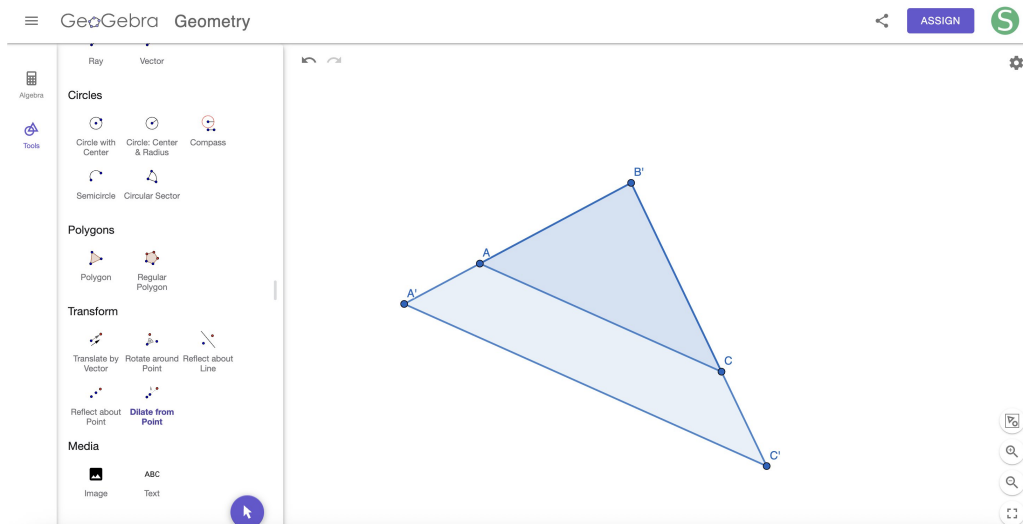


Рис. 2.1. Моделювання подібних трикутників за допомогою гомотетії

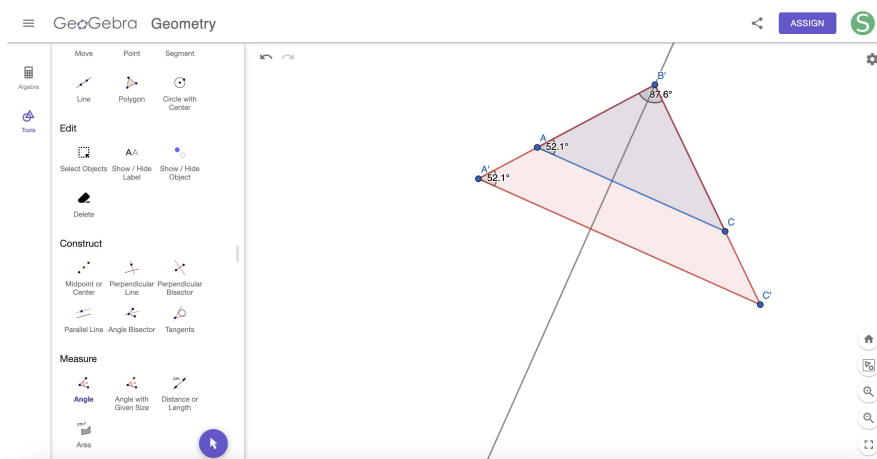


Рис. 2.3. Виконання геометричної побудови в середовищі GeoGebra

Такий підхід дозволяє учням самостійно зробити висновки на основі власних спостережень, що значно підвищує ефективність засвоєння нового матеріалу. Особлива увага приділяється формуванню вмінь аналізувати геометричні залежності. Учні за допомогою вчителя формують визначення подібних трикутників і записують основні ознаки їх подібності. Комп'ютерне моделювання у цьому випадку виступає не лише засобом ілюстрації, а інструментом пізнання, який допомагає учням глибше усвідомити навчальний матеріал. На етапі закріплення знань учні переходять до практичної роботи з комп'ютерними моделями. Вони отримують завдання самостійно створити в середовищі GeoGebra модель двох подібних трикутників за заданими умовами. Під час виконання завдання учні змінюють параметри фігур, аналізують

співвідношення відповідних сторін і перевіряють виконання ознак подібності. Така діяльність сприяє розвитку навичок самостійної роботи, формуванню дослідницьких умінь та закріпленню теоретичних знань на практиці. У процесі роботи вчитель виконує роль консультанта, допомагаючи учням у разі виникнення труднощів та спрямовуючи їхню діяльність запитаннями дослідницького характеру. Після завершення практичної роботи відбувається обговорення результатів, під час якого учні формують висновки та узагальнюють отримані знання. Таким чином, використання комп'ютерного моделювання на уроці з теми «Подібність трикутників. Ознаки подібності» забезпечує активну пізнавальну діяльність учнів, сприяє формуванню глибоких і стійких знань та розвитку просторового мислення. Запропонований підхід дозволяє поєднати теоретичне вивчення матеріалу з практичним дослідженням, що відповідає сучасним вимогам до організації навчального процесу. Особливе місце у навчальних матеріалах з використанням комп'ютерного моделювання займають завдання дослідницького характеру, які спрямовані на активізацію пізнавальної діяльності учнів, розвиток їхнього просторового та логічного мислення, а також формування умінь аналізувати результати та робити обґрунтовані висновки. На відміну від традиційних вправ, де учні виконують відтворювальні дії за готовими інструкціями, завдання дослідницького характеру передбачають самостійне експериментування, пошук закономірностей та перевірку власних гіпотез. У процесі вивчення геометричних понять такі завдання дозволяють учням не лише засвоювати правила, а й усвідомлювати їхнє практичне значення, що сприяє глибшому розумінню матеріалу. Одним із прикладів такого завдання є дослідження умов побудови трикутника із заданими сторонами за допомогою динамічної комп'ютерної моделі. Учні можуть вводити довільні значення довжин сторін і спостерігати, як зміни цих параметрів впливають на можливість побудови трикутника. Вони визначають, при яких співвідношеннях сторін трикутник існувати не може, наприклад, коли одна сторона більша за суму двох інших, що відповідає класичній умові існування трикутника. Виконання цього завдання стимулює

розвиток просторового мислення та уміння аналізувати залежності між сторонами та кутами трикутника. Учні отримують змогу перевіряти власні гіпотези: змінюючи одну або декілька сторін, вони можуть встановити закономірності та зробити власні висновки щодо того, які комбінації сторін забезпечують існування трикутника, а які ні. Завдання можуть бути диференційованими за рівнем складності. На початковому рівні учні відтворюють побудову за готовою інструкцією, вводять певні значення сторін і спостерігають результат моделювання. На середньому рівні учні самостійно експериментують зі змінними, змінюють довжини сторін та визначають, при яких умовах трикутник існує, а при яких — ні. На поглибленому рівні завдання передбачають самостійне формулювання висновків, пояснення отриманих результатів та спробу встановити загальні закономірності, наприклад, щодо ознак подібності трикутників, співвідношення сторін і кутів або правил побудови трикутника. Учні можуть порівнювати власні спостереження з теоретичними положеннями, аналізувати відмінності та робити обґрунтовані висновки. Розроблені навчальні матеріали доцільно використовувати у різних формах організації навчальної діяльності, зокрема у фронтальній, груповій та індивідуальній роботі учнів. Фронтальна робота дозволяє одночасно ознайомити всіх учнів із завданням, продемонструвати роботу комп'ютерної моделі та провести колективне обговорення результатів, що сприяє формуванню загальних висновків і розвитку навичок спільного аналізу. Використання групової роботи надає можливість учням обмінюватися ідеями, спільно проводити дослідження, узгоджувати власні спостереження та порівнювати їх із результатами інших учасників групи, що розвиває комунікативні та колективні навички. Індивідуальна робота забезпечує кожному учню можливість експериментувати у власному темпі, перевіряти гіпотези та робити власні висновки на основі отриманих даних, що стимулює розвиток самостійності, відповідальності та внутрішньої мотивації до навчання. У всіх формах організації навчального процесу важливим є надання чіткої інструкції до кожного завдання, що дозволяє учням зрозуміти мету дослідження, послідовність дій та очікуваний результат.

Не менш важливим є виділення часу для обговорення результатів експерименту, оскільки це стимулює рефлексію, допомагає аналізувати помилки та закріплює отримані знання на практиці. Для більшої наочності та практичної спрямованості можна запропонувати кілька конкретних завдань. Наприклад, одне завдання може полягати у побудові трикутника, у якому довжини двох сторін заздалегідь задані, а учні повинні експериментально визначити, які значення третьої сторони забезпечують існування трикутника. Інше завдання може бути спрямоване на дослідження подібності трикутників: учні створюють декілька трикутників з різними довжинами сторін і порівнюють їхні кути та пропорції сторін, роблячи висновки про умови подібності. Ще одне завдання може передбачати зміну всіх трьох сторін у динамічній моделі та спостереження за зміною кута при вершині трикутника, що дозволяє учням виявити залежність між довжинами сторін і величинами кутів, а також сформулювати власні правила побудови та аналізу трикутників. Водночас слід підкреслити, що комп'ютерне моделювання не повинно повністю замінювати традиційні методи навчання, а має виступати як органічне доповнення до них. Його використання створює умови для більш глибокого та ефективного засвоєння геометричних понять, розвитку просторового мислення та дослідницьких навичок.

Приклад розробки уроку з використанням комп'ютерного моделювання

Тема уроку: «Площа паралелограма, трикутника та трапеції.»

Мета уроку: сформувати в учнів уявлення про способи обчислення площі паралелограма, трикутника та трапеції; забезпечити усвідомлення змісту відповідних формул; сприяти розвитку просторового мислення, уміння аналізувати геометричні залежності та робити висновки на основі експериментальних досліджень; формувати навички роботи з комп'ютерними моделями в середовищі GeoGebra.

Обладнання: комп'ютер, мультимедійний проєктор, інтерактивна дошка (за наявності), програмне середовище GeoGebra.

Хід уроку:

1. Організаційний етап

Учитель перевіряє готовність учнів до уроку, повідомляє тему та мету заняття. Наголошується, що сьогодні учні не лише повторять формули площ, а й дослідять їх зміст за допомогою комп'ютерного моделювання.

2. Актуалізація опорних знань

Проводиться коротке опитування з метою пригадування понять площі, одиниць її вимірювання, а також формули площі прямокутника. Учитель пропонує учням пояснити, від чого залежить площа фігури, та які геометричні величини на неї впливають.

3. Мотивація навчальної діяльності

Учням ставиться проблемне запитання: чи зміниться площа паралелограма, якщо змінити його форму, але зберегти основу та висоту? Для пошуку відповіді пропонується використати комп'ютерну модель, що створює ситуацію навчального дослідження.

4. Вивчення нового матеріалу з використанням комп'ютерного моделювання

На екрані демонструється динамічна модель паралелограма у GeoGebra. Учитель змінює положення вершин, залишаючи незмінними довжину основи та висоту. Учні спостерігають, що при зміні форми фігури її площа залишається сталою. На основі цього робиться висновок і формулюється формула площі паралелограма. Далі аналогічним способом досліджується площа трикутника. Учитель демонструє модель, у якій трикутник є половиною паралелограма, що дозволяє наочно обґрунтувати формулу площі трикутника. Під час вивчення площі трапеції використовується комп'ютерна модель, яка показує перетворення двох рівних трапецій у паралелограм. Учні спостерігають за процесом і на основі експерименту доходять висновку щодо формули площі трапеції.

5. Закріплення знань (дослідницьке завдання)

Учням пропонується самостійно або в парах побудувати в GeoGebra паралелограм, трикутник і трапецію з різними параметрами та перевірити, як

змінюється площа при зміні сторін і висоти. Учні фіксують результати спостережень та формулюють висновки.

6. Узагальнення та рефлексія

Проводиться обговорення виконаних завдань. Учні пояснюють, як комп'ютерне моделювання допомогло їм зрозуміти формули площ, та які відкриття вони зробили під час експериментів. Учитель узагальнює матеріал та підкреслює значення наочного дослідження у вивченні геометрії.

7. Домашнє завдання

Розв'язати задачі з підручника. За бажанням — створити власну модель однієї з вивчених фігур у GeoGebra та підготувати короткий опис дослідження.

Комп'ютерне моделювання стимулює активну пізнавальну діяльність учнів, підвищує їхню мотивацію до навчання та сприяє формуванню умінь аналізувати, порівнювати та узагальнювати інформацію. Органічне поєднання сучасних технологій із класичними методами навчання забезпечує комплексний розвиток компетентностей учнів, включно з критичним мисленням, здатністю до експериментування, формуванням власних висновків та застосуванням отриманих знань у практичних ситуаціях. У результаті такий підхід забезпечує не лише засвоєння теоретичного матеріалу, а й розвиток ключових навичок, необхідних для подальшого навчання та практичної діяльності, створюючи умови для повноцінного формування дослідницької компетентності та активного включення учнів у навчальний процес.

2.3. Дослідження ефективності використання комп'ютерного моделювання у процесі навчання геометрії

У сучасній освітній практиці дедалі більшого значення набувають педагогічні технології, спрямовані на підвищення ефективності навчального процесу та активізацію пізнавальної діяльності учнів. Особливо актуальним це є у процесі навчання геометрії, зміст якої характеризується високим рівнем абстрактності та потребує розвиненого просторового мислення. Використання

цифрових освітніх інструментів, зокрема комп'ютерного моделювання, створює умови для більш глибокого й усвідомленого засвоєння навчального матеріалу, оскільки учні отримують можливість безпосередньо взаємодіяти з геометричними об'єктами, змінювати їх параметри та спостерігати результати власних дій у режимі реального часу.

Комп'ютерне моделювання дозволяє наочно відображати геометричні об'єкти, їхні властивості та взаємозв'язки, що значно розширює можливості традиційного навчання. За допомогою динамічних моделей учні можуть змінювати довжини сторін, величини кутів, положення вершин фігур і спостерігати, як ці зміни впливають на властивості геометричних об'єктів. Такий підхід сприяє формуванню умінь аналізу, порівняння та узагальнення, а також розвитку критичного мислення, оскільки учні повинні оцінювати результати спостережень і робити обґрунтовані висновки. З метою підтвердження ефективності використання комп'ютерного моделювання у процесі навчання геометрії було проведено педагогічне дослідження, яке включало спостереження за навчальною діяльністю учнів 8 класу, аналіз результатів навчання, а також анкетування учнів. Дослідження проводилося під час вивчення тем курсу геометрії, що передбачають активне використання комп'ютерних моделей (чотирикутники, площі плоских фігур, подібність трикутників, геометричні побудови). Анкетування учнів було спрямоване на з'ясування їхнього ставлення до використання комп'ютерного моделювання на уроках геометрії, рівня зацікавленості навчальним матеріалом, а також суб'єктивної оцінки власного розуміння тем. Результати опитування показали, що більшість учнів позитивно оцінюють використання комп'ютерних моделей на уроках геометрії. Учні зазначали, що робота з GeoGebra допомагає краще зрозуміти властивості геометричних фігур, робить навчання більш наочним і цікавим, а також полегшує сприйняття складних тем. Значна частина респондентів відзначила, що під час роботи з комп'ютерними моделями їм легше формулювати висновки та пояснювати отримані результати. Окрім анкетування, було проаналізовано навчальну діяльність учнів під час виконання завдань дослідницького характеру.

Такі завдання передбачали не лише відтворення готових алгоритмів, а й самостійне експериментування з параметрами геометричних фігур, пошук закономірностей і формулювання висновків. Наприклад, під час дослідження умов існування трикутника з заданими сторонами учні змінювали довжини сторін у динамічній моделі та спостерігали, за яких співвідношень побудова трикутника є можливою. У результаті виконання таких завдань учні не лише засвоювали відповідні теоретичні положення, а й усвідомлювали їх практичний зміст. Важливою особливістю організації навчальної діяльності стало поєднання різних форм роботи: фронтальної, групової та індивідуальної. Фронтальна робота використовувалася для демонстрації комп'ютерних моделей і колективного обговорення результатів досліджень. Групова робота сприяла розвитку комунікативних умінь, уміння співпрацювати та аргументовано висловлювати власну думку. Індивідуальна робота, у свою чергу, дозволяла кожному учню працювати у власному темпі, перевіряти гіпотези та формувати особисті висновки на основі експериментальних даних. Аналіз результатів навчальної діяльності показав, що учні, які працювали з комп'ютерними моделями, демонстрували вищий рівень активності на уроках, більш усвідомлено виконували завдання та частіше використовували логічні міркування під час розв'язування задач. Вони легше переносили набуті знання на нові навчальні ситуації та виявляли більшу готовність до самостійної дослідницької діяльності. Критеріями ефективності використання комп'ютерного моделювання у навчанні геометрії стали правильність і повнота виконання завдань, рівень пізнавальної активності учнів, здатність самостійно перевіряти результати та формулювати висновки, а також уміння застосовувати отримані знання у практичних ситуаціях. Отримані результати підтвердили, що використання комп'ютерного моделювання позитивно впливає як на засвоєння теоретичного матеріалу, так і на розвиток дослідницьких умінь і навичок.

Разом із тим у процесі дослідження було виявлено й певні труднощі, пов'язані з необхідністю чітких інструкцій, диференціації завдань за рівнем складності, технічними можливостями класу та раціональним розподілом часу

на уроці. Подолання цих труднощів можливе за умови ретельної підготовки навчальних матеріалів, методичного супроводу та оптимального планування навчального процесу. Таким чином, результати проведеного дослідження підтверджують доцільність і ефективність використання комп'ютерного моделювання у процесі навчання геометрії учнів 8 класу. Комп'ютерні моделі сприяють кращому розумінню геометричних понять, розвитку просторового, критичного та дослідницького мислення, активізації пізнавальної діяльності та підвищенню мотивації до навчання. Органічне поєднання комп'ютерного моделювання з традиційними методами навчання створює сприятливі умови для формування ключових компетентностей і забезпечує підвищення якості математичної освіти.

Дослідження проводилося упродовж навчального періоду та включало такі методи:

- анкетування учнів;
- аналіз результатів навчальної діяльності;
- порівняння рівня засвоєння навчального матеріалу до та після використання комп'ютерного моделювання.

У дослідженні взяли участь 24 учні 8 класу. Під час вивчення тем з геометрії (зокрема теми «Подібність трикутників», «Побудова геометричних фігур», «Властивості трикутника») використовувалися комп'ютерні моделі, створені у програмному середовищі GeoGebra.

Для виявлення ставлення учнів до використання комп'ютерного моделювання було проведено анкетування після завершення серії уроків. Анкета містила запитання, спрямовані на визначення рівня зацікавленості, зрозумілості навчального матеріалу та самооцінки навчальних результатів.

Результати анкетування показали:

79% учнів зазначили, що матеріал став більш зрозумілим завдяки використанню комп'ютерних моделей;

83% учнів відзначили підвищення інтересу до вивчення геометрії;

75% учнів вказали, що їм стало легше уявляти геометричні фігури та їхні властивості;

71% учнів зазначили, що їм було цікаво самостійно змінювати параметри моделей та спостерігати результат.

Отримані результати свідчать про позитивне сприйняття комп'ютерного моделювання учнями та його мотиваційний потенціал.

Аналіз навчальних результатів:

Для оцінювання впливу комп'ютерного моделювання на рівень засвоєння знань було проаналізовано результати виконання навчальних завдань і контрольних робіт до та після впровадження комп'ютерних моделей.

Порівняльний аналіз показав:

- зменшення кількості типових помилок, пов'язаних із неправильним розумінням властивостей геометричних фігур;
- підвищення середнього рівня успішності учнів;
- зростання кількості учнів, які виконували завдання творчого та дослідницького характеру.

Особливо помітним стало покращення результатів під час розв'язування задач, що вимагали просторового уявлення та аналізу взаємозв'язків між елементами фігур.

Узагальнення результатів дослідження

Отримані в ході дослідження дані підтверджують, що використання комп'ютерного моделювання у навчанні геометрії:

- підвищує рівень наочності та доступності навчального матеріалу;
- сприяє кращому розумінню геометричних понять і закономірностей;
- активізує пізнавальну діяльність учнів;
- розвиває просторове, логічне та критичне мислення;
- підвищує навчальну мотивацію та інтерес до предмета.

Таким чином, результати анкетування, аналізу навчальних досягнень та педагогічного спостереження підтверджують доцільність і ефективність

використання комп'ютерного моделювання у процесі навчання геометрії учнів 8 класу в умовах Нової української школи.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ II

Розгляд методичних аспектів використання комп'ютерного моделювання у навчанні геометрії учнів 8 класу дозволяє зробити кілька важливих висновків. По-перше, застосування комп'ютерних моделей забезпечує наочне та динамічне представлення геометричних об'єктів, що значно підвищує рівень засвоєння теоретичного матеріалу, сприяє формуванню глибокого розуміння властивостей і взаємозв'язків фігур, а також полегшує сприйняття складних понять. По-друге, використання завдань дослідницького характеру стимулює активну пізнавальну діяльність учнів, розвиток критичного і просторового мислення, уміння аналізувати результати експериментів, узагальнювати дані та формулювати власні висновки. Такий підхід сприяє формуванню дослідницьких компетентностей і стимулює самостійну роботу учнів, розвиток відповідальності за результати навчання та навичок самоконтролю. По-третє, комбінування різних форм організації навчальної діяльності — фронтальної, групової та індивідуальної — забезпечує ефективне використання потенціалу комп'ютерного моделювання, створює умови для колективного обговорення результатів, розвитку комунікативних і колективних навичок та одночасно дає можливість кожному учню працювати у власному темпі. По-четверте, ефективність використання комп'ютерного моделювання значною мірою залежить від методичного супроводу: наявності чітких інструкцій, диференціації завдань за рівнем складності, забезпечення технічної підтримки та правильного планування уроку. Дотримання цих умов дозволяє оптимізувати процес навчання та забезпечити високий рівень засвоєння матеріалу. Нарешті, переваги використання комп'ютерного моделювання очевидні: підвищення наочності та наукової зрозумілості матеріалу, можливість проведення експериментів у реальному часі, розвиток аналітичного та дослідницького мислення, підвищення мотивації до навчальної діяльності та формування ключових компетентностей. Органічне поєднання комп'ютерного моделювання з традиційними методами

навчання дозволяє забезпечити комплексний розвиток учнів, формує практичні навички та робить навчальний процес більш інтерактивним, цікавим і результативним. Таким чином, методичне впровадження комп'ютерного моделювання у навчання геометрії учнів 8 класу підтверджує його високу практичну цінність, ефективність і доцільність, сприяє формуванню активної пізнавальної позиції учнів і розвитку необхідних компетентностей для успішного оволодіння навчальним матеріалом.

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі здійснено комплексне дослідження проблеми використання комп'ютерного моделювання у процесі навчання геометрії учнів 8 класу закладів загальної середньої освіти. Актуальність обраної теми зумовлена сучасними тенденціями розвитку освіти, орієнтацією на компетентнісний підхід, активне впровадження цифрових технологій у навчальний процес та реалізацію ідей Нової української школи.

У ході дослідження проаналізовано теоретичні основи комп'ютерного моделювання як засобу навчання та з'ясовано його роль у сучасній освітній практиці. Встановлено, що комп'ютерне моделювання є ефективним інструментом візуалізації навчального матеріалу, який забезпечує поєднання теоретичних знань із практичною діяльністю учнів, сприяє активізації пізнавального інтересу та розвитку дослідницьких умінь. Особливо значущим є його використання під час вивчення геометрії, де значна частина навчального матеріалу має абстрактний характер і потребує розвитку просторового мислення. У роботі розкрито дидактичні можливості комп'ютерного моделювання, зокрема його здатність забезпечувати динамічне подання геометричних об'єктів, варіативність навчальних ситуацій, можливість проведення експериментів у реальному часі та самостійну перевірку гіпотез. З'ясовано, що використання комп'ютерних моделей сприяє глибшому розумінню властивостей геометричних фігур, встановленню причинно-наслідкових зв'язків між елементами та формуванню логічного й критичного мислення учнів.

Окрему увагу приділено аналізу програмного середовища GeoGebra як ефективного засобу комп'ютерного моделювання у навчанні геометрії. Визначено, що GeoGebra має широкий функціонал, є доступною та зручною у використанні, дозволяє створювати динамічні геометричні моделі, проводити дослідження та організовувати навчальну діяльність учнів на різних етапах уроку. Застосування цього програмного засобу відповідає сучасним вимогам до цифрової компетентності вчителя та учнів.

У другому розділі роботи проаналізовано навчальну програму з геометрії для 8 класу та обґрунтовано доцільність використання комп'ютерного моделювання під час вивчення таких тем, як чотирикутники, площі плоских фігур, подібність трикутників, геометричні побудови та перетворення. Встановлено, що зміст і структура навчальної програми створюють сприятливі умови для впровадження комп'ютерного моделювання, оскільки більшість тем потребують наочності, динамічності та можливості експериментального дослідження.

У роботі розроблено приклади навчальних матеріалів і конспектів уроків з геометрії з використанням комп'ютерного моделювання, що демонструють можливості інтеграції цифрових технологій у традиційний навчальний процес. Запропоновані розробки спрямовані на формування предметних і ключових компетентностей, розвиток самостійності, дослідницьких умінь та мотивації учнів до навчання.

Проведене дослідження ефективності використання комп'ютерного моделювання у процесі навчання геометрії підтвердило його позитивний вплив на якість засвоєння навчального матеріалу. Результати опитування учнів засвідчили зростання інтересу до предмета, покращення розуміння геометричних понять, розвиток просторового мислення та підвищення активності на уроках. Отримані дані свідчать про доцільність систематичного використання комп'ютерного моделювання як складової сучасного уроку геометрії. Разом з тим у роботі визначено можливі труднощі впровадження комп'ютерного моделювання, зокрема необхідність ретельної підготовки навчальних матеріалів, наявності чітких інструкцій, урахування рівня підготовки учнів та технічних можливостей навчального закладу. Обґрунтовано, що подолання зазначених труднощів можливе за умови методично виваженого підходу, поєднання традиційних і цифрових методів навчання, а також належної підготовки вчителя.

Узагальнюючи результати дослідження, можна стверджувати, що комп'ютерне моделювання є ефективним засобом навчання геометрії у 8 класі,

який сприяє підвищенню якості навчального процесу, формуванню стійких знань, розвитку ключових компетентностей і мотивації учнів. Його використання відповідає сучасним освітнім вимогам та є перспективним напрямом удосконалення методики навчання геометрії в умовах цифровізації освіти.

Перспективи подальших досліджень полягають у розширенні спектра навчальних тем, для яких можуть бути розроблені комп'ютерні моделі, удосконаленні методики їх використання, а також у дослідженні можливостей інтеграції комп'ютерного моделювання з іншими навчальними дисциплінами та формами організації навчальної діяльності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бородавка Є. В., Демченко В. В. *Геометричне моделювання і комп'ютерна графіка: методичні вказівки*. org2.knuba.edu.ua. URL: <http://org2.knuba.edu.ua/> (дата звернення: 05.11.2025).
2. Жалдак М. І. *Система підготовки учителя до використання інформаційних технологій у навчальному процесі*. Цифрова бібліотека НАН України. URL: <https://irbis-nbuv.gov.ua/> (дата звернення: 05.11.2025).
3. Конструктивна геометрія як галузь математики. ENPU IRB. URL: <https://enpuir.npu.edu.ua/> (дата звернення: 05.11.2025).
4. Кравченко І. В., Микитенко В. І., Тимчик Г. С. *Комп'ютерне моделювання: системи і процеси: підручник із теоретичних основ моделювання*. ELA KPI. URL: <https://ela.kpi.ua/> (дата звернення: 06.11.2025).
5. Мала І. О. *Методика вивчення теми «Піраміда» з використанням комп'ютерних 3D-моделей*. Магістерська робота. URL: <https://elibrary.kdpu.edu.ua/> (дата звернення: 04.11.2025).
6. Мартин Є. В., Козуб В. В., Рак Т. Є. *Інформаційні графічно-комп'ютерні технології*. library.kpi.kharkov.ua. URL: <https://library.kpi.kharkov.ua/> (дата звернення: 05.11.2025).
7. Савченко І. О. *Моделювання складних систем. Комп'ютерний практикум: навчальний посібник*. ELA KPI. URL: <https://ela.kpi.ua/> (дата звернення: 06.11.2025).
8. Швець Г. О. *Методика вивчення теми «Призма» з використанням комп'ютерних 3D-моделей*. Магістерська робота URL: <https://elibrary.kdpu.edu.ua/> (дата звернення: 04.11.2025).
9. Bogdanova E. A., Bogdanov P. S., Bogdanov S. N. *Future mathematics teachers' implementation of research activities based on dynamic mathematics software*

- GeoGebra*. RUDN Journal of Informatization in Education. URL: <https://journals.rudn.ru/> (date of access: 06.11.2025).
10. Cundy M., Rollett A. P. *Mathematical Models*. Clarendon Press. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Mathematical_models (date of access: 03.11.2025).
 11. GeoGebra — динамічне математичне програмне середовище. VSPU Repository. URL: <https://vspu.edu.ua/> (дата звернення: 06.11.2025).
 12. GNU Dr. Geo — інтерактивне геометричне програмне забезпечення. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Dr_Geo (date of access: 06.11.2025).
 13. Kramarenko T. H., Pylypenko O. S., Serdiuk O. Y. *Digital technologies in specialized mathematics education: application of GeoGebra in stereometry teaching*. elibrary.kdpu.edu.ua. URL: <https://elibrary.kdpu.edu.ua/> (date of access: 06.11.2025).
 14. *Mathematical Modelling Education and Sense-making*. Springer. URL: <https://link.springer.com/> (date of access: 05.11.2025).
 15. Semenikhina O. V., Drushliak M. H. *Computer tools of dynamic mathematic software and methodical problems of their use*. Інформаційні технології і засоби навчання. URL: <https://journal.iitta.gov.ua/> (date of access: 05.11.2025).
 16. Semenikhina O. V., Drushliak M. H. *Dynamic mathematics software: a quantitative analysis in the context of the preparation of math teachers*. Інформаційні технології і засоби навчання. URL: <https://journal.iitta.gov.ua/> (date of access: 05.11.2025).
 17. The Geometer's Sketchpad — програмне забезпечення для динамічної геометрії. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Geometer%27s_Sketchpad (date of access: 06.11.2025).
 18. The Use of Dynamic Geometry Software from a Pedagogical Perspective: Current Status and Future Prospects. DergiPark. URL: <https://dergipark.org.tr/> (date of access: 06.11.2025).

19. Wolfram C. *The Math(s) Fix: An Education Blueprint for the AI Age*.
URL: https://en.wikipedia.org/wiki/The_Maths_Fix (date of access: 06.11.2025).
20. Zeleniak O. P. *Technologies of application of dynamic geometry environments*.
Інформаційні технології і засоби навчання. URL: <https://journal.iitta.gov.ua/>
(date of access: 05.11.2025).