Карпатський національний університет імені Василя Стефаника
Факультет математики та інформатики
Кафедра математики та інформатики

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти
на тему:

РЕАЛІЗАЦІЯ STEM-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ ПРИ ВИВЧЕННІ ПЛАНІМЕТРІЇ

Виконав: здобувач другого
(магістерського) рівня вищої освіти,
групи
Спеціальності: СОМ(М)з-5
Криницький Олександр Андріянович

Керівник Пилипів В. М.,
доктор фізико-математичних наук,
професор кафедри

Рецензент:

Івано-Франківськ – 2025

Анотація

Робота присвячена теоретичному обґрунтуванню та практичній реалізації STEM-орієнтованого підходу у процесі вивчення планіметрії в закладах загальної середньої освіти. У ній також розглядається інтеграція природничо-математичних дисциплін із технологіями та інженерією в контексті геометричної освіти. Показані переваги використання цифрових інструментів (GeoGebra, Polypad, Sweet Home 3D) для розвитку дослідницької компетентності учнів, а практичне застосування STEM-підходу продемонстроване на прикладах конкретних навчальних завдань та інтегрованих проєктів.

Об'єкт роботи – процес навчання математики в закладах загальної середньої освіти.

Предмет роботи – особливості реалізації STEM-орієнтованого підходу при вивченні планіметрії.

Мета роботи – теоретичне обґрунтування та практична реалізація STEM-орієнтованого підходу у процесі вивчення планіметрії в закладах загальної середньої освіти.

Методи дослідження: теоретичні (аналіз психолого-педагогічної та методичної літератури, узагальнення досвіду вчителів, порівняння та систематизація наукових підходів); емпіричні (спостереження за навчальним процесом, опитування учнів і вчителів, педагогічний експеримент); статистичні (кількісний та якісний аналіз результатів експерименту); методи візуалізації та моделювання (застосування цифрових інструментів для створення інтерактивних STEM-завдань).

Магістерську роботу представлено на 58 сторінках, вона містить 2 розділи, 8 рисунків, 8 таблиць, 2 додатки та 48 джерел у списку використаної літератури.

Перший розділ розкриває теоретичні основи впровадження STEM-орієнтованого підходу у вивченні планіметрії. У ньому розглянуто сутність та основні принципи STEM-освіти в сучасній школі, місце і роль планіметрії в шкільному курсі математики, а також обґрунтовано педагогічні умови ефективного впровадження STEM-підходу.

Другий розділ присвячено практичній реалізації STEM-орієнтованого підходу при вивченні планіметрії. Зокрема, представлено методику використання цифрових інструментів (GeoGebra, Polypad, Sweet Home 3D) на уроках геометрії, розроблено комплекс STEM-завдань і інтегрованих проєктів

для учнів 8 класу, наведено результати апробації та аналіз анкетування учнів і вчителів щодо ефективності STEM-підходу.

Практичне значення: розроблені методичні рекомендації та приклади STEM-завдань можуть бути використані вчителями математики під час вивчення тем планіметрії, у системі підвищення кваліфікації педагогів та у підготовці студентів педагогічних спеціальностей.

Ключові слова: STEM-освіта, планіметрія, цифрові інструменти, GeoGebra, Polypad, інтегровані проєкти, дослідницька компетентність, геометрична освіта.

ANNOTATION

This work is devoted to the theoretical substantiation and practical implementation of STEM-oriented approach in the process of teaching planimetry in general secondary education institutions. It also discusses the integration of natural-mathematical disciplines with technology and engineering in the context of geometric education. Some advantages of using digital tools (GeoGebra, Polypad, Sweet Home 3D) for developing students' research competence are given and practical application of STEM-approach is shown by examples of specific learning tasks and integrated projects.

Subject of work – peculiarities of implementing STEM-oriented approach in teaching planimetry, as well as comparison of traditional and innovative methods of teaching geometry.

The aim of the work is to investigate theoretical foundations and show practical implementation of STEM-oriented approach in teaching planimetry in secondary schools.

The purpose of the master's work is theoretical substantiation and practical implementation of STEM-oriented approach in the process of teaching planimetry in general secondary education institutions.

Research methods: theoretical (analysis of psychological-pedagogical and methodological literature, generalization of teachers' experience, comparison and systematization of scientific approaches); empirical (observation of the educational process, surveys of students and teachers, pedagogical experiment); statistical (quantitative and qualitative analysis of experimental results); visualization and modeling methods (application of digital tools for creating interactive STEM-tasks).

Thesis is presented on 58 pages, it contains 2 sections, 8 figures, 8 tables, 2 appendices, and 48 sources in the list of references.

The first section describes theoretical foundations of implementing STEM-oriented approach in teaching planimetry. The essence and main principles of STEM-education in modern school are presented. The place and role of planimetry in school mathematics curriculum is also analyzed, and pedagogical conditions for effective implementation of STEM-approach are substantiated.

The second section considers practical implementation of STEM-oriented approach in teaching planimetry. In particular, the methodology of using digital tools (GeoGebra, Polypad, Sweet Home 3D) in geometry lessons is presented, a set of STEM-tasks and integrated projects for 8th grade students is developed, and the results

of approbation and analysis of students' and teachers' questionnaires regarding the effectiveness of STEM-approach are shown.

The third section presents the practical results of the research, namely: confirmation that STEM-oriented teaching significantly increases motivation to study planimetry, develops research, analytical, creative and practical competencies, ensures integration of mathematics with other disciplines. Digital platforms and project activities have proven to be effective means of forming spatial thinking and the ability to apply knowledge in practice.

Practical significance: developed methodological recommendations and examples of STEM-tasks can be used by mathematics teachers when studying planimetry topics, in the system of professional development of teachers and in the preparation of students of pedagogical specialties.

Key words: STEM-education, planimetry, digital tools, GeoGebra, Polypad, integrated projects, research competence, geometric education.

ЗМІСТ

ВСТУП 7

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВПРОВАДЖЕННЯ STEM-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ У ВИВЧЕННІ ПЛАНІМЕТРІЇ 11

1.1. Сутність та основні принципи STEM-освіти в сучасній школі 11

1.2. Місце і роль планіметрії в шкільному курсі математики 16

1.3. Педагогічні умови ефективного впровадження STEM-підходу у навчанні планіметрії 19

Висновки до розділу 1 24

РОЗДІЛ 2. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ STEM-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ У ВИВЧЕННІ ПЛАНІМЕТРІЇ 26

2.1. Організація навчального процесу з використанням STEM-елементів під час вивчення тем планіметрії 26

2.2. Розробка та апробація STEM-завдань і проєктів з планіметрії 32

2.3. Аналіз ефективності застосування STEM-орієнтованого підходу у навчанні планіметрії 42

Висновки до розділу 2 49

ВИСНОВКИ 51

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 54

ДОДАТКИ 60

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасна освіта потребує переосмислення традиційних підходів до навчання, зокрема у галузі природничо-математичних дисциплін. Одним із ключових напрямів реформування є впровадження STEM-освіти (Science, Technology, Engineering, Mathematics), яка передбачає інтеграцію знань із різних галузей науки й техніки, розвиток критичного, аналітичного й креативного мислення. У контексті математики STEM-підхід дає змогу зробити навчальний процес більш осмисленим, практично спрямованим і мотивуючим для здобувачів освіти. Особливої актуальності він набуває під час вивчення планіметрії – розділу геометрії, що формує просторове мислення, логіку та вміння застосовувати знання в реальних життєвих ситуаціях.

Нормативно-правовою основою впровадження STEM-підходу є Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року (постанова Кабінету Міністрів України від 5 серпня 2020 р. № 960-р), у якій визначено необхідність підготовки учнів до викликів сучасного технологічного суспільства. У документі наголошується на важливості створення умов для інтегрованого навчання, розвитку дослідницьких і проєктних умінь, застосування цифрових інструментів у навчальному процесі. Таким чином, реалізація STEM-орієнтованого підходу у викладанні планіметрії відповідає стратегічним пріоритетам державної освітньої політики.

Аналіз практики шкільного навчання свідчить, що вчителі математики часто зосереджуються на засвоєнні формул і алгоритмів, не приділяючи належної уваги зв’язку геометричних знань із життям, технікою та природничими науками. Це призводить до зниження мотивації учнів і сприйняття математики як абстрактної, відірваної від реальності науки. STEM-орієнтований підхід дозволяє подолати цю суперечність, інтегруючи планіметрію з елементами фізики, інженерії, інформатики, що стимулює учнів до пізнання та самостійного пошуку рішень.

У працях українських науковців і педагогів: Л. Гриневич, Н. Морзе, В. Гайда, С. Капітонова, М. Бурда, Т. Крамаренко, В. Рогоза, О. Когут та ін. досліджено питання впровадження STEM-освіти, розроблено методичні підходи до інтеграції природничо-математичних предметів, використання цифрових платформ і проєктної діяльності в навчальному процесі. Дослідники підкреслюють важливість формування в учнів дослідницьких компетентностей, вмінь працювати в команді, застосовувати математичні знання для розв'язання реальних проблем.

Отже, актуальність теми дипломної роботи зумовлена потребою модернізації навчання геометрії в умовах реалізації Концепції Нової української школи, необхідністю формування практико-орієнтованого мислення та підготовки учнів до життя в цифровому суспільстві. Реалізація STEM-орієнтованого підходу при вивченні планіметрії сприятиме підвищенню мотивації школярів до вивчення математики, розвитку їх творчих і дослідницьких здібностей, а також ефективнішому засвоєнню навчального матеріалу.

Мета дослідження – теоретичне обґрунтування та практична реалізація STEM-орієнтованого підходу у процесі вивчення планіметрії в закладах загальної середньої освіти.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі **завдання**:

1. Розглянути сутність і принципи STEM-освіти в сучасній школі.
2. Дослідити місце і роль планіметрії в системі шкільного курсу математики.
3. Визначити педагогічні умови ефективного впровадження STEM-підходу у вивченні планіметрії.
4. Розробити та апробувати комплекс STEM-завдань і навчальних проєктів із планіметрії.
5. Оцінити ефективність реалізації STEM-орієнтованого підходу у навчанні планіметрії на основі педагогічного експерименту.

Об'єкт дослідження – процес навчання математики в закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження – особливості реалізації STEM-орієнтованого підходу при вивченні планіметрії.

Для досягнення мети роботи використано такі **методи**:

- теоретичні: аналіз психолого-педагогічної та методичної літератури, узагальнення досвіду вчителів, порівняння та систематизація наукових підходів;
- емпіричні: спостереження за навчальним процесом, опитування учнів і вчителів, педагогічний експеримент;
- статистичні: кількісний та якісний аналіз результатів експерименту;
- методи візуалізації та моделювання: застосування цифрових інструментів (GeoGebra, Polypad, Desmos Geometry) для створення інтерактивних STEM-завдань.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше здійснено комплексне дослідження можливостей реалізації STEM-орієнтованого підходу у процесі вивчення планіметрії. Науково узагальнено та систематизовано теоретичні засади STEM-освіти у викладанні геометрії. Удосконалено підходи до інтеграції змісту планіметрії з іншими навчальними дисциплінами на основі міжпредметних зв’язків. Розроблено модель STEM-заняття з планіметрії, що передбачає використання цифрових технологій, дослідницьких методів і навчальних проєктів. Одержані результати конкретизують можливості практичного застосування STEM-підходу у формуванні в учнів дослідницької, інженерної та математичної компетентностей.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблені методичні рекомендації та приклади STEM-завдань можуть бути використані вчителями математики під час вивчення тем планіметрії в основній школі. Матеріали дослідження доцільно застосовувати у системі підвищення кваліфікації педагогів, у роботі методичних об’єднань, а також у підготовці студентів педагогічних спеціальностей.

Структура та обсяг дипломної роботи. Робота складається зі вступу, двох розділів (теоретичного та практичного), висновків до кожного розділу,

загальних висновків, списку використаних джерел (48 позицій) та додатків. Загальний обсяг роботи становить 58 сторінок, з яких 50 сторінок основного тексту, 2 додатки. Робота містить 8 таблиць, 8 рисунків.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВПРОВАДЖЕННЯ STEM-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ У ВИВЧЕННІ ПЛАНІМЕТРІЇ

1.1. Сутність та основні принципи STEM-освіти в сучасній школі

Сучасна система освіти України перебуває у стані активного оновлення, що зумовлено потребами інформаційного суспільства, глобальними технологічними змінами та викликами цифрової епохи. Одним із ключових напрямів модернізації є впровадження STEM-освіти (Science, Technology, Engineering, Mathematics), яка базується на інтеграції знань із природничих, математичних, інженерних і технологічних дисциплін.

Як зазначає Л. Гриневич, STEM-підхід формує у школярів нову культуру мислення – аналітичну, дослідницьку, інженерну, що є основою компетентнісного підходу Нової української школи [12, с. 3]. У роботі В.Гнєзділової підкреслюється, що STEM-освіта – це не просто оновлення змісту, а якісно інша педагогічна філософія, спрямована на підготовку учня до життя у світі технологій [11, с. 15]. Саме тому розгляд сутності STEM-освіти й її принципів є теоретичним підґрунтям для подальшого впровадження цього підходу у викладанні планіметрії.

Поняття STEM-освіти виникло у США наприкінці XX століття як відповідь на дефіцит фахівців технічних галузей і низький рівень природничо-математичної підготовки випускників. Як вважає Т. Дмитренко, STEM-модель з’явилася як інтеграційна стратегія, що поєднує міжпредметні знання з інноваційними технологіями навчання [14, с. 21]. У вітчизняному освітньому просторі цей напрям отримав розвиток після ухвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти до 2027 року [22]. За визначенням О. Лозової, STEM-освіта є системою навчання, спрямованою на формування здатності учня самостійно шукати, аналізувати та застосовувати знання в практичних умовах [26, с. 8]. Таким чином, сутність STEM-освіти полягає у створенні цілісної освітньої моделі, яка виходить за межі предметних дисциплін.

На думку Н. Морзе та В. Вембера, основною метою STEM-освіти є підготовка учнів до реального життя, де технологічна грамотність стає обов'язковою складовою успішної самореалізації [12, с. 5]. Автори наголошують, що інноваційна освітня модель має базуватися на діяльнісному навчанні, коли учні не лише споживають знання, а й створюють їх у процесі дослідження або розв'язання практичних завдань. Як зазначає Г. Бондар, STEM-підхід у навчанні математики сприяє розвитку творчості та формуванню навичок критичного мислення, оскільки вимагає від учнів аналізу, моделювання, експерименту [3]. Це особливо важливо для геометрії, де просторові уявлення можна успішно формувати через міждисциплінарні завдання, наближені до реальних життєвих ситуацій.

За результатами дослідження Л. Колток і Н. Іваник, STEM-освіта ґрунтується на принципі інтеграції знань, що забезпечує перенесення інформації між предметами [21, с. 134]. У такому контексті математика виступає універсальною мовою опису природничих і технічних процесів, а геометрія стає ключем до візуалізації цих процесів. М. Бурда підкреслює, що вивчення геометричних понять у контексті STEM формує у школярів уявлення про практичну цінність математичних знань [5, с. 42]. Тому STEM-підхід у вивченні планіметрії сприяє розвитку інженерного мислення, уміння бачити за математичними об'єктами їхні реальні аналоги.

Суттєвим компонентом STEM-освіти є цифровізація навчального процесу. Як зазначає О. Когут, використання цифрових інструментів, таких як GeoGebra, Desmos Geometry, Polypad, сприяє розвитку просторової уяви та формуванню цифрової компетентності учнів [20, с. 34]. Важливо, що ці інструменти не замінюють учителя, а лише розширюють можливості для дослідження. На думку В. Гайди, STEM-урок – це завжди поєднання традиційних і цифрових методів навчання, що забезпечує баланс між теоретичним знанням і практичним досвідом [9, с. 82]. Таким чином, технологічний аспект є невід'ємною складовою сучасної STEM-моделі.

Вагомий внесок у розвиток STEM-педагогіки зробили українські вчені. Так, С. Капітонова у своїх роботах розкриває роль інтегрованих STEM- і STEAM-технологій у формуванні науково-дослідницької компетентності школярів [19]. Вона вважає, що успішність реалізації STEM-освіти залежить від рівня підготовки педагогів до міжпредметної інтеграції. Подібну думку висловлюють В. Гайда та В. Кавецький, які наголошують, що професійна підготовка вчителів є ключовою умовою успішного впровадження STEM-підходу в школі [10, с. 85]. Тому підвищення кваліфікації педагогічних кадрів має бути невід'ємною складовою розвитку STEM-освіти.

Як зазначає Д. Грузін, одним із базових принципів STEM є діяльнісний підхід, що реалізується через проектно-дослідницьку діяльність [13]. Така форма роботи дозволяє учням створювати продукти власної інтелектуальної діяльності, поєднуючи теоретичні знання з практичними навичками. У дослідженні Т.Коростіянець наголошується, що саме проектна робота з планіметрії сприяє глибшому розумінню просторових відношень і розвиває навички критичного мислення [23, с. 76]. Отже, діяльнісний принцип STEM передбачає активну участь учнів у процесі створення знань, що підвищує їхню мотивацію та навчальну автономію.

Ще одним фундаментальним принципом STEM-освіти є міждисциплінарність. На думку Ф. Левченка, навчання має ґрунтуватися на зв'язках між фізикою, математикою, інформатикою та технологіями, що дозволяє розглядати будь-яке явище комплексно [25, с. 28]. Це забезпечує перенесення знань у нові контексти, що особливо важливо при вивченні геометричних об'єктів і процесів. У праці О. Пшеничної також підкреслюється важливість інтеграції предметів для розвитку логіко-аналітичного мислення школярів [33, с. 14]. Таким чином, міждисциплінарність є основою практичного спрямування STEM-освіти.

За твердженням О. Істера, ефективність STEM-навчання забезпечується реалізацією принципу науковості, який передбачає системне формування понять через дослідження і моделювання [18, с. 9]. Учень у такій системі виступає не

пасивним слухачем, а дослідником, який перевіряє гіпотези, шукає закономірності, формулює висновки. В. Гнєзділова зазначає, що саме науковий характер STEM-досліджень сприяє вихованню культури експерименту та розвитку допитливості [11, с. 39]. Це дає змогу учням відчути себе учасниками реального наукового процесу, що підвищує пізнавальну мотивацію.

Поряд із науковістю важливим є принцип практичної спрямованості. Як зазначає А. Амонова, завдання STEM-уроків повинні бути пов’язані з реальними життєвими ситуаціями, що дозволяє учням бачити цінність отриманих знань [1, с. 10]. Реалізація цього принципу у планіметрії передбачає створення навчальних задач, у яких геометричні знання застосовуються для розв’язання прикладних проблем: побудови моделей, розрахунків площ, оптимізації конструкцій. М.Бурда вважає, що практична спрямованість формує у школярів відповідальність за результат навчання та підготовлює їх до майбутньої професійної діяльності [6, с. 72]. Такий підхід є ефективним засобом формування ключових компетентностей учня XXI століття.

Суттєвою особливістю STEM є використання принципу індивідуалізації навчання. Як наголошує В. Рогоза, у STEM-середовищі кожен учень може реалізувати власний потенціал через проєкт, експеримент або дослідження, що відповідає його інтересам [25, с. 40]. Це створює умови для диференціації навчання та розвитку творчої самостійності. Підтримуючи цю позицію, О.Лозова вказує, що індивідуалізація – це не лише вибір теми чи способу діяльності, а формування відповідальності за власне навчання [26, с. 63]. Таким чином, індивідуальний підхід є запорукою ефективності STEM-освіти в умовах сучасної школи.

Отже, можна зазначити, що STEM-освіта базується на системі принципів, які забезпечують її комплексний і практико-орієнтований характер. Їх можна узагальнити в таблиці.(див. табл.1.1.)

Таблиця 1.1

Основні принципи STEM-освіти в сучасній школі [12;13; 21; 23; 26;33]

№	Принцип STEM-освіти	Зміст принципу
1	Інтеграційний	Поєднання знань із різних галузей науки для формування цілісного світогляду
2	Діяльнісний	Залучення учнів до активної проектної та дослідницької діяльності
3	Науковості	Формування понять через дослідження, експеримент і моделювання
4	Практичної спрямованості	Використання навчальних завдань, пов’язаних із реальними ситуаціями
5	Міждисциплінарності	Інтеграція змісту математики, фізики, інформатики, технологій
6	Індивідуалізації	Орієнтація на особистісні інтереси та навчальні можливості учнів
7	Цифровізації	Використання інтерактивних платформ і цифрових інструментів

Отже, STEM-освіта є інтегрованою системою навчання, спрямованою на формування в учнів науково-дослідницької, технологічної та інженерної компетентностей. Її сутність полягає в об’єднанні природничо-математичних знань із практичною діяльністю, що відображає сучасні тенденції розвитку науки й техніки. Аналіз наукових джерел дозволяє стверджувати, що STEM-підхід забезпечує ефективну реалізацію компетентнісного навчання, сприяє розвитку критичного мислення, творчості та здатності до самостійного вирішення проблем. Основними принципами STEM-освіти є інтеграційність, діяльнісність, науковість, практична спрямованість, міждисциплінарність, індивідуалізація та цифровізація. Впровадження цих принципів у навчання планіметрії створює умови для глибшого розуміння учнями геометричних понять і формує у них інтерес до математики як науки, що має реальне застосування у сучасному світі.

1.2. Місце і роль планіметрії в шкільному курсі математики

Планіметрія як розділ геометрії займає провідне місце у системі шкільної математичної освіти, оскільки забезпечує розвиток просторового мислення, логічного аналізу та здатності до узагальнення. Вона є фундаментальною основою для вивчення не лише просторової геометрії, а й для подальшого засвоєння понять у фізиці, інформатиці, кресленні, архітектурі, інженерії. Зміст курсу планіметрії формує у здобувачів освіти вміння абстрагувати, моделювати та застосовувати математичні знання для розв'язання реальних практичних завдань. У межах базової середньої школи планіметрія вивчається системно, що дозволяє формувати в учнів цілісне бачення геометричних закономірностей. Зміст і структура курсу узгоджуються з Державним стандартом базової середньої освіти, де зазначено, що геометрія сприяє розвитку мислення високого рівня [25]. Таким чином, планіметрія не лише формує базові знання, а й створює основу для подальшого засвоєння інтегрованих навчальних дисциплін.

Планіметричний матеріал є унікальним у тому, що дозволяє поєднати абстрактне мислення з конкретною візуалізацією. Учні оперують як знаково-символічними моделями, так і геометричними зображеннями, що відповідає когнітивним закономірностям навчання. Через побудову, вимірювання, порівняння та аналіз геометричних фігур формується системне бачення закономірностей навколишнього світу. Планіметрія створює основу для розуміння просторових співвідношень, що безпосередньо впливає на розвиток аналітичного мислення. Крім того, саме в межах цього курсу учні опановують основи логічного доведення, що є важливою частиною математичної культури. Знання, здобуті під час вивчення планіметрії, стають універсальним інструментом для подальшої освітньої діяльності [28].

Однією з ключових функцій планіметрії є формування здатності до математичного моделювання. Через аналіз геометричних задач учні навчаються перетворювати реальні ситуації у математичні моделі, що сприяє розвитку креативності та уміння бачити зв'язок між абстракцією і практикою. Цей аспект

особливо важливий у контексті сучасних освітніх підходів, де пріоритет надається компетентнісному навчанню. Планіметрія дозволяє інтегрувати різні види діяльності – дослідницьку, експериментальну, проектну. У сучасних умовах це є основою для формування STEM-компетентностей, які передбачають поєднання знань із математики, технологій, інженерії та природничих наук [30]. Таким чином, планіметрія є ключовим елементом реалізації міжпредметної інтеграції у шкільному курсі.

Зміст планіметрії охоплює вивчення основних понять геометрії на площині – точок, прямих, кутів, трикутників, багатокутників, кіл та їхніх властивостей. У процесі навчання учні опановують методи побудови, вимірювання, перетворення та доведення тверджень. Такий матеріал є надзвичайно цінним для розвитку системного мислення. Крім того, планіметричні задачі часто виступають моделями реальних явищ – наприклад, у вимірюванні площ земельних ділянок, розрахунку матеріалів для будівництва, навігації чи дизайні. Це підкреслює практичну значущість курсу та його тісний зв’язок із сучасними технологіями [32].

Особливу роль у структурі шкільного курсу відіграє логіка подачі матеріалу – від простого до складного, що сприяє поступовому нарощуванню знань і формуванню стійких когнітивних зв’язків. Розуміння властивостей елементарних геометричних фігур є основою для сприйняття складніших понять просторової геометрії та аналітичних методів. Така послідовність забезпечує системність навчання та сприяє усвідомленому засвоєнню знань. Структурна логіка планіметрії демонструє взаємозалежність усіх її елементів, що є важливою характеристикою математичного мислення [34].

Планіметрія також виконує важливу виховну функцію. Завдяки системі логічних доведень, доказів і побудов формується культура мислення, увага до деталей, послідовність у міркуваннях. Учні навчаються чітко формулювати свої думки, аргументувати твердження та перевіряти гіпотези. Ці навички мають універсальний характер і застосовуються у будь-якій науковій чи професійній

сфері. Таким чином, планіметрія не лише навчає математичних фактів, а й виховує критично мислячу особистість [35].

Педагогічна практика показує, що засвоєння планіметрії сприяє розвитку не лише когнітивної, а й творчої сфери особистості. Учні вчаться шукати оригінальні способи розв'язання задач, використовувати нестандартні підходи, експериментувати з побудовами. Цей процес стимулює інтелектуальну активність і підтримує інтерес до математики. Застосування інтерактивних методів навчання, цифрових інструментів і геометричних програм робить процес пізнання більш наочним і мотивуючим. Таким чином, планіметрія стає полем для творчого самовираження в освітньому середовищі [36].

Важливою характеристикою курсу планіметрії є її інтеграційний потенціал у контексті STEM-освіти. Геометричні знання виступають фундаментом для розвитку технічного мислення, інженерного аналізу та технологічної грамотності. Планіметричні задачі дозволяють поєднати математичну логіку з реальними прикладами з архітектури, робототехніки, дизайну. Це забезпечує можливість створення проектів, де учні застосовують знання на практиці, розробляють макети, моделі та симуляції. Такий підхід формує у здобувачів освіти комплекс компетентностей, що відповідають вимогам XXI століття [38].(див. табл.1.2.)

Таблиця 1.2.

Комплекс компетентностей

Компоненти ролі планіметрії в освіті	Характеристика
Пізнавальний	Формування системи геометричних понять і логічного мислення
Практичний	Застосування геометричних знань у реальних життєвих і професійних ситуаціях
Інтеграційний	Зв'язок із природничими, технологічними, інженерними дисциплінами

Розвивальний	Розвиток просторового, аналітичного та креативного мислення
Виховний	Формування послідовності, точності, культури математичного мислення

Таким чином, планіметрія в освітньому процесі виступає не лише навчальним предметом, а системоутворювальним компонентом математичної освіти. Її зміст забезпечує розвиток як предметних, так і ключових компетентностей, формує логічну культуру та здатність до застосування знань у практиці. Вона є невід'ємною частиною реалізації сучасних освітніх стратегій, зокрема STEM-підходу, який спрямований на інтеграцію науки, технологій та інженерного мислення в навчальний процес [39].

Планіметрія займає особливе місце у системі математичної освіти, оскільки поєднує абстрактні і практичні аспекти пізнання. Її зміст сприяє формуванню логічного, просторового та аналітичного мислення, що є основою компетентнісного підходу. Розвиток STEM-освіти підкреслює нові можливості планіметрії як інтеграційного ядра між математикою, технологіями та інженерними науками. Завдяки цьому навчальний курс набуває не лише освітньої, а й виховної, світоглядної та творчої функції.

1.3. Педагогічні умови ефективного впровадження STEM-підходу у навчанні планіметрії

Ефективна реалізація STEM-орієнтованого підходу у процесі вивчення планіметрії потребує створення відповідних педагогічних умов, які забезпечують цілісність, інтегрованість і практичну спрямованість навчання. Ці умови визначають не лише зміст освітнього процесу, а й характер взаємодії між учителем та здобувачами освіти. Вони мають сприяти формуванню мотивації до пізнання, розвитку аналітичного мислення й уміння застосовувати знання у

реальних контекстах. Особливого значення набуває поєднання теоретичних знань із практичними завданнями, що імітують життєві або професійні ситуації. STEM-підхід передбачає активну діяльність учня як дослідника, конструктора, аналітика та проектувальника. Тому організація навчання має бути спрямована на розвиток ініціативності, творчості та вміння приймати рішення. Забезпечення таких умов створює основу для формування ключових компетентностей, визначених сучасними освітніми стандартами [40].

Першою педагогічною умовою ефективного впровадження STEM-підходу є інтеграція навчального змісту. Це означає, що в процесі вивчення планіметрії необхідно встановлювати логічні зв'язки з іншими дисциплінами – фізикою, технологіями, інформатикою, інженерією. Така інтеграція робить матеріал більш змістовним і зрозумілим для учнів, адже вони бачать практичне застосування геометричних знань у різних сферах діяльності. Наприклад, при розв'язанні задач про площі та кути можна залучати знання з фізики (механіка, оптика) або технології креслення. Це допомагає створювати ситуації успіху та формує мотивацію до навчання. Інтеграційний підхід сприяє розвитку системного мислення, оскільки учень починає усвідомлювати взаємозв'язки між науками [41].

Другою важливою умовою є проектна діяльність, яка забезпечує практичну реалізацію STEM-підходу. Проектні завдання у курсі планіметрії можуть передбачати створення моделей, макетів, розробку креслень, використання цифрових технологій для побудови геометричних об'єктів. Така діяльність розвиває дослідницькі навички, вчить планувати етапи роботи, аналізувати результати, робити висновки. Проектна форма навчання сприяє формуванню самостійності та відповідальності за кінцевий результат. У процесі роботи над проектами учні опановують нові методи пошуку інформації та міждисциплінарного застосування знань. Вона також стимулює командну взаємодію, що є важливим елементом сучасної освіти [42].

Наступною педагогічною умовою є використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчанні планіметрії. Сучасні цифрові

інструменти, такі як GeoGebra, Desmos чи інші динамічні середовища, дозволяють візуалізувати складні геометричні процеси та полегшують розуміння абстрактних понять. Завдяки використанню технологій учні можуть моделювати ситуації, змінювати параметри, спостерігати наслідки трансформацій у режимі реального часу. Це не лише підвищує зацікавленість у навчанні, а й забезпечує глибше розуміння змісту. Цифрова інтерактивність сприяє розвитку експериментального мислення, коли учень самостійно відкриває закономірності через дослідження [43].

Важливою умовою успішного впровадження STEM-підходу є створення проблемно-дослідницького середовища. У навчанні планіметрії це може реалізовуватись через постановку відкритих задач, які не мають однозначного рішення, або через організацію евристичних бесід. Проблемний підхід стимулює когнітивну активність, розвиває критичне мислення та спонукає до пошуку нових рішень. Він допомагає учням усвідомити, що геометрія – це не лише набір формул, а наука, що дозволяє відкривати закономірності світу. Такий підхід також підвищує рівень навчальної мотивації, оскільки учень стає суб’єктом пізнавальної діяльності [44].

Не менш значущою умовою є зміна ролі вчителя у процесі реалізації STEM-підходу. Педагог має виступати не лише джерелом знань, а фасилітатором, наставником, консультантом. Його завдання полягає у створенні сприятливих умов для самостійного пошуку учнями знань, підтримці їхніх ініціатив і розвитку індивідуальних освітніх траєкторій. Для цього вчитель має володіти сучасними методиками STEM-навчання, вміти організовувати міжпредметні зв’язки та використовувати цифрові засоби. Така модель педагогічної взаємодії підвищує рівень автономії учня і робить процес навчання більш особистісно зорієнтованим [45].

Ще однією умовою є створення позитивного емоційного та мотиваційного середовища. Вивчення планіметрії часто викликає труднощі через високий рівень абстрактності матеріалу, тому важливо забезпечити навчальну підтримку та ситуації успіху. Застосування інтерактивних методів, ігор, візуалізацій і

практичних завдань допомагає знизити рівень тривожності та підвищити інтерес до предмета. Атмосфера співпраці, довіри та взаємоповаги сприяє більш ефективному засвоєнню матеріалу. Мотиваційне середовище є основою внутрішньої активності учнів і підтримує їхню готовність до творчої роботи [46].

Серед важливих педагогічних умов варто відзначити індивідуалізацію навчального процесу. У межах STEM-підходу це означає надання учням можливості обирати теми проектів, способи виконання завдань, рівень складності або форму подання результатів. Такий підхід сприяє врахуванню індивідуальних особливостей, стилів навчання та темпу роботи кожного здобувача освіти. Індивідуалізація стимулює внутрішню мотивацію, дозволяє глибше зануритись у дослідження й підвищує якість навчальних досягнень [47].

Систематизація педагогічних умов ефективного впровадження STEM-підходу у навчанні планіметрії подана у таблиці.(див. табл.1.3)

Таблиця 1.3

Педагогічних умов ефективного впровадження STEM-підходу у навчанні планіметрії

Педагогічна умова	Зміст реалізації у курсі планіметрії
Інтеграція змісту	Зв’язок геометрії з фізикою, інформатикою, технологіями
Проектна діяльність	Створення моделей, креслень, геометричних макетів
Використання ІКТ	Моделювання фігур у цифрових середовищах
Проблемно-дослідницький підхід	Відкриті задачі, експерименти, евристичні бесіди
Зміна ролі вчителя	Фасилітація, консультування, супровід проектів
Мотиваційне середовище	Інтерактивні методи, співпраця, ситуації успіху
Індивідуалізація	Вибір тем, рівнів складності, форм представлення результатів

Важливою педагогічною умовою також є оцінювання навчальних досягнень у контексті STEM-компетентностей. Традиційна система перевірки знань потребує доповнення критеріями, що враховують не лише правильність розв'язань, а й здатність до аналізу, творчості, колаборації. Формувальне оцінювання дозволяє забезпечити постійний зворотний зв'язок і сприяє рефлексії учнів щодо власних результатів. Такий підхід робить процес навчання більш гнучким і спрямованим на розвиток особистісних досягнень [48].

Ефективність реалізації зазначених педагогічних умов залежить від матеріально-технічного забезпечення освітнього процесу. Наявність сучасних дидактичних засобів, цифрових ресурсів, лабораторного обладнання та інтерактивних панелей суттєво підвищує якість навчання. Освітнє середовище має стимулювати пізнавальну активність, створювати умови для експериментування та колективної роботи. Водночас важливим є не лише технічне оснащення, а й методична підготовка вчителя до його ефективного використання [49].

Таким чином, впровадження STEM-підходу у процесі навчання планіметрії є комплексним процесом, який вимагає системного забезпечення педагогічних, методичних, організаційних і технологічних умов. Їхня узгоджена реалізація забезпечує не лише підвищення якості математичної освіти, а й розвиток інноваційного, креативного, аналітичного мислення учнів. Завдяки цьому курс планіметрії набуває нового змісту – від традиційного вивчення фігур до осмислення їхнього застосування у реальному світі [50].

Отже, ефективне впровадження STEM-підходу у навчанні планіметрії можливе лише за умови створення цілісного педагогічного середовища, що інтегрує наукові знання, технології та практичну діяльність. Ключовими чинниками є інтеграція змісту, проектна діяльність, використання ІКТ, проблемно-дослідницьке навчання, мотиваційна підтримка та зміна ролі вчителя. Такі умови сприяють розвитку компетентностей XXI століття – критичного мислення, комунікації, творчості й колаборації. Планіметрія, як

складова математичної освіти, у цьому контексті виступає ефективним засобом формування STEM-компетентної особистості.

Висновки до розділу 1

У цьому розділі було розглянуто теоретичні основи реалізації STEM-орієнтованого підходу при вивченні планіметрії, визначено сутність і можливості такого підходу в сучасній математичній освіті. Аналіз змісту навчального предмета засвідчив, що планіметрія є важливою складовою шкільного курсу математики, оскільки забезпечує розвиток логічного, просторового та аналітичного мислення учнів. Саме цей розділ математики найбільш придатний для інтеграції з іншими науками, зокрема фізикою, технологіями, інформатикою, інженерією. Така інтеграція робить навчання змістовнішим і ближчим до реальних життєвих потреб.

Планіметрія у шкільному курсі має не лише пізнавальне, а й виховне значення. Вона формує в учнів послідовність у мисленні, здатність до аргументації та критичного аналізу. Вивчення властивостей геометричних фігур, побудова та доведення тверджень сприяють розвитку логічної культури, уважності й уміння доводити істинність власних суджень. Через практичні задачі учні вчаться бачити, як математичні знання застосовуються в повсякденному житті – у проектуванні, архітектурі, дизайні. Це посилює мотивацію до навчання та створює підґрунтя для формування стійкого інтересу до точних наук.

Застосування STEM-підходу у навчанні планіметрії дозволяє перейти від традиційного викладання до діяльнісно орієнтованої моделі освіти. Завдяки поєднанню теоретичних знань із практичними дослідженнями створюються умови для активного пізнання, творчості та самостійності учнів. STEM-орієнтовані завдання формують уміння аналізувати ситуації, шукати закономірності, моделювати процеси та застосовувати результати у нових контекстах. Таким чином, навчання планіметрії стає не лише засобом засвоєння знань, а інструментом розвитку компетентностей XXI століття.

Розгляд педагогічних умов ефективного впровадження STEM-підходу показав, що важливим чинником є створення цілісного навчального середовища. Його основою виступає інтеграція навчального змісту, застосування інформаційних технологій, проектної діяльності та проблемного навчання. Не менш важливим є переосмислення ролі вчителя, який має виступати наставником і фасилітатором навчального процесу, допомагаючи учням самостійно здобувати знання й знаходити рішення. Таке середовище сприяє розвитку самостійності, ініціативності та навичок колаборації між учнями.

Значну роль у підвищенні ефективності STEM-навчання відіграє використання цифрових ресурсів і сучасних педагогічних технологій. Інтерактивні програми для побудови та дослідження геометричних фігур дозволяють зробити навчання наочним і динамічним. Застосування електронних середовищ сприяє підвищенню мотивації, забезпечує доступ до відкритих освітніх ресурсів і стимулює дослідницьку діяльність. Такий підхід допомагає поєднати теоретичні знання з практичним досвідом і формує у школярів здатність до самостійного пізнання.

Отже, підсумовуючи теоретичний аналіз, можна зробити висновок, що впровадження STEM-орієнтованого підходу у навчанні планіметрії є необхідною умовою модернізації математичної освіти. Він забезпечує розвиток ключових компетентностей, сприяє інтеграції навчання з реальним життям та формує готовність учнів до інноваційної діяльності. У результаті планіметрія перестає бути лише набором геометричних понять і перетворюється на засіб пізнання світу через дослідження, експеримент і творче мислення.

РОЗДІЛ 2. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ STEM-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ У ВИВЧЕННІ ПЛАНІМЕТРІЇ

2.1. Організація навчального процесу з використанням STEM-елементів під час вивчення тем планіметрії

Організація навчального процесу з використанням STEM-елементів під час вивчення планіметрії вимагає поєднання традиційних методик викладання геометрії з інноваційними технологічними засобами, які активізують пізнавальну діяльність учнів. Основна мета впровадження STEM-підходу полягає у створенні умов, за яких учень не лише засвоює теоретичні знання, а й застосовує їх для розв'язання практичних, інженерних і дослідницьких завдань. На уроках геометрії це проявляється у використанні комп'ютерних моделей, цифрових платформ для побудови фігур, симуляцій та реальних проєктів, пов'язаних із вимірюваннями та аналізом об'єктів навколишнього світу [1, с. 9].

Під час організації STEM-навчання з теми «Чотирикутники» у 8-му класі вчитель планує навчальний процес у кілька етапів: підготовчий, організаційний, діяльнісний, аналітичний і рефлексивний. На підготовчому етапі визначаються навчальні цілі, формулюються міжпредметні зв'язки (з фізикою, інформатикою, технологіями), добираються інтерактивні ресурси – GeoGebra, DG-пакет динамічної геометрії, Polypad. Важливо передбачити диференційований підхід, адже STEM передбачає роботу з різними типами діяльності: обчислення, побудови, дослідження, моделювання, експеримент. На цьому етапі вчитель готує матеріали для проєктів і завдань, де учні самостійно застосовують геометричні властивості фігур [8].

Організаційний етап передбачає створення умов для активної участі всіх учнів у навчальному процесі. Уроки будуються за принципом проблемності: учитель ставить запитання або демонструє життєву ситуацію, для розв'язання якої необхідно застосувати знання з геометрії. Наприклад, на уроці з теми «Паралелограм» учні отримують завдання визначити, як розрахувати площу

ділянки правильної форми, або побудувати модель паралелограма в GeoGebra та дослідити залежність між сторонами і діагоналями. Такі завдання розвивають аналітичне мислення, вміння застосовувати математичні знання в реальних умовах і підсилюють мотивацію до навчання [17].(рис.2.1.)

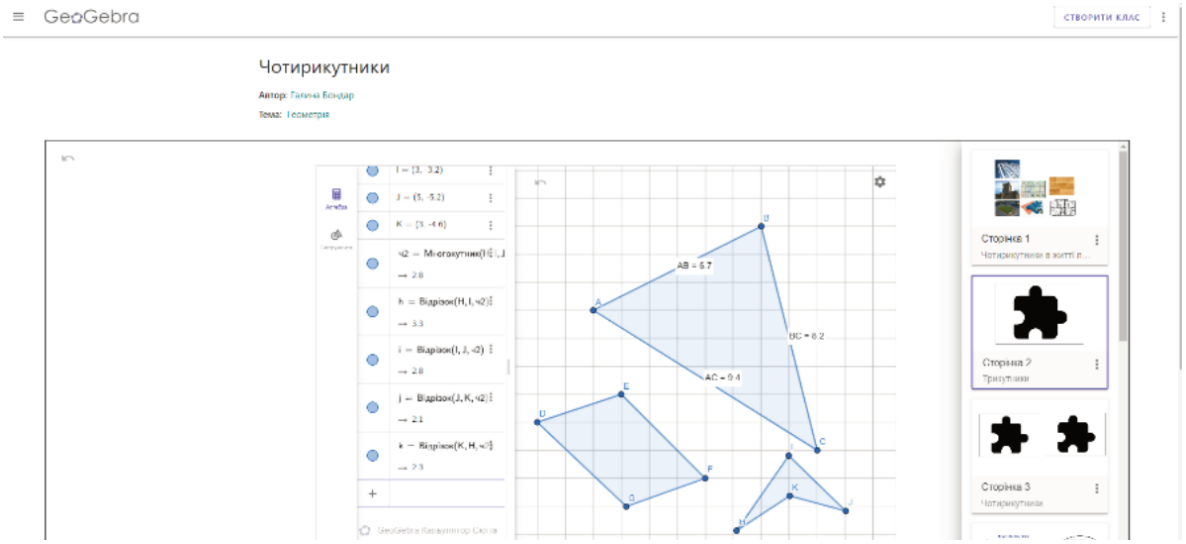


Рис.2.1. Вивчення чотирикутників в GeoGebra

На діяльнісному етапі учні виконують дослідницьку або проєктну роботу, використовуючи цифрові інструменти. Наприклад, на уроці «Прямокутник» учні в Sweet Home 3D створюють візуальні моделі приміщень для розрахунку площі покриття, а в GeoGebra перевіряють властивості діагоналей.(див. рис.2.2.) Під час теми «Ромб і квадрат» доцільно використати DG-пакет для побудови і трансформації фігур, що дозволяє побачити сталість властивостей при зміні параметрів. Учні працюють у групах, аналізують, як зміна однієї сторони впливає на інші характеристики, що сприяє розвитку дослідницьких навичок та логічного мислення [19].

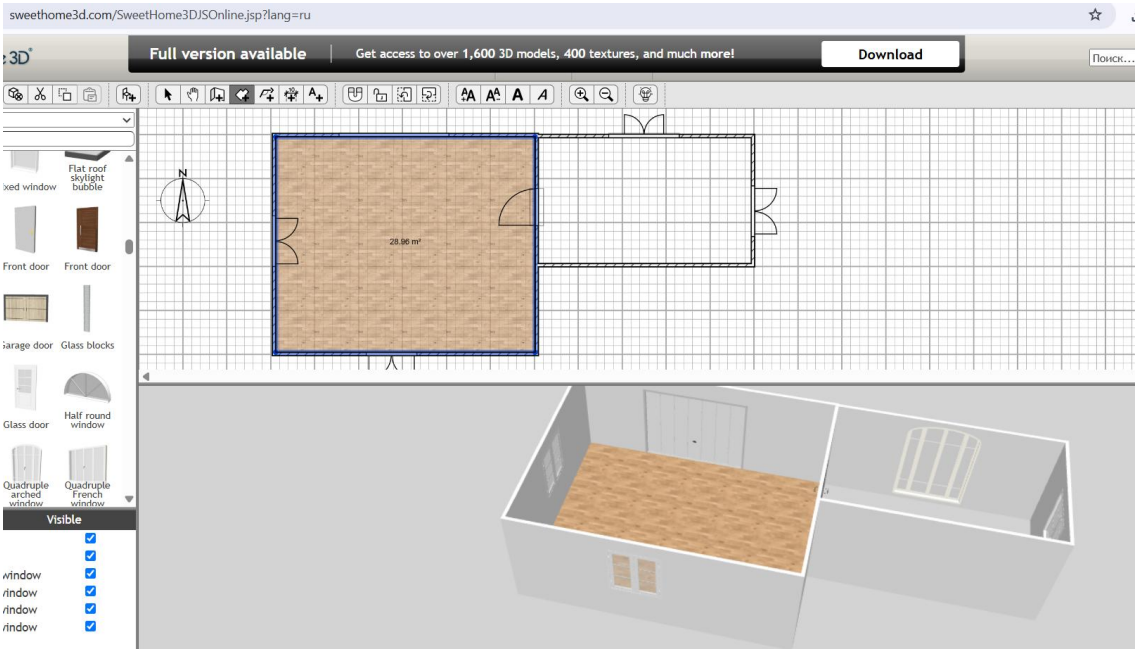


Рис.2.2. Візуальні моделі приміщень на уроці «Прямокутник» в Sweet Home 3D для розрахунку площі покриття

Особливе значення має використання STEM-технологій під час уроків «Трапеція» та «Вписані й описані чотирикутники». Тут можна поєднати геометричні задачі з фізичними вимірюваннями. Учні моделюють трапецію у GeoGebra, потім створюють її фізичну модель із картону, вимірюють кути та сторони, порівнюють теоретичні та експериментальні результати. Такий підхід поєднує аналітичну діяльність з практичною, забезпечуючи глибше розуміння математичних закономірностей.

Використання STEM-елементів також змінює структуру уроку. Замість традиційного «пояснення – закріплення – контроль» застосовується цикл «дослідження – побудова – моделювання – аналіз». На кожному уроці учні мають можливість висунути гіпотезу, перевірити її, зробити висновки. Наприклад, при вивченні теми «Подібність трикутників» вони можуть дослідити пропорційність відрізків, побудувавши різні моделі трикутників у GeoGebra, виміряти сторони та порівняти відношення між ними. Це формує вміння самостійно відкривати закономірності, а не лише сприймати готові твердження [40].

На етапі узагальнення знань STEM-методика дозволяє організувати інтерактивні форми контролю. Для цього використовуються цифрові ресурси Kahoot, Quizizz або LearningApps, які дають змогу здійснювати миттєвий зворотний зв'язок і корекцію знань.(див. рис2.3.) Учитель може створити тестові завдання із візуальними елементами – побудовами фігур, схемами, графічними моделями, що робить перевірку знань цікавою та ефективною. Також застосовується формат міні-проєктів, де учні презентують власні геометричні дослідження, використовуючи цифрові моделі [42].

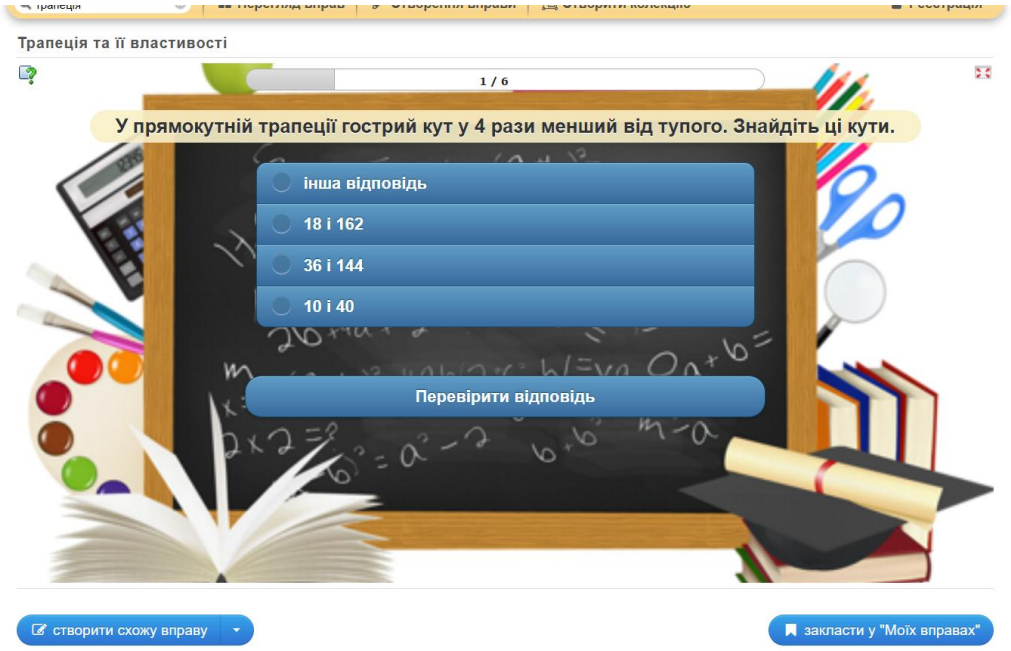


Рис.2.3. Узагальнення знань з теми «Трапеція та її властивості» на платформі LearningApps

Нижче подано узагальнену таблицю основних етапів підготовки та проведення уроків планіметрії з використанням STEM-елементів.

Таблиця 2.1.

Основні етапи підготовки до уроків планіметрії з використанням STEM-елементів

Етап уроку	Зміст діяльності вчителя	Діяльність учнів	Цифрові інструменти
Підготовчий	Планування міжпредметних	Аналіз попередніх знань	GeoGebra, DG Geometry

	зв’язків, добір теми, ресурсів і задач		
Організаційний	Постановка проблемної ситуації, формування груп	Формулювання гіпотез	Sweet Home 3D Desmos
Діяльнісний	Демонстрація моделей, супровід дослідження	Побудова фігур, експерименти, вимірювання	GeoGebra, Sweet Home 3D
Аналітичний	Підбиття підсумків, узагальнення результатів	Аналіз даних, висновки	Excel, Google Sheets
Рефлексивний	Оцінювання, самооцінка, обговорення	Представлення проєктів	Kahoot, Quizizz

STEM-орієнтовані уроки планіметрії потребують чіткої дидактичної організації. На етапі підготовки важливо передбачити можливість для дослідження, а не лише для відтворення знань. Учитель добирає завдання відкритого типу, які мають кілька можливих способів розв’язання. Така діяльність сприяє формуванню у здобувачів освіти гнучкого мислення та навичок творчого пошуку.

Однією з особливостей упровадження STEM у вивчення планіметрії є орієнтація на командну роботу. Учні розподіляють ролі в межах групи: аналітик, дослідник, доповідач, дизайнер моделі. Це дозволяє кожному проявити власні здібності, а також формує соціальні компетентності, необхідні для майбутньої професійної діяльності. Під час групових проєктів застосовується принцип взаємонавчання, коли учні допомагають одне одному зрозуміти матеріал і вдосконалюють комунікативні навички [33].

Важливою умовою ефективності STEM-уроків є педагогічна підтримка вчителя. Він не просто передає знання, а створює ситуації, у яких учні самостійно

відкривають нові закономірності. У цьому контексті роль педагога трансформується – він стає фасилітатором, консультантом, організатором навчального середовища. Це потребує підготовки самого вчителя до роботи з цифровими платформами, проектним підходом і формувальним оцінюванням [25].

Крім цифрових ресурсів, ефективним інструментом є створення шкільних STEM-лабораторій або використання мобільних навчальних кейсів. У них можна поєднувати фізичні моделі з електронними вимірювальними приладами, наприклад, для побудови графіків залежності між сторонами фігур або перевірки властивостей геометричних об’єктів. Такі лабораторії формують дослідницьку культуру та забезпечують практичну складову навчання.

Використання STEM-методів сприяє не лише кращому засвоєнню навчального матеріалу, а й розвитку в учнів компетентностей, необхідних для життя у цифровому суспільстві. Вони вчаться критично оцінювати інформацію, працювати з цифровими інструментами, застосовувати знання в нових ситуаціях. Геометрія стає не просто набором теорем і формул, а середовищем для пізнання закономірностей простору і форми.

Організація навчального процесу з використанням STEM-елементів під час вивчення планіметрії забезпечує глибше засвоєння знань і розвиток практичних навичок учнів. Вона дозволяє поєднати теоретичний матеріал з експериментальною діяльністю, використати цифрові ресурси для візуалізації та дослідження геометричних закономірностей. STEM-підхід формує в учнів здатність мислити системно, працювати в команді, аналізувати результати й застосовувати їх у життєвих ситуаціях. Таким чином, упровадження STEM у процес вивчення тем «Чотирикутники», «Подібність трикутників» і «Многокутники» є ефективним засобом підвищення якості математичної освіти та формування компетентностей сучасного школяра.

2.2. Розробка та апробація STEM-завдань і проєктів з планіметрії

Впровадження STEM-підходу у процес вивчення планіметрії потребує створення цілісної системи навчальних завдань і проєктів, які інтегрують математичні знання з технологічними, природничими та інженерними аспектами. Особливе місце у такій системі посідає практична діяльність учнів, спрямована на дослідження геометричних властивостей фігур, побудову моделей та розв'язання реальних задач за допомогою цифрових інструментів. У цьому підрозділі подано опис розробки та апробації комплексу STEM-завдань з теми "Чотирикутники" для учнів 8 класу, який реалізовано під час навчального експерименту.

Апробація проводилась у 8 класі Рахівського загальноосвітнього навчального закладу, де навчалось 18 учнів. Для роботи над проєктами клас було поділено на 5 груп по 4–5 учнів. Кожна група виконувала власне дослідницьке завдання, яке було пов'язане з вивченням властивостей трикутників і чотирикутників, використовуючи цифрові інструменти GeoGebra, пакет динамічної геометрії (DG), Polypad, а також середовище 3D-моделювання. Робота тривала протягом трьох навчальних тижнів у рамках теми "Чотирикутники".

Вчитель виступав у ролі консультанта, фасилітатора та координатора роботи груп. Основна мета діяльності полягала не лише в засвоєнні теоретичних знань, а й у розвитку дослідницьких навичок, просторової уяви та здатності застосовувати математику для пояснення реальних ситуацій. У кожній групі було передбачено інтеграцію між предметами: математика, інформатика, технології, фізика та основи інженерії.

STEM-завдання 1. Дослідження властивостей трикутника в GeoGebra

Учні першої групи працювали у середовищі GeoGebra, де досліджували властивості трикутника та доводили теорему про суму його кутів. Для цього вони виконали поетапну роботу за наданими вказівками.(див. рис.2.4. та рис.2.5.)

1. Створили точки A, B, C і побудували трикутник ABC за допомогою інструменту «Відрізок».
2. Використали інструменти «Виміряти кут» та «Виміряти відрізок», щоб знайти величини кутів і довжини сторін.
3. Змінювали положення вершин для утворення гострокутного, тупокутного та прямокутного трикутників і порівнювали отримані результати.
4. Побудували через точку C пряму, паралельну до AB, та виміряли кути ∠ECA, ∠ACB, ∠BCF, щоб експериментально підтвердити властивість внутрішніх різносторонніх кутів.
5. Зробили висновок: сума кутів трикутника дорівнює 180°, а проти більшої сторони лежить більший кут.

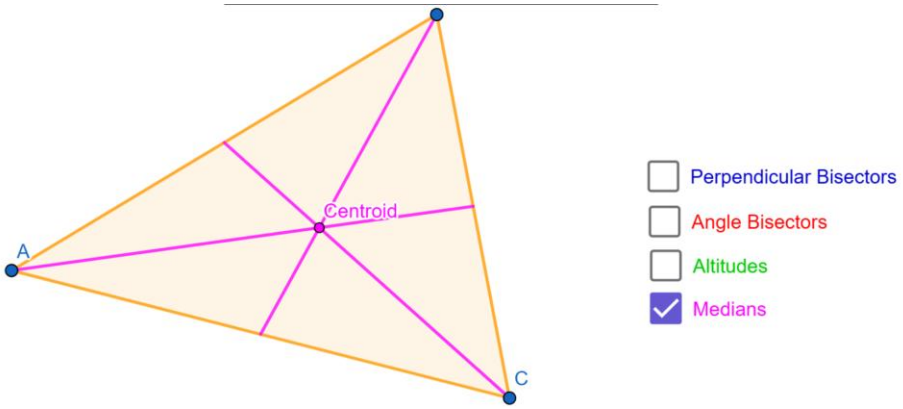


Рис.2.4. Робота над завданням в GeoGebra

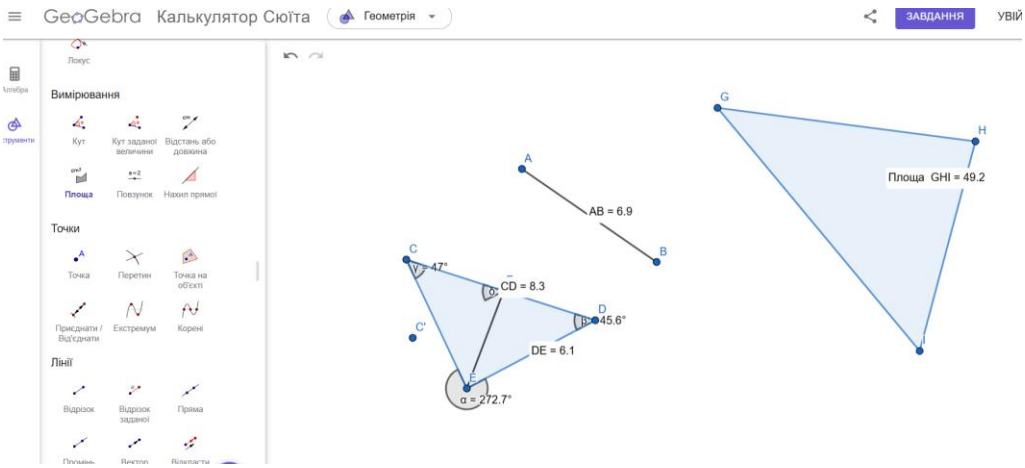


Рис.2.5. Створення трикутників, вимірювання кутів та знаходження плащі.

Під час виконання завдань учні проявили справжню дослідницьку активність і зацікавлення процесом. Вони не просто виконували інструкції, а

намагалися зрозуміти, як зміни положення вершин трикутника впливають на його властивості. Робота в GeoGebra дала змогу кожному побачити, як при переміщенні точок змінюються кути, довжини сторін і форма фігури, але при цьому сума кутів залишалася сталою. Це сприяло глибшому розумінню властивостей трикутника, адже учні наочно переконалися в тому, що математичні твердження мають реальне підтвердження.

Особливо помітно було, як зросла самостійність у міркуваннях – учні почали висловлювати власні гіпотези, перевіряти їх за допомогою інструментів вимірювання і лише потім формулювали висновки. Вони самостійно дійшли до правила, що сума кутів трикутника завжди дорівнює 180°, а також встановили взаємозв'язок між розмірами сторін і величинами протилежних кутів. Такі відкриття викликали щирі емоції – здивування, радість і гордість за власні результати.

Крім того, групова форма роботи сприяла активній взаємодії між учнями: вони ділилися спостереженнями, радилися, коригували побудови одне одного. Такий формат перетворив урок на спільне дослідження, де кожен відчував свою значущість. Використання цифрового середовища GeoGebra зробило процес не лише пізнавальним, а й творчим – учні відчули себе конструкторами, які створюють математичну модель.

Завдяки інтерактивності програми навіть ті, хто зазвичай пасивний на традиційних уроках, активно долучалися до виконання завдань. Вони з цікавістю експериментували з фігурами, спостерігаючи, як змінюється геометричний об'єкт у залежності від дій користувача. Таке дослідницьке навчання викликало позитивні емоції, формувало інтерес до математики та підвищувало впевненість у власних силах.

Отже, використання GeoGebra не лише допомогло краще засвоїти тему, а й розвинуло в учнів уміння спостерігати, аналізувати та робити логічні висновки. Учні зрозуміли, що математика – це не набір формул, а жива система закономірностей, які можна відкривати самостійно через дослідження.

STEM-завдання 2. Побудова та дослідження трапеції у DG-пакеті

Друга група учнів працювала з пакетом динамічної геометрії (DG), виконуючи побудову трапеції та дослідження її властивостей.(див. рис.2.6.)

1. Створили довільні точки A, B, C, D, побудували трапецію ABCD, визначивши паралельні сторони.
2. Використали інструмент «Паралельна пряма» для перевірки, що основи трапеції є справді паралельними.
3. Виміряли довжини сторін та кути, обчислили середню лінію та перевірили властивість: середня лінія трапеції дорівнює півсумі основ.
4. Провели експериментальні вимірювання, змінюючи довжини основ і висоту, щоб простежити залежність між елементами фігури.
5. На завершення побудували рівнобічну та прямокутну трапеції, порівнявши їх властивості.

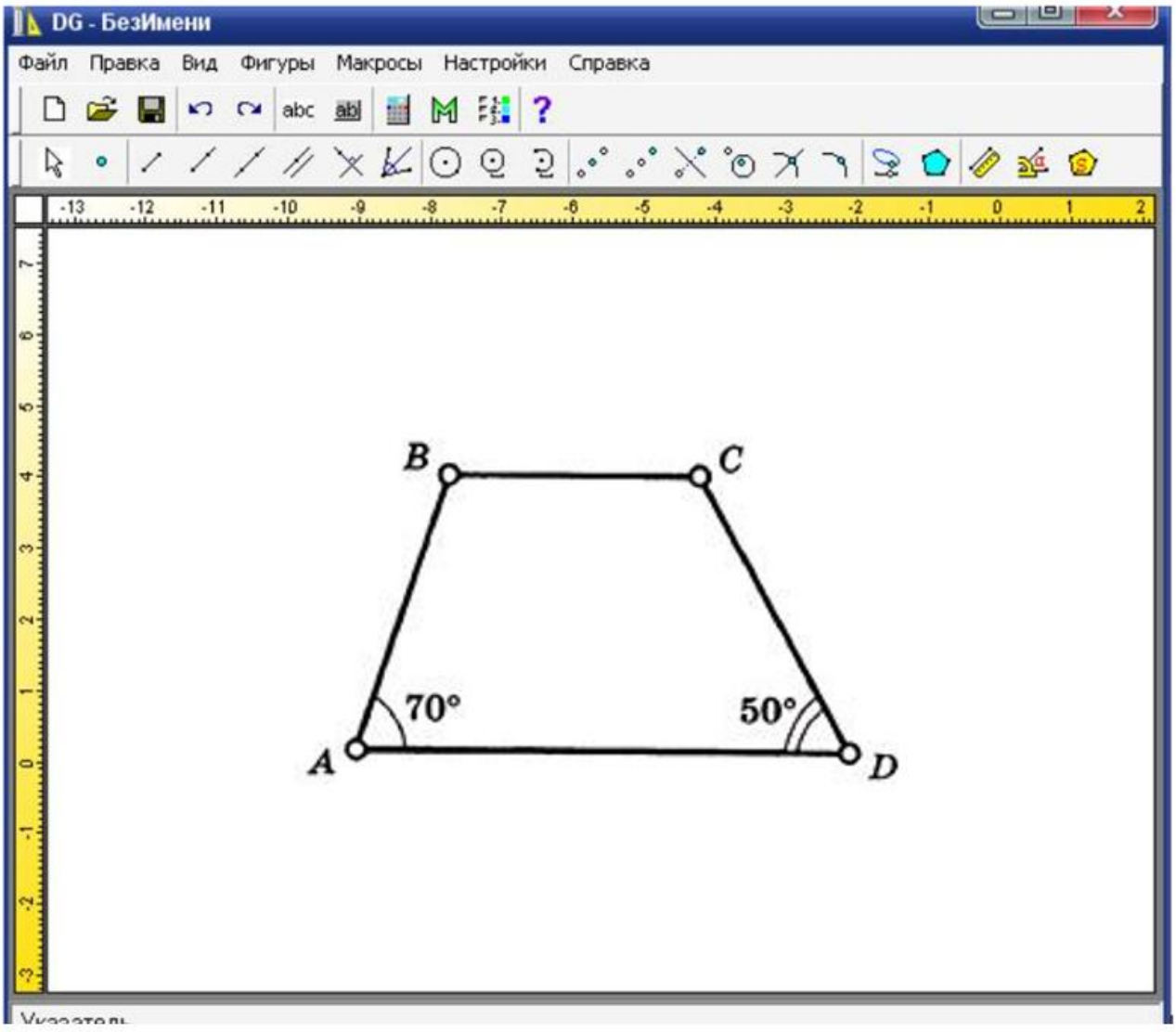


Рис.2.6. Робота над завданням

Під час апробації учні відзначили, що динамічне моделювання допомагає зрозуміти взаємозв'язки, які складно усвідомити під час звичайних креслень. Вони працювали з великим інтересом, часто самі ставили запитання, що свідчить про дослідницький характер їхньої діяльності.

STEM-завдання 3. Геометричний мозаїчний проєкт у Polypad

Третя група виконувала інтерактивний проєкт у Polypad, створюючи мозаїку з різних типів чотирикутників.(див. рис.2.7.)

1. Учні спроєктували декоративний орнамент, використовуючи паралелограми, ромби, квадрати і трапеції.
2. Для кожної фігури вони визначали площу і периметр, порівнювали їх, аналізували пропорційність сторін.
3. Завдання передбачало розрахунок кількості елементів, необхідних для заповнення віртуальної площини, що імітує підлогу чи стіну.
4. Під час роботи учні досліджували симетрію фігур і обґрунтовували, які чотирикутники утворюють замкнені орнаменти без проміжків.

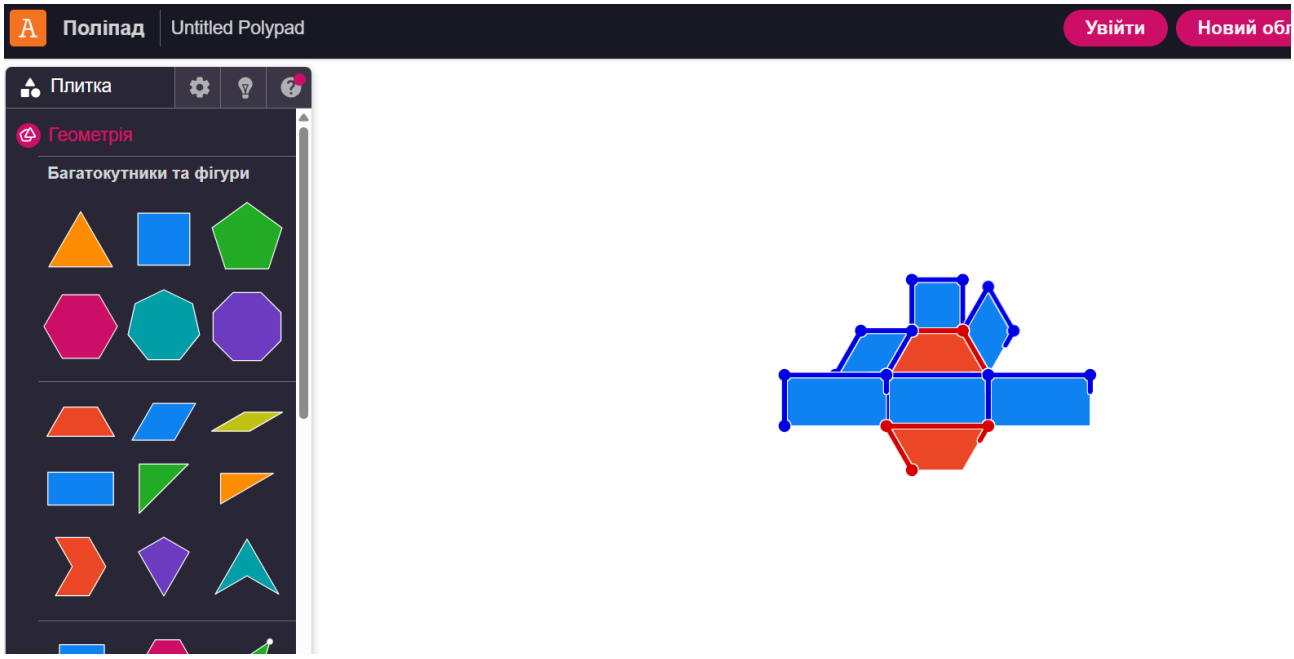


Рис.2.7. Робота над проєктом

Цей проєкт став прикладом гармонійного поєднання точних наук і творчості. Працюючи з платформою **Polypad**, учні створювали власні композиції з геометричних фігур, експериментували з формами, кольорами та симетрією. У процесі побудови вони вчилися не лише застосовувати математичні знання – наприклад, визначати співвідношення сторін чи кути між елементами, – а й відчувати естетику простору, гармонію пропорцій. Такий підхід дозволив розкрити математику як частину мистецтва, показати, що вона присутня у кожному орнаменті, архітектурній деталі чи предметі дизайну.

Учні зазначали, що робота в Polypad допомогла їм інакше подивитися на звичні геометричні фігури – вони побачили, як із простих елементів можна створювати складні й красиві візерунки. У ході занять виникала жвава дискусія: діти обговорювали, як певна зміна кута або пропорції впливає на сприйняття симетрії, як кольори підкреслюють форму, а форма – ідею. Це сприяло розвитку просторової уяви, творчого мислення та вміння бачити закономірності у навколишньому світі.

Процес створення власних композицій викликав у школярів щире захоплення. Вони із задоволенням демонстрували свої роботи однокласникам, порівнювали результати й аналізували, які математичні принципи було використано у побудові. Учні самостійно помічали, що навіть найестетичніші фігури мають точну логіку побудови – пропорції, кути, рівність сторін. Саме ця інтеграція математичного аналізу та художнього бачення зробила уроки не лише пізнавальними, а й натхненними.

Таким чином, завдяки Polypad учні переконалися, що математика не обмежується підручником – вона проявляється у кожній формі, лінії та кольорі, які нас оточують. Проєкт допоміг розвинути не лише аналітичне, а й естетичне мислення, сформував уміння бачити красу у логічних закономірностях. Математика перестала бути для дітей абстрактною – вона стала живою, цікавою і пов’язаною з реальним світом.

STEM-завдання 4. 3D-проєкт «Планування приміщення»

Четверта група реалізувала практичний 3D-проєкт у середовищі SketchUp (або аналогічному 3D-конструкторі), де потрібно було побудувати модель кімнати у вигляді прямокутника або трапеції.(див. рис.2.8.)

1. Учні обчислювали площу підлоги, периметр стін та кількість матеріалів для покриття поверхонь.
2. На основі вимірювань створили цифрову 3D-модель приміщення, розрахували параметри меблів та віконних прорізів.
3. Застосували знання про подібність трикутників і властивості паралелограмів для точного визначення пропорцій.
4. Кожна підгрупа підготувала презентацію з поясненнями, як обчислення допомогли оптимізувати простір кімнати.

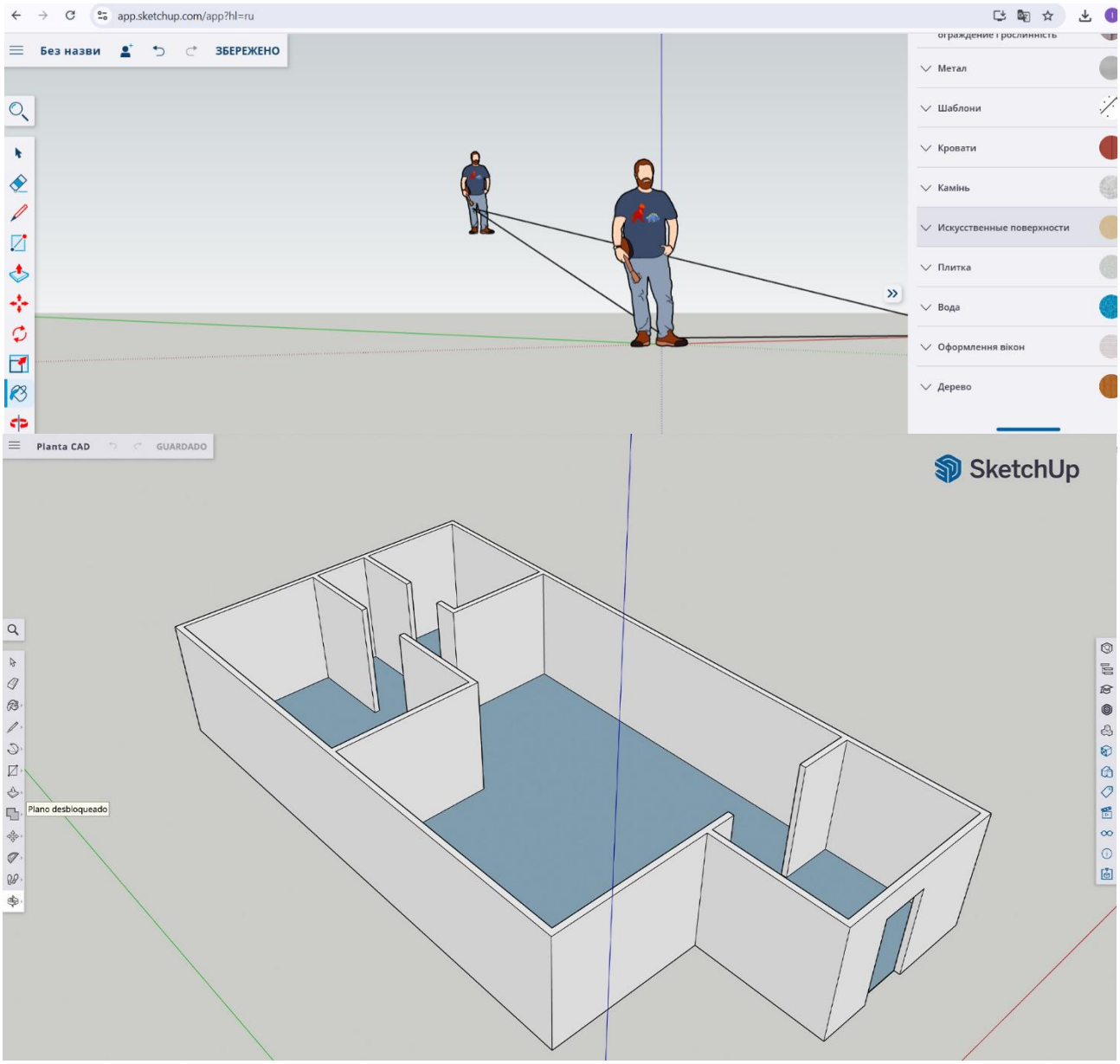


Рис.2.7. Робота над завданням

Учні виявили особливу зацікавленість у цьому проєкті, адже він мав реальне практичне застосування. Робота викликала емоційне піднесення, обговорення, учасники проявили ініціативу, додаючи до моделей кольори, вікна, меблі, що засвідчило глибоке розуміння просторових властивостей фігур.

STEM-завдання 5. Інтегрований проєкт "Геометрія в архітектурі" (Sweet Home 3D)

П'ята група учнів виконувала інтегрований проєкт, спрямований на поєднання знань з геометрії, архітектури та дизайну. Робота мала на меті показати, як математичні принципи застосовуються під час створення реальних об'єктів.

На першому етапі учні досліджували фотографії та креслення сучасних будівель, у яких чітко простежуються геометричні форми — трапеції, паралелограми, ромби, прямокутники. Вони аналізували, як саме ці фігури використовуються для досягнення стійкості конструкцій, естетичної гармонії та функціональності.

Далі школярі розробляли власні ескізи фасаду майбутньої споруди. За допомогою GeoGebra вони виконували точні побудови, вимірювали кути нахилу, сторони і діагоналі фігур, перевіряли правильність пропорцій та симетрію. Отримані результати використовували для створення віртуального макета будівлі у Sweet Home 3D, де можна було відтворити об'ємну модель із дотриманням реальних масштабів.

На наступному етапі учні виконували математичні обчислення — визначали площі фасадних елементів, співвідношення висоти до ширини, кути нахилу покрівлі, пропорції віконних та дверних отворів. Важливим завданням було також розрахувати, як зміна параметрів впливає на стійкість і візуальне сприйняття споруди. (див. рис.2.8.)

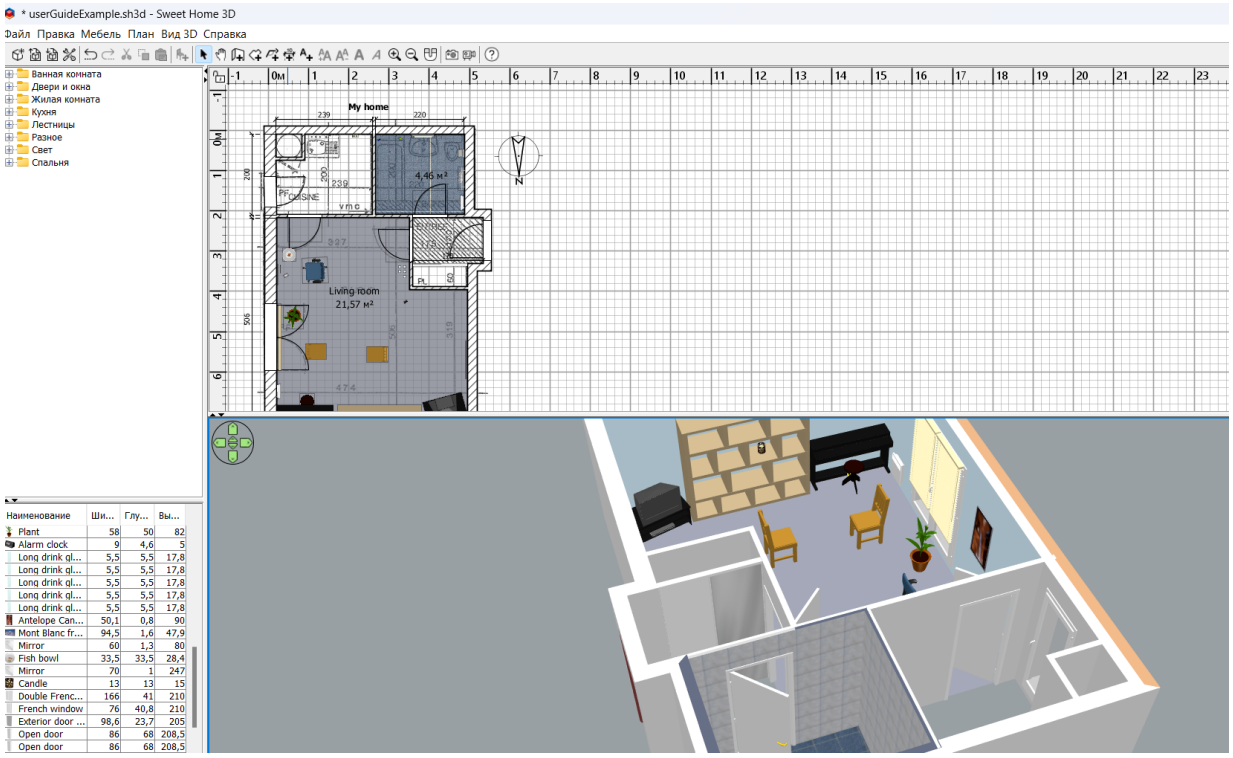


Рис.2.8. Робота над проєктом

Фінальним кроком стало представлення готових моделей. Кожна група презентувала свій архітектурний об’єкт у форматі тривимірної візуалізації, супроводжуючи показ поясненням геометричних принципів, що були використані при проєктуванні. Учні обґрунтовували вибір форм, доводили, як математичні закономірності забезпечують рівновагу, симетрію та естетичність конструкції.

Проєкт дозволив школярам побачити, що геометрія має безпосереднє практичне значення у професіях архітектора, дизайнера чи інженера. Робота у Sweet Home 3D сприяла розвитку просторового мислення, логіки та навичок планування. Учні із захопленням працювали над власними моделями, демонструючи креативність і вміння застосовувати математичні знання у реальному контексті. Завдяки цьому проєкту математика постала для них не як абстрактна дисципліна, а як інструмент створення гармонійного та функціонального простору.

У процесі апробації STEM-завдань і проєктів з планіметрії було відзначено високий рівень зацікавленості учнів до навчальної діяльності. Учні активно долучалися до виконання завдань, проявляючи інтерес до досліджень у

GeoGebra, Sweet Home 3D та пакеті динамічної геометрії. Вони демонстрували відповідальність, самостійно планували роботу в групах, узгоджували між собою послідовність дій та ефективно розподіляли ролі для досягнення поставлених цілей.

Під час роботи в групах школярі навчилися організовувати взаємодію, обговорювати результати побудов, порівнювати власні висновки та аргументовано захищати їх перед однокласниками. Процес виконання вимірювань і побудови фігур спонукав учнів до практичного застосування теоретичних знань, зокрема у визначенні площ, вимірюванні кутів, обчисленні пропорцій та перевірці властивостей чотирикутників і трикутників.

Уроки відбувалися у доброзичливій та творчій атмосфері, де панувала свобода висловлювання ідей, обговорення альтернативних рішень та самостійного пошуку оптимальних способів побудови фігур. Багато учнів демонстрували щире здивування від результатів власних досліджень, коли змінюючи параметри фігур, вони могли спостерігати закономірності та ефекти в реальному часі. Цей момент стимулював розвиток аналітичного мислення та уміння робити наукові висновки.

Вчитель здійснював постійний індивідуальний супровід, консультував учнів під час формулювання гіпотез, пояснював методику вимірювань, корегував хід експериментів та допомагав оформлювати висновки у науковому стилі. Особлива увага приділялася тому, щоб учні могли аргументовано пояснити спостережені закономірності та взаємозв’язки між геометричними елементами.

Під час роботи з цифровими інструментами учні відзначали практичність і наочність таких платформ, як GeoGebra та Sweet Home 3D. Виконання завдань у цих середовищах сприяло розвитку просторового мислення, уяви та вміння застосовувати геометричні знання у реальних або змодельованих ситуаціях. Спостерігалося, що учні швидко засвоювали прийоми цифрових побудов і самостійно модифікували фігури для дослідження властивостей.

Робота в групах формувала в учнів навички командної взаємодії, відповідальність за результат колективної діяльності та здатність до креативного вирішення задач. Загалом, апробація показала, що інтеграція STEM-завдань у вивчення планіметрії підвищує мотивацію до навчання, сприяє глибшому розумінню матеріалу та розвиває не лише математичні компетентності, а й критичне мислення, уміння працювати у команді та застосовувати знання у практичних ситуаціях.

У ході розробки та апробації STEM-завдань і проєктів з планіметрії було доведено ефективність інтегрованого підходу до навчання геометрії. Учні не лише опанували нові знання, але й навчилися застосовувати їх для дослідження, вимірювання, створення моделей і вирішення практичних задач. Застосування програм GeoGebra, DG-пакету, Polypad і середовищ 3D-моделювання сприяло розвитку просторової уяви, логічного мислення, аналітичних і технічних умінь.

STEM-завдання дозволили учням відчути себе дослідниками, а не пасивними слухачами. Вони усвідомили значення точності, системності, обґрунтованості висновків, а також вчилися презентувати результати у вигляді проєктів. Позитивна динаміка навчальної мотивації, емоційне залучення та підвищення рівня самостійності свідчать про те, що STEM-орієнтоване навчання є потужним засобом оновлення математичної освіти.

Таким чином, апробація п’яти STEM-завдань у 8 класі довела, що поєднання цифрових технологій і практико-орієнтованого підходу забезпечує якісно новий рівень розуміння планіметричних понять і сприяє формуванню ключових компетентностей сучасного учня.

2.3. Аналіз ефективності застосування STEM-орієнтованого підходу у навчанні планіметрії

У сучасній освіті особливе значення надається інтеграції STEM-підходів у навчальний процес, оскільки вони сприяють розвитку аналітичного мислення,

формуванню дослідницьких навичок та практичному застосуванню знань. Після проведення серії уроків з планіметрії з використанням STEM-елементів та реалізації практичних проєктів виникла необхідність оцінити ефективність цих підходів. Для цього було проведено комплексне опитування учнів 8 класу (24 учні) та педагогів (5 вчителів), які безпосередньо здійснювали навчальний процес. Основна мета аналізу – визначити вплив STEM-орієнтованого навчання на рівень зацікавленості, засвоєння матеріалу та мотивацію учнів, а також оцінити досвід і ставлення вчителів до інтеграції цифрових технологій у геометрію.

Після завершення серії уроків і виконання STEM-завдань учні заповнювали анкету, яка включала питання щодо їх зацікавленості у навчанні, зрозумілості матеріалу, ефективності використання цифрових інструментів (GeoGebra, пакет динамічної геометрії, Sweet Home 3D, Polypad), а також самостійності та творчої активності.

Таблиця 2.2.

Результати опитування учнів 8 класу

Показник	Високий рівень	Середній рівень	Низький рівень
Зацікавленість до навчання	18 (75%)	6 (25%)	0 (0%)
Зрозумілість матеріалу	16 (67%)	7 (29%)	1 (4%)
Використання цифрових інструментів	20 (83%)	4 (17%)	0 (0%)
Самостійність у роботі	15 (62%)	8 (33%)	1 (5%)
Творча активність	17 (71%)	7 (29%)	0 (0%)

Результати опитування показують, що переважна більшість учнів (75%) виявили високий рівень зацікавленості до навчання під час виконання STEM-завдань. Це свідчить про те, що інтеграція цифрових інструментів та практичних завдань підвищує мотивацію школярів та створює умови для активного залучення до освітнього процесу. 25% учнів відзначили середній рівень

зацікавленості, що може свідчити про необхідність більшої індивідуальної підтримки чи диференційованого підходу до учнів із різним рівнем навчальної підготовки.

Щодо зрозумілості матеріалу, 67% респондентів відзначили високий рівень розуміння, що вказує на ефективність використаних методів викладання та наочних засобів. Середній рівень розуміння зафіксовано у 29% учнів, а лише 4% учнів відчули труднощі, що підкреслює необхідність додаткових пояснень або підтримки під час виконання складніших завдань.

Використання цифрових платформ (GeoGebra, Polypad, Sweet Home 3D) продемонструвало високий рівень ефективності – 83% учнів оцінили їх використання як високоефективне. Цей результат свідчить про те, що наочні та інтерактивні засоби сприяють кращому засвоєнню матеріалу, розвитку просторового мислення та розумінню геометричних закономірностей. 17% учнів оцінили використання цифрових інструментів на середньому рівні, що може пояснюватися різним досвідом роботи з комп’ютерними програмами.

Що стосується самостійності у роботі, високий рівень зафіксовано у 62% учнів, а 33% учнів оцінили свій рівень як середній. Лише 5% учнів показали низький рівень самостійності, що свідчить про необхідність додаткового індивідуального супроводу, наставництва та підтримки під час виконання завдань. Це узгоджується з попередніми дослідженнями щодо важливості диференціації навчальної діяльності в STEM-уроках.

Творча активність учнів також отримала високі оцінки – 71% зазначили високий рівень, що підтверджує ефективність STEM-завдань у розвитку критичного та креативного мислення. Учні вчилися не лише виконувати алгоритмічні дії, а й формулювати власні гіпотези, досліджувати взаємозв’язки елементів фігур та робити власні висновки. Середній рівень творчої активності відзначили 29% учнів, а низьких показників не зафіксовано, що демонструє загальну позитивну динаміку розвитку творчих навичок.

Таким чином, результати опитування свідчать про високу ефективність STEM-підходу у навчанні планіметрії. Учні проявляли активність, самостійність

та інтерес до навчального процесу, що дозволяло їм не лише запам’ятовувати правила, а й проводити власні дослідження, аналізувати властивості фігур та робити логічні висновки. Підсумки опитування підтверджують важливість інтеграції цифрових інструментів для покращення наочності, розвитку дослідницьких навичок та формування критичного мислення.

Отже, опитування учнів показало, що використання STEM-завдань у навчанні планіметрії значно підвищує рівень зацікавленості, творчої активності та самостійності учнів. Інтерактивні цифрові платформи дозволяють школярам наочно спостерігати зміни геометричних об’єктів, проводити вимірювання та робити власні відкриття. Незначна частина учнів, які відчували труднощі із самостійністю або розумінням матеріалу, свідчить про необхідність індивідуального супроводу та диференційованого підходу. Загалом, результати підтверджують високий потенціал STEM-орієнтованого підходу у розвитку практичних, аналітичних і дослідницьких компетентностей учнів 8 класу.

Для отримання цілісного уявлення щодо ефективності STEM-орієнтованого підходу було проведено опитування вчителів, які застосовували цифрові платформи та інтегровані проєкти у навчанні. Опитування включало питання про спостереження за активністю учнів, легкість адаптації до нових технологій, можливості розвитку творчості та наочності уроку.

Таблиця 2.3.

Результати опитування вчителів

Показник	Повністю погоджуюсь	Частково погоджуюсь	Не погоджуюсь
Підвищення зацікавленості учнів	4 (80%)	1 (20%)	0 (0%)
Легкість впровадження цифрових платформ	3 (60%)	2 (40%)	0 (0%)
Розвиток творчого мислення	4 (80%)	1 (20%)	0 (0%)

Можливість демонстрації практичного застосування знань	5 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
Покращення засвоєння теоретичного матеріалу	3 (60%)	2 (40%)	0 (0%)

Результати опитування вчителів показують, що STEM-орієнтований підхід у навчанні планіметрії позитивно впливає на зацікавленість та мотивацію учнів. 80% опитаних педагогів повністю погодилися, що застосування інтегрованих завдань та цифрових платформ підвищує активність школярів під час уроків, а ще 20% частково погодилися з цим твердженням. Це свідчить про те, що більшість вчителів спостерігали помітне залучення учнів до навчальної діяльності та високий рівень їхньої участі у виконанні практичних завдань.

Щодо легкості впровадження цифрових платформ, 60% педагогів зазначили, що інтеграція цифрових інструментів була повністю здійсненною, а 40% – частково. Такі результати вказують на загальну доступність сучасних програм, але також підкреслюють необхідність додаткового навчання або методичної підтримки для педагогів, які вперше застосовують інструменти GeoGebra, Polypad чи Sweet Home 3D. Певна частина вчителів вказала на складність швидкого опанування всіх функцій програм, особливо у контексті інтеграції математичних та проектних завдань.

Щодо розвитку творчого мислення, 80% вчителів повністю погодилися, що STEM-завдання стимулюють формування креативних навичок у школярів, а 20% частково погодилися. Це демонструє, що уроки з елементами STEM сприяють не лише засвоєнню теоретичних знань, а й розвитку аналітичного, просторового та критичного мислення, здатності самостійно аналізувати ситуації та робити висновки.

100% педагогів відзначили, що використання STEM-завдань забезпечує можливість демонструвати практичне застосування знань. Це свідчить про те, що інтеграція цифрових інструментів та проектної діяльності допомагає учням

побачити взаємозв’язок між математичними закономірностями та реальними об’єктами чи процесами. Такий підхід дозволяє перевести навчання від механічного запам’ятовування до реальної практичної діяльності, підвищуючи мотивацію до навчання.

Щодо покращення засвоєння теоретичного матеріалу, 60% педагогів повністю погодилися, що STEM-уроки сприяють кращому розумінню планіметрії, а 40% частково. Це означає, що інтерактивні вправи та візуалізація геометричних фігур допомагають учням глибше осмислювати властивості чотирикутників, трикутників та інших фігур, сприяючи систематизації знань та розвитку логічного мислення.

Загалом, результати опитування вчителів свідчать про позитивне сприйняття STEM-орієнтованого підходу. Педагоги відзначили високий рівень залучення учнів, можливість практичної демонстрації матеріалу та розвиток творчих навичок. Водночас вони підкреслили необхідність додаткових методичних рекомендацій та професійного розвитку для повного використання потенціалу цифрових платформ.

Опитування педагогів показало, що впровадження STEM-завдань у навчання планіметрії є ефективним інструментом підвищення мотивації та активності учнів. Цифрові платформи забезпечують наочність, інтерактивність та практичну спрямованість уроків, сприяючи розвитку критичного, аналітичного та творчого мислення. Незначні труднощі, пов’язані з опануванням програм, свідчать про потребу в додатковій методичній підтримці та підвищенні кваліфікації педагогів. Загалом, результати підтверджують високу ефективність STEM-орієнтованого підходу у формуванні практичних компетентностей та підвищенні якості навчання планіметрії у 8 класі.

На основі проведеного спостереження за навчальним процесом та результатів анкетування учнів і вчителів було сформовано низку рекомендацій щодо ефективного застосування STEM-орієнтованого підходу у вивченні планіметрії.

1. Регулярне застосування цифрових інструментів – інтегрувати GeoGebra, Polypad, Sweet Home 3D та пакет динамічної геометрії у щотижневий план уроків, щоб учні звикли до дослідницького формату роботи.
2. Індивідуальна підтримка – забезпечувати індивідуальні консультації для учнів, які мають труднощі у виконанні побудов чи вимірювань, щоб усі групи могли досягти успіху.
3. Проєктна діяльність – активно використовувати інтегровані проєкти, які поєднують геометрію з іншими предметами (архітектура, дизайн, фізика), для розвитку креативності та просторового мислення.
4. Систематичне оцінювання результатів – впроваджувати анкетування та опитування для відстеження динаміки засвоєння матеріалу та зацікавленості учнів.
5. Професійне навчання вчителів – організовувати тренінги з цифрових інструментів та методики STEM-підходів для підвищення ефективності уроків.

Проведене дослідження ефективності STEM-орієнтованого підходу у навчанні планіметрії підтвердило його позитивний вплив на мотивацію, засвоєння матеріалу та розвиток дослідницьких і творчих навичок учнів 8 класу. Опитування показали, що як учні, так і вчителі відзначають підвищення зацікавленості, кращу наочність та можливість практичного застосування знань. STEM-підхід сприяв формуванню самостійності, критичного мислення, командної взаємодії та просторового уявлення. Рекомендації щодо регулярного використання цифрових платформ, проєктної діяльності та індивідуальної підтримки допоможуть підвищити ефективність інтеграції STEM у вивчення планіметрії та інших математичних тем.

Висновки до розділу 2

У цьому розділі було детально розглянуто практичну реалізацію STEM-орієнтованого підходу у навчанні планіметрії, що дозволило поєднати теоретичні знання з активною дослідницькою діяльністю учнів. Проведені уроки з використанням цифрових інструментів, таких як GeoGebra, пакет динамічної геометрії, Polypad та Sweet Home 3D, забезпечили наочне відображення властивостей геометричних фігур та їх взаємозв'язків, що значно підвищило мотивацію учнів до вивчення предмета.

Виконання STEM-завдань і проєктів сприяло розвитку у восьмикласників самостійності, дослідницьких навичок та критичного мислення. Учні активно виконували побудови, проводили вимірювання, аналізували результати та робили власні висновки, що дозволило їм не лише запам'ятовувати теоретичні правила, а й усвідомлювати їх практичне застосування. Крім того, групова робота навчила дітей ефективно співпрацювати, планувати послідовність дій та розподіляти ролі всередині команди.

Апробація інтегрованих проєктів показала, що поєднання математики з іншими дисциплінами, зокрема мистецтвом, дизайном та архітектурою, значно розширює горизонт сприйняття навчального матеріалу. Учні змогли бачити зв'язок між математичними закономірностями та реальними практичними задачами, що позитивно вплинуло на розвиток творчого мислення та естетичного сприйняття.

Результати анкетування учнів і вчителів підтвердили високу ефективність застосування STEM-підходу. Учні відзначили підвищену зацікавленість, легкість сприйняття матеріалу та активну участь у дослідницькій діяльності, а вчителі зауважили позитивний вплив на мотивацію та наочність уроків, а також можливість демонстрації практичного застосування знань. Отримані дані дозволили сформулювати рекомендації щодо подальшого вдосконалення навчального процесу.

Особливо важливим є те, що використання цифрових платформ забезпечує гнучкість у проведенні уроків і дозволяє адаптувати завдання під індивідуальні потреби учнів. Крім того, STEM-підхід сприяє формуванню ключових компетентностей сучасної школи, таких як дослідницькі, аналітичні, комунікативні та проектні навички, що є необхідними для подальшого навчання та професійної діяльності.

Таким чином, практична реалізація STEM-орієнтованого підходу у вивченні планіметрії підтвердила його ефективність у розвитку пізнавальної активності, творчого та критичного мислення учнів, підвищенні мотивації до навчання та формуванні практичних навичок. Результати дослідження свідчать про доцільність подальшого впровадження STEM-технологій у шкільну практику для забезпечення більш ефективного та сучасного навчального процесу.

ВИСНОВКИ

У ході дослідження було виконано комплексне вивчення теоретичних та практичних аспектів впровадження STEM-орієнтованого підходу у навчанні планіметрії в закладах загальної середньої освіти. Першим етапом роботи стало розкриття сутності та принципів STEM-освіти, що дозволило визначити основні напрями інтеграції науки, технологій, інженерії та математики у шкільний навчальний процес, а також обґрунтувати важливість формування дослідницьких, аналітичних та креативних компетентностей учнів.

Другим завданням було дослідження місця та ролі планіметрії у системі шкільного курсу математики. Було проведено аналіз навчальних програм та підручників для 8 класу, що дозволило визначити ключові теми, які найбільш ефективно підлягають інтеграції з STEM-активностями, зокрема чотирикутники, подібність трикутників, розв’язання прямокутних трикутників та многокутники з обчисленням площ.

Наступним етапом роботи стало визначення педагогічних умов ефективного впровадження STEM-підходу у вивченні планіметрії. Було обґрунтовано необхідність використання цифрових платформ (GeoGebra, пакет динамічної геометрії, Polypad, Sweet Home 3D), інтеграції міжпредметних завдань та створення творчої атмосфери на уроках. Визначено роль диференційованого підходу та індивідуального супроводу учнів для забезпечення розвитку самостійності та критичного мислення.

В межах практичної частини було розроблено та апробовано комплекс STEM-завдань та інтегрованих проєктів. Для п’яти груп учнів 8 класу були запропоновані завдання, що включали побудову та дослідження трапецій у GeoGebra, виконання інтегрованих проєктів з Polypad та Sweet Home 3D, що поєднували математику, мистецтво та архітектуру. Кожне завдання містило покрокові інструкції, вимірювання елементів фігур, аналіз результатів та формування висновків.

Під час апробації учні демонстрували високий рівень зацікавленості та активності, активно обговорювали результати, самостійно робили відкриття та формулювали правила, що раніше лише запам’ятовували. Використання цифрових платформ дозволило їм наочно спостерігати взаємозв’язок між зміною форми фігури та величинами її елементів, а також формувати дослідницькі та аналітичні навички.

Розроблені інтегровані проєкти сприяли формуванню креативності та вміння поєднувати знання з різних предметних областей. Наприклад, у проєкті “Геометрія в архітектурі” учні аналізували фасади будівель, обчислювали пропорції, площі та кути нахилу елементів, а на підсумковому етапі представляли макет споруди з математичними обґрунтуваннями її стійкості. Аналогічно, робота з Polypad допомогла учням “побачити геометрію у житті”, поєднуючи творчість і точні розрахунки.

Для оцінки ефективності STEM-підходу було проведено анкетування учнів та вчителів. Результати показали високий рівень зацікавленості, самостійності та творчої активності серед учнів, а також підтвердили позитивний вплив на мотивацію, наочність та можливість демонстрації практичного застосування знань, зауважили легкість впровадження цифрових платформ та розвиток критичного мислення.

На основі спостереження та анкетування були сформовані рекомендації щодо подальшого впровадження STEM-орієнтованого підходу: активне використання цифрових платформ, інтеграція міжпредметних завдань, поетапне ускладнення дослідницьких завдань, індивідуальний супровід учнів та розвиток проектної діяльності на уроках планіметрії.

Таким чином, проведене дослідження дозволило досягти мети роботи, а саме теоретичного обґрунтування та практичної реалізації STEM-орієнтованого підходу у навчанні планіметрії. Виконані завдання підтвердили доцільність інтеграції цифрових інструментів та міжпредметних проєктів, сприяли розвитку дослідницьких, аналітичних та творчих навичок учнів, підвищенню мотивації та формуванню практичних компетентностей.

Отримані результати свідчать про високу ефективність STEM-орієнтованого навчання та його значний потенціал для подальшого впровадження у шкільну практику. Дослідження підтвердило, що застосування інтерактивних платформ, проектних завдань та міжпредметних зв’язків дозволяє зробити навчальний процес більш сучасним, ефективним та орієнтованим на формування компетентностей учнів, необхідних у сучасному світі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Амонова А. Впровадження STEM-освіти на уроках математики. Наука. Освіта. Молодь. 2022. Ч. 1. С. 9–11.
2. Бевз Г. П. Геометрія : підручник для 8 кл. закл. заг. серед. освіти. Київ: Видавничий дім «Освіта», 2021. 273 с. Режим доступу: https://files.pidruchnyk.com.ua/uploads/book/8-klas-geometriya-bevz-2021.pdf
3. Бондар Г. Я. Впровадження елементів STEM-освіти при навчанні математики. Режим доступу: https://vseosvita.ua/library/prezentatsiia-vprovadzhennia-elementiv-stem-osvity-pry-navchanni-matematyky-806564.html
4. Бурбаки Н. Основи геометрії. Київ: Наукова думка, 2019. 310 с.
5. Бурда М. Геометрія : підручник для 8 кл. закл. заг. серед. освіти. Київ: УОВЦ «Оріон», 2021. 195 с. Режим доступу: https://files.pidruchnyk.com.ua/uploads/book/8-klas-geometriya-burda-2021.pdf
6. Бурда М. І., Волошена В. В., Тарасенкова Н. А. Практикум з геометрії для 7–9 класів : збірник практико-орієнтованих задач. Київ: УОВЦ «Оріон», 2024. 152 с. ISBN 978-966-991-341-8. Режим доступу: https://lib.iitta.gov.ua
7. Бурда М. І., Городній М. Ф., Номіровський Д. А. та ін. Навчальна програма для поглибленого вивчення математики в 8–9 класах загальноосвітніх навчальних закладів. Режим доступу: https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/matematika-algebra-geometriya.pdf
8. Використання елементів STEM-освіти на уроках математики. Збірник матеріалів роботи творчої групи викладачів математики. Рівне: НМЦ ПТО, 2019. 95 с. Режим доступу: https://wp.nmcpto.rv.ua/DOK/TG2019/TG_STEM_2019.pdf

9. Гайда В. Я. Ефективні прийоми STEM-навчання. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. 2024. Вип. 212. С. 81–85. DOI: https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-212-81-85
10. Гайда В. Я., Кавецький В. Є. Особливості підвищення кваліфікації вчителів природничої освітньої галузі в контексті розвитку STEM-освіти. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. 2023. № 210. С. 83–89.
11. Гнєзділова В. І. Інноваційні технології у STEM-освіті : навчальний посібник. Івано-Франківськ: Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника, 2021. 76 с.
12. Гриневич Л. М., Морзе Н. В., Вембер В. П., Бойко М. А. Роль цифрових технологій у розвитку екосистеми STEM-освіти. Інформаційні технології і засоби навчання. 2021. Т. 83, № 3. С. 1–25. DOI: https://doi.org/10.33407/itlt.v83i3.4461
13. Грузін Д. В. Актуальність застосування STEM-технологій в навчальному процесі : матеріали І Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції «Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи». Режим доступу: http://conf.fizmat.tnpu.edu.ua/media/magazin/2017/09.11.2017.pdf
14. Дмитренко Т. Г. Зарубіжні, вітчизняні надбання та проблеми розвитку STEM-освіти. Technology and Art in Global Context. Dresden, Germany, 2025. 140 с.
15. Елементи STEM-освіти на уроках математики як засіб формування науково-дослідницької компетентності. Режим доступу: https://imso.zippo.net.ua/wp-content/uploads/2025/05/4.-%D0%9D%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87-7.pdf
16. Єршова А. Геометрія : підручник для 8 кл. закл. заг. серед. освіти. 2-ге вид., переробл. Харків: Ранок, 2021. 256 с. ISBN 9786170969781. Режим доступу: https://files.pidruchnyk.com.ua/uploads/book/8-klas-geometriya-ershova2021.pdf

17. Інтеграція STEM-уроків у шкільну програму: практичні прийоми без додаткового обладнання. Режим доступу: https://ippo.com.ua/training/integracia-stem-urokiv-u-skilnu-9620
18. Істер О. С. Геометрія : підручник для 8 кл. закл. заг. серед. освіти. 2-ге вид., переробл. Київ: Генеза, 2021. 240 с. ISBN 978-966-11-1191-1. Режим доступу: https://files.pidruchnyk.com.ua/uploads/book/8-klas-geometriya-ister-2021.pdf
19. Капітонова С. С. Впровадження STEM і STEAM-освіти на уроках математики. Режим доступу: https://vseosvita.ua/library/majster-klas-vprovadzenna-stem-i-steam-osvita-na-urokah-matematiki-197135.html
20. Когут О. І., Кривокульський Л. Є., Німко Н. М. Цифрові інструменти для впровадження STEM-освіти : методичний посібник. Тернопіль: ТАЙП, 2023. 101 с.
21. Колток Л., Іваник Н. Упровадження STEM-освіти в освітній процес Нової української школи. Актуальні питання гуманітарних наук. 2020. Т. 3, № 27. С. 133–136.
22. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року : постанова Кабінету Міністрів України від 5 серпня 2020 р. № 960-р. Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text
23. Коростіянець Т. П. Планіметрія в шкільному курсі математики. Одеса: Університет Ушинського, 2023. 155 с.
24. Крамаренко Т. Г., Пилипенко О. С. Математика в STEMі : навчально-методичний посібник. Кривий Ріг: КДПУ, 2023. 274 с.
25. Левченко Ф. Г., Рогоза В. В. Підготовка вчителя до реалізації технологій STEM-освіти в гімназії: методичні рекомендації. Київ: Педагогічна думка, 2025. 69 с. Режим доступу: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/745290/1/Rohoza-ta-in._Metodychni-rekomendatsii.pdf

26. Лозова О. В., Василашко І. П., Коршунова О. В. STEM-освіта: теорія та практика : збірник науково-методичних матеріалів. Київ: Видавничий дім «Освіта», 2023. 254 с.
27. Методичні рекомендації STEM-освіти [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://osvita.ua/doc/files/news/928/92801/List_IMZO_Metodichni_rekomendaciyi_STEM-.pdf
28. Методичні рекомендації педагогічним працівникам «Основні аспекти організації STEM-навчання у сучасній школі: цифрові інструменти дослідника». Режим доступу: https://ekolabnauka.wordpress.com/2022/05/27/
29. Ночевчук М. Впровадження елементів STEM-освіти у навчання математики та фізики. Режим доступу: https://vseosvita.ua/library/statta-na-temu-vprovadzenna-elementiv-stem-osviti-u-navcanna-matematiki-ta-fiziki-84380.html
30. Онлайн-застосунки для урізноманітнення уроків історії у взаємодії з елементами STEM. Режим доступу: https://pifa.com.ua/training/onlajn-zastosunki-dla-uriznomanitnenna-urokiv-5260
31. Пікалова В. Реалізація STEAM-освіти в проєктній діяльності майбутнього вчителя математики. Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету. Київ, 2020. Вип. 9. С. 95–103.
32. Плануємо STEM-проєкт: три методи для ефективної роботи. Режим доступу: https://naurok.com.ua/post/planuemo-stem-proekt-tri-metodi-dlya-efektivno-roboti
33. Пшенична О. С., Гаращенко А. П. Методичні аспекти реалізації STEM-підходів у навчанні : методичні рекомендації. Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2025. 83 с.
34. Сучасні технології вивчення математичної освітньої галузі. Режим доступу: https://inst.mdpu.org.ua/wpcontent/uploads/2020/09/OK-10_Suchasni-tehnologiyi-vyvchennyamatematychnoyi-osvitnoyi-galuzi.pdf

35. Упровадження STEM-освіти в освітній процес Нової української школи. Режим доступу: https://op.ua/ru/pedclass/naukova-stattya/uprovadzhennya-stem-osviti-v-osvitniy-proces-novoyi-ukrayinskoyi-shkoli
36. Цифрові тренди STEM-освіти у системі професійної педагогіки. Режим доступу: https://dnpb.gov.ua/my/ER4-Vniaso-Stem-2024.pdf
37. Що таке STEM-освіта та як впровадити її в навчальний процес? Режим доступу: https://buki.com.ua/news/stem-osvita/
38. Desmos Geometry – платформа для візуалізації геометричних об'єктів. Режим доступу: https://www.desmos.com/geometry
39. DG – пакет динамічної геометрії. Режим доступу: https://artemenko.webnode.com.ua/products/dg-paket-dinamichnoji-geometriji/
40. GeoGebra – інтерактивна платформа для вивчення геометрії. Режим доступу: https://www.geogebra.org/
41. Google Teachable Machine у STEM-освіті: як розвивати креативність та аналітичне мислення у дітей. Режим доступу: https://pifa.com.ua/training/google-teachable-machine-u-stemosviti-7140
42. Kahoot – ігрове тестування для шкільного курсу геометрії. Режим доступу: https://kahoot.it/
43. Khan Academy – відеоуроки та вправи з геометрії українською. Режим доступу: https://uk.khanacademy.org/
44. LearningApps – інтерактивні вправи для учнів. Режим доступу: https://learningapps.org/
45. Polypad від Mathigon – цифрові інструменти для побудови фігур. Режим доступу: https://mathigon.org/polypad
46. Quizizz – платформа для перевірки знань учнів з геометрії. Режим доступу: https://quizizz.com/
47. STEM-технології на сучасному уроці. Режим доступу: https://ippo.com.ua/training/stemtehnologii-na-sucasnomu-uroci-6660

48. WolframAlpha – система комп’ютерної математики для розрахунків. Режим доступу: https://www.wolframalpha.com/

ДОДАТКИ

Додаток А

Опитування для учнів 8 класу

Мета: визначити рівень зацікавленості, розуміння матеріалу, використання цифрових інструментів та розвиток творчих навичок під час STEM-уроків з планіметрії.

Інструкція: Оберіть рівень, який найбільш відповідає вашому досвіду під час виконання STEM-завдань: Високий рівень, Середній рівень, Низький рівень.

Питання	Високий рівень	Середній рівень	Низький рівень
1. Мій рівень зацікавленості під час STEM-уроків високий.	☐	☐	☐
2. Я добре розумів матеріал уроку і зміг застосувати його на практиці.	☐	☐	☐
3. Використання цифрових платформ (GeoGebra, Polypad, Sweet Home 3D) допомогло мені краще засвоїти матеріал.	☐	☐	☐
4. Я працював самостійно та міг виконувати завдання без постійної допомоги вчителя.	☐	☐	☐
5. Під час роботи над завданнями я проявляв творчість та самостійно робив відкриття.	☐	☐	☐

Високий рівень – повна зацікавленість, розуміння та активність.

Середній рівень – часткове розуміння та участь у роботі.

Низький рівень – недостатнє залучення або складності у виконанні завдань.

Додаток Б

Опитування для вчителів

Мета: оцінити ефективність використання STEM-підходу та цифрових інструментів під час уроків планіметрії.

Інструкція: Вкажіть, наскільки ви погоджуєтеся з кожним твердженням: повністю погоджуюсь, частково погоджуюсь, не погоджуюсь.

Питання	Повністю погоджуюсь	Частково погоджуюсь	Не погоджуюсь
1. STEM-уроки підвищили зацікавленість учнів до навчання.	☐	☐	☐
2. Впровадження цифрових платформ у навчальний процес відбувається без значних труднощів.	☐	☐	☐
3. STEM-завдання сприяли розвитку творчого та критичного мислення учнів.	☐	☐	☐
4. Учні змогли побачити практичне застосування математичних знань.	☐	☐	☐
5. Використання STEM-підходу покращило засвоєння теоретичного матеріалу.	☐	☐	☐

Повністю погоджуюсь – повністю підтверджуєте твердження.

Частково погоджуюсь – частково підтверджуєте, є деякі труднощі або обмеження.

Не погоджуюсь – не погоджуєтесь із твердженням.