

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

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

Кваліфікаційна робота

**«STEM-підхід до вивчення трикутників у НУШ: поєднання цифрових
технологій та проєктного навчання»**

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

**Здобувача вищої освіти освітньо-
кваліфікаційного рівня «магістр»
Марущака Романа Євгеновича**

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:

**кандидат педагогічних наук, доцент
Гоменюк Ганна Володимирівна**

РЕЦЕНЗЕНТ:

**кандидат педагогічних наук, доцент
старший викладач кафедри математики
Кам'янець-Подільського національного
університету імені Івана Огієнка
Думанська Тетяна Володимирівна**

Тернопіль-2025

АНОТАЦІЯ

Марущак Р. Є. STEM-підхід до вивчення трикутників у НУШ: поєднання цифрових технологій та проєктного навчання. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» зі спеціальності 014 Середня освіта. ТНПУ ім. В. Гнатюка. Тернопіль, 2025. 56 с.

Кваліфікаційну роботу присвячено актуальній проблемі впровадження STEM-підходу у процес навчання геометрії в умовах Нової української школи (НУШ). Обґрунтовано необхідність трансформації традиційної моделі викладання через інтеграцію з природничими науками, технологіями та інженерією, що сприяє підвищенню мотивації учнів. Проаналізовано теоретичні засади STEM-освіти, вимоги НУШ та роль цифрових інструментів. Основну увагу зосереджено на методиці вивчення теми «Трикутники». Розроблено методичне забезпечення, що включає сценарій інтегрованого STEM-уроку та комплекс завдань із використанням динамічних моделей. Експериментальна перевірка підтвердила позитивний вплив STEM-технологій на якість знань та формування ключових компетентностей здобувачів освіти.

Ключові слова: STEM-освіта, Нова українська школа, навчання геометрії, трикутники, цифрові інструменти, інтегрований урок, мотивація, компетентнісний підхід.

ABSTRACT

Marushchak R. STEM-approach to the study of triangles in the New Ukrainian School: combining digital technologies and project-based learning. Master's thesis for the MA degree in the specialty 014 Secondary education. Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Ternopil, 2025. 56 p.

This qualification thesis is dedicated to the relevant issue of implementing the STEM approach in the process of teaching geometry within the framework of the New Ukrainian School (NUS). The necessity of transforming the traditional teaching model through integration with science, technology, and engineering in order to increase student motivation is substantiated. The theoretical foundations of STEM education, NUS requirements, and the role of digital tools are analyzed. The main focus is on the

methodology of teaching the topic “Triangles.” Methodological support has been developed, including a lesson plan for an integrated STEM lesson and a set of tasks using dynamic models. Experimental verification has confirmed the positive impact of STEM technologies on the quality of knowledge and the formation of key competencies in students.

Keywords: STEM education, New Ukrainian School, geometry teaching, triangles, digital tools, integrated lesson, motivation, competence-based approach.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ І. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ - ПІДХОДУ У НАВЧАННІ	
МАТЕМАТИКИ В НУШ	8
1.1. КОНЦЕПЦІЯ НОВОЇ УКРАЇНСЬКОЇ ШКОЛИ ТА ЇЇ ВИМОГИ ДО УРОКІВ МАТЕМАТИКИ.....	8
1.2. STEM-ОСВІТА: СУТНІСТЬ, ПРИНЦИПИ, СТРУКТУРА.....	10
1.3. МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «ТРИКУТНИКИ» В ШКІЛЬНОМУ КУРСІ МАТЕМАТИКИ	15
1.4. ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ У НАВЧАННІ ГЕОМЕТРІЇ	18
РОЗДІЛ ІІ. МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ РЕАЛІЗАЦІЇ STEM-ПІДХОДУ	
У ВИВЧЕННІ ТРИКУТНИКІВ	23
2.1. STEM-ІНТЕГРАЦІЯ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА ВИДІВ ТРИКУТНИКІВ.....	23
2.2. МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА STEM УРОКУ НА ТЕМУ «ГЕОМЕТРІЯ ОРНАМЕНТУ».....	31
2.3. ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ STEM- ТЕХНОЛОГІЙ НА УРОКАХ ГЕОМЕТРІЇ.....	40
ВИСНОВКИ.....	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	49
ДОДАТКИ.....	52

ВСТУП

Інтерес до математики та прагнення її вивчати знаходяться на низькому рівні серед учнів. Дане твердження підтверджує те, що з кожним роком середній результат НМТ з математики знижується [1]. Однією з визначальних складових, завдяки якій у школярів з'являється прагнення опановувати той чи інший навчальний предмет, є мотивація. Саме через це важливо добирати нестандартні та цікаві підходи, щоб формувати в сучасних учнів бажання вчитися, тобто підвищувати рівень мотивації. Наявність мотивації в учнів відіграє одну з провідних функцій у виникненні навчальної ініціативи, оскільки завдяки їй зникає необхідність примусу до навчання з боку батьків і педагогів. Як наслідок, формується позитивне ставлення до навчального предмета та освітнього процесу, що сприяє зростанню успішності й стимулює як особистісний, так і професійний розвиток, адже прагнення здобувати нові знання спонукає людину до пошуку істини, який неможливий без любові до навчання.

У теперішньому світі спостерігається постійний розвиток технологій, і з кожним роком темпи впровадження новацій лише посилюються, що справляє суттєвий вплив на свідомість не тільки дітей, а й дорослих. Нині складно уявити життя без застосування Інтернету й технологій, які помітно полегшили життя людей як у побуті, так і в роботі та навчанні, тому ефективним рішенням, за допомогою якого можливо підвищити мотивацію школярів, є застосування цифрових інструментів.

Окрім того, сучасний етап реформування національної системи освіти, зумовлений впровадженням концепції «Нова українська школа», вимагає кардинального перегляду підходів до викладання природничо-математичних дисциплін. У контексті глобальної цифровізації та технологічного прогресу традиційна репродуктивна модель навчання втрачає свою ефективність, поступаючись місцем компетентнісному підходу. Математична освіта стає фундаментом для формування критичного мислення, логіки та здатності розв'язувати складні практичні завдання. Особливого значення набуває геометрія, зокрема розділ «Трикутники», який є базовим для розуміння

просторових відношень та складніших математичних моделей. Проте практика засвідчує, що учні часто сприймають геометричний матеріал як відірваний від реальності, що знижує рівень мотивації та якості знань.

Одним із найбільш перспективних шляхів подолання цієї проблеми є впровадження STEM-освіти (Science, Technology, Engineering, Mathematics). STEM-підхід дозволяє інтегрувати математичні знання з природничими науками, технологіями та інженерним проєктуванням, перетворюючи теоретичні аксіоми на інструменти для дослідження світу. Вивчення математики є невід'ємною частиною STEM-освіти, оскільки математичні знання і навички є ключовими для розуміння наукових закономірностей, розв'язання технічних завдань та розробки нових технологій. Тому важливо розробляти та впроваджувати інноваційні методи та підходи до навчання математики, які б підтримували цілі STEM-освіти.

Вивчення геометрії, зокрема розділу «Трикутники», має велике значення для розвитку геометричного мислення, просторової уяви та логічного мислення учнів. Розгляд трикутника як об'єкта через призму STEM створює умови для міждисциплінарного синтезу, де геометрична фігура розглядається не лише як абстрактний об'єкт, а й як елемент архітектурних конструкцій, навігаційних систем чи комп'ютерних алгоритмів. Головною метою є покращення якості навчання математики шляхом створення інноваційних методів та засобів навчання, які більш ефективно сприяють розвитку аналітичного мислення, просторової уяви та інших компетенцій учнів. Необхідність теоретичного обґрунтування та методичного забезпечення зумовила вибір теми дослідження.

Метою роботи є обґрунтування та розробка методичного забезпечення уроків геометрії з елементами STEM для підвищення якості знань учнів.

Для досягнення поставленої мети передбачено розв'язання низки **завдань**:

1. здійснити ґрунтовний аналіз концептуальних засад Нової української школи та визначити сучасні вимоги до уроку математики;
2. розкрити сутність, принципи та структуру STEM-освіти як інноваційної освітньої парадигми;

3. створити методичну розробку з елементами STEM до розділу «Трикутник»;

4. перевірити ефективність використання технологій STEM для підвищення рівня якості знань учнів.

Об’єкт дослідження: процес навчання геометрії в основній школі.

Предметом дослідження є методичні аспекти та технологічні прийоми реалізації STEM-підходу під час вивчення розділу «Трикутники».

Наукова новизна одержаних результатів полягає у систематизації підходів до інтеграції STEM-технологій при вивченні геометрії.

Практичне значення роботи визначається розробкою методичних матеріалів, зокрема сценарієм STEM-уроку та комплексом інтегрованих завдань, які можуть бути безпосередньо впроваджені в освітній процес закладів загальної середньої освіти.

Кваліфікаційна робота складається зі вступу, двох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

РОЗДІЛ І. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ - ПІДХОДУ У НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ В НУШ

1.1. КОНЦЕПЦІЯ НОВОЇ УКРАЇНСЬКОЇ ШКОЛИ ТА ЇЇ ВИМОГИ ДО УРОКІВ МАТЕМАТИКИ

У концептуальних засадах реформування середньої освіти вказано на збереження цінностей дитинства, необхідність гуманізації навчання, особистісного підходу, розвитку здібностей учнів, створення навчально-предметного середовища, що в сукупності забезпечують психологічний комфорт і сприяють вияву творчості дітей.

Сучасна освітня система характеризується суттєвою територіальною, соціальною та демографічною диференціацією закладів, що створює інституційні бар'єри для забезпечення рівного доступу здобувачів до якісних освітніх послуг. Ця проблема поглиблюється дефіцитом потужностей мережі дошкільної освіти, що унеможлиблює реалізацію обов'язкової передшкільної підготовки та зумовлює необхідність пошуку альтернативних механізмів адаптації дітей до навчання. Водночас умови функціонування більшості закладів, зокрема параметри наповнюваності класів, режимні моменти та матеріально-технічна база, не демонструють релевантності психофізіологічним особливостям розвитку шестирічних першокласників. Поряд із цим спостерігається стійка тенденція до зростання ризиків погіршення фізичного та ментального здоров'я учнів, що вимагає інтенсифікації зусиль щодо оптимізації навчального навантаження, реструктуризації змісту дисциплін та усунення когнітивного дублювання. Окремим критичним викликом є збільшення чисельності дітей, які потребують комплексного психолого-педагогічного супроводу та спеціалізованої допомоги, до повноцінної реалізації яких освітня інфраструктура нашої країни наразі підготовлена лише частково.

Для вирішення цих проблем було розроблено Концепцію Нової української школи (НУШ), яка визначає фундаментальні засади реформування загальної середньої освіти, де математична підготовка розглядається як стратегічний чинник формування ключових компетентностей особистості.

Основною вимогою до сучасного уроку математики є перехід від репродуктивної передачі знань до розвитку математичної грамотності, що передбачає здатність здобувачів освіти виявляти, інтерпретувати та розв'язувати проблеми в різних контекстах за допомогою математичного апарату. У межах реалізації Державного стандарту базової середньої освіти освітній процес має базуватися на компетентнісному підході, що вимагає зміщення акцентів на практичну спрямованість змісту навчання, посилення прикладної ролі математичних знань та інтеграцію з іншими освітніми галузями, зокрема через впровадження STEM-технологій.

Дидактичний інструментарій сучасного уроку математики за концепцією НУШ має забезпечувати активне залучення учнів до пізнавальної діяльності через застосування дослідницьких методів, моделювання реальних процесів та проєктну роботу. Важливою вимогою є впровадження особистісно орієнтованого підходу, який передбачає створення інклюзивного освітнього середовища, врахування індивідуальних траєкторій розвитку та розвиток наскрізних умінь, таких як критичне мислення, здатність до логічного обґрунтування та цифрова грамотність. Обов'язковим компонентом є використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, динамічних геометричних середовищ та інтерактивних платформ, що сприяють візуалізації абстрактних понять і стимулюють самостійний науковий пошук. Зокрема цифрових інструментів, які спрямовані на моделювання освітніх середовищ, їх організаційних, змістових і методичних компонентів; дають змогу активізувати навчально-пізнавальну, дослідницьку діяльність учнів, посилити самостійність у формуванні компетентностей, викликати інтерес до навчання математики. [2]

Реалізація зазначених концептуальних засад зумовлює необхідність суттєвого посилення прикладної та практичної спрямованості освітнього процесу. Це передбачає цілеспрямовану орієнтацію змісту, організаційних форм і методів навчання на активне використання математичного апарату в галузях техніки, сучасних технологій та суміжних наукових дисциплін. Такий підхід забезпечує не лише підготовку до майбутньої професійної діяльності та

вирішення побутових завдань, а й сприяє виробленню стійких умінь самостійної математичної діяльності, що є фундаментальною умовою реалізації компетентнісного підходу. Прикладна спрямованість змісту гарантує формування соціально ефективного рівня математичної підготовки, що дозволяє учням успішно оперувати теоретичними знаннями під час розв'язання задач практичного характеру та ефективно опановувати інші навчальні предмети в системі загальної середньої освіти.

Важливим аспектом модернізації математичної підготовки є цілісне відображення компонентів математичної науки в структурі навчання, що враховує сучасні тенденції її розвитку, зокрема інтеграцію знань, посилення теоретичних функцій.

У межах Нової української школи математика постає як динамічна діяльність, що базується на методологічних знаннях та способах пізнання. Орієнтація на інтегровані курси та пошук інноваційних підходів до реалізації міжпредметних зв'язків виступають ключовими засобами формування системного розуміння навколишнього світу. Таке структурування змісту дозволяє максимально розкрити освітній, розвивальний та виховний потенціал дисципліни, створюючи умови для цілісного сприйняття об'єктів пізнання та інтегрованого засвоєння наукової картини світу.

1.2. STEM-ОСВІТА: СУТНІСТЬ, ПРИНЦИПИ, СТРУКТУРА.

Інтеграція STEM-підходів в освітній процес загальної середньої освіти виступає закономірним та найбільш адекватним інструментом реалізації концептуальних засад Нової української школи (НУШ). Така синергія зумовлена глибокою ідеологічною та методологічною спорідненістю обох систем, де в центрі уваги перебуває не накопичення репродуктивних знань, а формування життєстійких компетентностей особистості, здатної до інноваційної діяльності в умовах глобальних технологічних трансформацій. Обґрунтування ідеальної відповідності STEM-освіти вимогам НУШ базується на кількох фундаментальних аспектах, що визначають вектор розвитку сучасної математичної та природничої підготовки.

STEAM - це інтеграція природничих наук, технологій, інженерії, мистецтва та математики в освітньому процесі (Science - наука, Technology - технологія, Engineering - інженерія, Art - мистецтво, Mathematics - математика) - це не просто формальне об'єднання цих дисциплін, але концепція, яка охоплює формування компетенцій та викладання предметів через моделювання реального життя. Головна ідея цього підходу – розробка проєктів, які вирішують реальні проблеми, поєднуючи на заняттях зміст різних навчальних предметів. При реалізації проєкту, учні повинні застосувати знання природничих наук, скористатися певними технологіями, відтворити модель, використовувати прийоми, характерні для мистецтва та виконати необхідні розрахунки та обчислення.

STEM-освіта з'явилася на початку XXI століття як продовження реформи переходу до компетентнісного підходу в освіті, який орієнтований на формування навичок, затребуваних у сучасному світі, таких як гнучкість мислення, здатність до аналізу та вирішення проблем. STEM-уроки дозволяють учням застосовувати знання з різних дисциплін, створюючи міждисциплінарні проєкти, які роблять навчання захоплюючим та практико-орієнтованим.

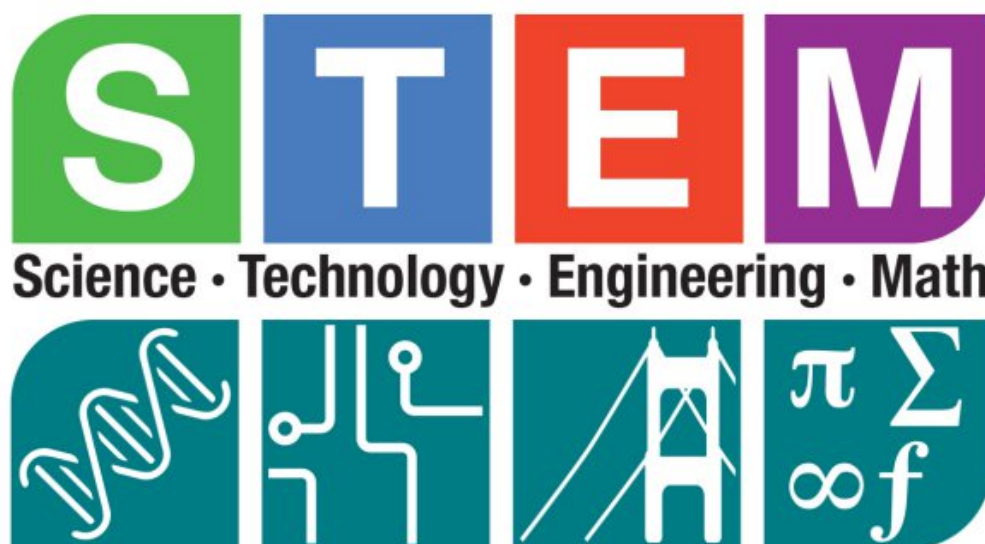


Рис.1.1. Логотип STEM.

За словами відомого педагога та науковця Джона Дьюї, «Центральна мета навчання – створити такі умови, які змушують учня мислити, а не лише здобувати інформацію»[3]. STEM-орієнтований підхід в навчанні саме

спрямований на створення таких умов, де учень вчиться застосовувати набуті знання для розв'язання реальних завдань, а не просто накопичує факти.

Важливим компонентом STEM-спрямованого навчання є застосування новітніх технологій. Школярі отримують доступ до комп'ютерної техніки, програмування, робототехніки й різноманітних засобів, які дають змогу створювати креативні проєкти та виконувати завдання. Необхідно також відзначити підхід «знизу вгору», коли ініціативи STEM-освіти виникають на рівні окремих шкіл, вчителів та батьківських груп. Це підсилює інтерес до STEM-освіти та сприяє популяризації цього підходу [7]. У країнах США та Європи STEM-орієнтований підхід до навчання є таким напрямом, що активно розвивається та допомагає забезпечити якісну підготовку учнів до викликів та можливостей сучасного світу. В Україні впровадження STEM-орієнтованого підходу до навчання наразі перебуває на етапі активного розвитку.

Першочерговим чинником є трансформація компетентнісної парадигми, де математична грамотність, згідно з вимогами НУШ, розглядається як здатність застосовувати математичні методи для вирішення прикладних проблем. STEM-підхід забезпечує прикладну спрямованість вивчення абстрактних геометричних понять, зокрема властивостей трикутників, перетворюючи їх з об'єктів теоретичного маніпулювання на інструменти інженерного моделювання та архітектурного проектування. У такий спосіб реалізується вимога НУШ щодо посилення прикладної спрямованості навчання, оскільки здобувачі освіти отримують можливість бачити безпосередній зв'язок між математичними закономірностями та функціонуванням технологічних систем.

Методологічна інтеграція STEM-освіти та принципів НУШ проявляється через наскрізну міжпредметну інтеграцію, що дозволяє подолати традиційну фрагментарність шкільних дисциплін. У концепції НУШ наголошується на важливості цілісного сприйняття наукової картини світу, а STEM-технології пропонують дієвий механізм такої цілісності, об'єднуючи природничі науки, технології, інженерію та математику в єдиний навчальний комплекс. Під час вивчення трикутників у межах STEM-проєкту учень виступає одночасно як

теоретик-математик, дослідник-фізик та практик-інженер, що повністю відповідає вимогам НУШ щодо формування міжпредметних зв'язків як засобу системного пізнання дійсності.

Особливе значення має розвиток м'яких навичок (soft skills) та наскрізних умінь, що є пріоритетом Нової української школи. Реалізація STEM-проектів неможлива без застосування критичного мислення, креативності, навичок командної роботи та здатності до ефективної комунікації. Таким чином, STEM-орієнтований урок математики стає динамічним середовищем, де через вирішення проблемно-орієнтованих завдань відбувається соціалізація особистості та розвиток її когнітивної гнучкості. Використання цифрових інструментів та динамічних геометричних середовищ, що є невід'ємною частиною STEM, на пряму реалізує вимогу НУШ щодо цифрової грамотності та інформаційно-комунікаційної компетентності.

Важливим аргументом на користь STEM-підходу є зміна ролі вчителя та учня, що корелює з особистісно орієнтованою моделлю НУШ. Вчитель перестає бути єдиним джерелом істини, перетворюючись на фасилітатора, модератора та партнера в освітньому пошуку. Учень, своєю чергою, займає активну суб'єктну позицію, де помилка під час STEM-експерименту сприймається не як показник неуспішності, а як необхідний етап наукового пізнання та ітераційного вдосконалення результату. Це забезпечує реалізацію принципів дитиноцентризму та педагогіки партнерства, що лежать в основі реформування сучасної школи.

Насамкінець, STEM-підхід є ідеальним фундаментом для впровадження формального оцінювання, оскільки дозволяє відстежувати не лише кінцевий результат, а й динаміку розвитку дослідницьких навичок учня впродовж усього процесу виконання проекту. Така відповідність стратегічним цілям НУШ робить STEM-освіту не просто допоміжним елементом, а ключовим методологічним стрижнем, на якому базується сучасна якісна математична освіта. Впровадження STEM-технологій дозволяє підготувати випускника, який не лише володіє

теоретичним апаратом, а й здатний до інноваційного творчого перетворення дійсності, що є кінцевою метою освітньої реформи в Україні.

Класифікація видів STEM-діяльності здійснюється за критеріями домінуючого компонента, рівнем інтеграції знань та характером кінцевого результату. У межах наукового підходу виокремлюють такі основні напрями реалізації активності суб'єкта.

1. Науково-дослідницька діяльність.

Цей вид діяльності зосереджений на застосуванні наукового методу для вивчення явищ навколишнього світу. Вона базується на емпіричному та теоретичному аналізі, що включає спостереження, формулювання гіпотез та проведення контрольованих експериментів. Наприклад, практичне знаходження точки перетину медіан (центра мас) трикутника, виготовленого з різних матеріалів. Учні експериментально підтверджують, що підвішений за цю точку трикутник зберігає рівновагу в горизонтальній площині.

2. Інженерно-конструкторська діяльність.

Центральним елементом цього виду діяльності є процес проєктування та створення матеріальних об'єктів (моделі) або систем для вирішення прикладних проблем. Вона передбачає трансформацію наукових ідей у функціональні прототипи. На уроках геометрії це може бути реалізовано через конструювання макетів: використання підручних матеріалів (спагеті, дерев'яні палички) для створення мостів, опор тощо. Основна увага приділяється тому, як поділ складних багатокутників на трикутники запобігає деформації всієї споруди, експериментальне визначення критичної маси, яку може витримати конструкція, побудована на основі різних типів трикутників (рівносторонніх, рівнобедрених, прямокутних).

3. Цифрове моделювання та ІТ-діяльність.

Цей напрям забезпечує інструментальну підтримку STEM-проєктів через використання інформаційних технологій та математичного апарату. Діяльність спрямована на створення віртуальних аналогів реальних систем. Як приклад може бути розробка моделей купольних споруд, що складаються з мережі

трикутників. У процесі роботи учні досліджують, як зміна кутів та довжин сторін впливає на кривизну та міцність сферичної конструкції.

4. Робототехніка та автоматизація.

Вид діяльності, що інтегрує механіку, електроніку та мікропроцесорну техніку. Вона охоплює всі етапи створення автономних систем.

5. Математичне обґрунтування та аналітика.

Ця діяльність пронизує всі етапи STEM-процесу, забезпечуючи точність та доказовість результатів. Вона не виступає як ізольований елемент, а інтегрується у прикладні задачі. Наприклад процес картографування місцевості: створення планів шкільного подвір'я шляхом поділу території на трикутні сектори та обчислення їхніх площ за формулою Герона або через висоту та основу.

За рівнями залученості в діяльність та залежно від педагогічних цілей та досвіду учасників, STEM-діяльність може розрізнятися за ступенем самостійності:

- демонстраційна активність: ознайомлення з принципами роботи технологій через спостереження за готовими моделями;
- керована практика: виконання завдань за наведеним алгоритмом або інструкцією;
- самостійне проєктування: розробка унікального рішення від етапу ідеї до реалізації кінцевого продукту.

1.3. МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «ТРИКУТНИКИ» В ШКІЛЬНОМУ КУРСІ МАТЕМАТИКИ

Процес навчання математики у 5 та 6 класах базується на переважанні індуктивних методів пізнання, де формування абстрактних конструктів відбувається через узагальнення наочно-чуттєвого досвіду. Такий підхід передбачає активне залучення практичних прикладів із повсякденного середовища, що дозволяє здобувачам освіти вибудовувати зв'язки між теоретичними моделями та реальними об'єктами. Поступова інтенсифікація теоретичного навантаження стимулює розвиток здатності до обґрунтування

тверджень, що є необхідною передумовою для опанування дедуктивних методів на наступних етапах освітнього циклу.

Змістова лінія геометрії у зазначений період орієнтована на формування первинних уявлень про планіметричні та стереометричні об'єкти. Вивчення трикутника як фундаментальної фігури охоплює його класифікаційні ознаки та метричні параметри, зокрема обчислення периметра, що може бути виражено формулою $P = a + b + c$. Методичне забезпечення цього процесу вимагає використання наочних ілюстрацій та виконання графічних побудов, що сприяє диференціації морфологічних і лінійних характеристик геометричних тіл.

Властивості геометричних об'єктів засвоюються через послідовність дослідно-індуктивних операцій, які згодом трансформуються у вміння застосовувати знання в прикладних ситуаціях. Такий алгоритм навчання сприяє становленню культури логічного мислення, де кожен висновок базується на попередньо верифікованих фактах. Систематизація понять через класифікацію кутів та взаємного розміщення прямих на площині створює стійку когнітивну базу для подальшого вивчення систематичного курсу геометрії.

Методологія вивчення теми «Трикутники» у курсі геометрії базової школи базується на переході від емпіричного спостереження до суворої дедуктивної системи. У 7–9 класах відбувається систематизація знань, де трикутник розглядається як базова фігура планіметрії, властивості якої стають фундаментом для вивчення більш складних багатокутників та тригонометричних залежностей.

В курсі геометрії 7 класу вивчається тема «Трикутники. Ознаки рівності трикутників». Зміст навчального матеріалу курсу включає в себе такі параграфи.

- Трикутник і його елементи. Висота, бісектриса і медіана трикутника.
- Рівність геометричних фігур. Ознаки рівності трикутників.
- Види трикутників.
- Рівнобедрений трикутник, його властивості та ознаки. 9
- Нерівність трикутника.
- Сума кутів трикутника.

- Зовнішній кут трикутника та його властивості.
- Властивості прямокутних трикутників [5].

У 7 класі учні ознайомлюються з основами геометричної науки – означеннями, теоремами, основними методами доведення теорем, основними задачами на побудову. Поглиблюються і систематизуються відомості про геометричні величини: довжину і градусну міру кута [5].

В курсі геометрії 8 класу вивчаються такі теми: «Подібність трикутників» та «Розв’язування прямокутних трикутників». Зміст навчального матеріалу курсу включає в себе такі параграфи.

- Узагальнена теорема Фалеса.
- Подібні трикутники.
- Ознаки подібності трикутників.
- Властивість медіани та бісектриси трикутника.
- Синус, косинус, тангенс гострого кута прямокутного трикутника.
- Теорема Піфагора.
- Перпендикуляр і похила, їх властивості.
- Співвідношення між сторонами і кутами прямокутного трикутника.
- Значення синуса, косинуса, тангенса деяких кутів.

Однією з основних задач, що вивчається в курсі геометрії, є розв’язування трикутників. У 8 класі розглядається задача розв’язування прямокутного трикутника. Для цього вводиться поняття косинуса, синуса, тангенса гострого кута прямокутного трикутника, доводиться теорема Піфагора. Дана тема продовжується в 9 класі — розв’язуються довільні трикутники. Це потребує введення формул для знаходження синуса і косинуса тупого кута та доведення теорем косинусів і синусів [7].

В курсі геометрії 9 класу вивчається тема «Розв’язування трикутників». Зміст навчального матеріалу курсу включає в себе такі параграфи:

- Теореми косинусів і синусів.
- Формули для знаходження площі трикутника [7].

1.4. ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ У НАВЧАННІ ГЕОМЕТРІЇ

Цифрові інструменти в математичній освіті охоплюють сукупність сучасних програмно-апаратних засобів, спрямованих на інтенсифікацію процесів когнітивної діяльності та систематизацію математичних знань.

Технічний складова цифрових інструментів формує фізичну інфраструктуру, необхідну для реалізації сучасних дидактичних моделей. До цієї категорії належать персональні комп'ютери, портативні пристрої (планшети), інтерактивні панелі та проекційні системи.

Засоби візуалізації: інтерактивні дошки та проектори використовуються для статичної та динамічної демонстрації складних математичних об'єктів, організації мультимедійного супроводу лекційних занять та забезпечення групової взаємодії суб'єктів навчання.

Пристрої індивідуальної роботи: комп'ютери та планшети виступають платформою для безпосередньої взаємодії здобувачів освіти зі спеціалізованим програмним забезпеченням, забезпечуючи умови для персоналізованого навчання та виконання лабораторних робіт.

Програмна складова цифрових інструментів становить інструментальну базу для аналітичної, графічної та моделювальної діяльності. Він диференціюється залежно від завдань та рівня математичної абстракції.

Системи динамічної математики: програмне середовище **GeoGebra** є ключовим інструментом для інтегрованого вивчення геометрії, алгебри та статистики. Воно дозволяє створювати динамічні моделі, у яких зміна параметрів одного елемента (наприклад, вершини трикутника) миттєво відображається на пов'язаних аналітичних даних.

Системи візуалізації: платформи типу **Mathematica** та **Maple** орієнтовані на виконання складних символічних та чисельних обчислень, побудову багатовимірних графіків та аналіз математичних моделей високого рівня складності.

Середовища програмування та моделювання: мови програмування та спеціалізовані середовища, такі як **MATLAB** і **Python**, використовуються для

алгоритмізації обчислювальних процесів, статистичного аналізу великих масивів даних та симуляції фізико-математичних явищ у межах STEM-проектів.

Інтернет-ресурси складають інформаційний базис цифрових інструментів, забезпечуючи екстериторіальний доступ до верифікованого математичного контенту та інтерактивну взаємодію в межах освітнього простору.

Веб-платформи та LMS: спеціалізовані сайти та системи управління навчанням акумулюють структуровані онлайн-курси, віртуальні тренажери та бази знань, що сприяють розвитку навичок самостійної пізнавальної діяльності.

Мультимедійний освітній контент: відеоуроки та вебіари дозволяють візуалізувати складні алгоритми розв'язання задач, забезпечуючи багаторазове відтворення та поглиблене вивчення специфічних тем у зручному для суб'єкта темпі.

Використання зазначеної сукупності цифрових інструментів дозволяє реалізувати перехід від традиційного навчання до моделі активного пізнання, де математичні поняття розглядаються як об'єкти динамічного маніпулювання та інструменти розв'язання реальних прикладних проблем.

Роль цифрових інструментів у навчальній математиці полягає у зміні традиційного підходу до викладання, допомагаючи зробити процес навчання більш динамічним, інтерактивним та адаптивним до потреб учнів. Їх застосування відкриває можливість опановувати складні математичні поняття через інтерактивні завдання, візуальні моделі та симуляції, що сприяє глибшому осмисленню теоретичних концепцій і їх практичному використанню. Використання цифрових інструментів також дозволяє створювати віртуальні навчальні середовища, у яких учні не лише слухають пояснення, а й активно взаємодіють з матеріалом, виконуючи завдання на інтерактивних платформах, обмінюючись думками на форумах і працюючи над груповими проектами. Такий підхід забезпечує більш якісне й усвідомлене засвоєння навчального матеріалу.

Функції цифрових технологій в математичній освіті мають великий вплив на процес навчання та взаємодію між учнями і вчителями. Інформаційна функція полягає в наданні учням доступу до величезної кількості ресурсів, теоретичних

матеріалів, прикладів та завдань для самостійного навчання. Це дозволяє їм ефективно вивчати нові теми, а також поглиблювати свої знання за межами навчальних програм, звертаючись до різноманітних онлайн-ресурсів. Комунікативна функція цифрових технологій сприяє обміну інформацією між вчителями та учнями. Завдяки сучасним технологіям можна проводити онлайн-консультації, спільно працювати над проєктами або дослідженнями, обговорювати складні питання через чат, форуми чи відеоконференції. Це сприяє кращій взаємодії і підвищує ефективність навчального процесу. Аналізуюча функція дає можливість учням виконувати чисельний або графічний аналіз математичних моделей, даних або теоретичних припущень. Це дозволяє проводити складні розрахунки, порівнювати різні варіанти результатів та вивчати математичні протилежності, що дозволяють краще розуміти теоретичні аспекти. Візуальна функція цифрових технологій забезпечує можливість наочної демонстрації складних математичних об'єктів. Наприклад, за допомогою функцій графіків, зображень поверхонь чи геометричних фігур учні можуть візуалізувати і зрозуміти складні математичні ідеї та принципи, які важко уявити без використання технологій. Обчислювальна функція автоматизує розрахунки, дозволяючи швидко обробляти складні математичні задачі, які вимагають велику кількість часу та використовують при традиційному методі розв'язування. Це дає можливість учням зосередитися на глибокому розумінні матеріалу та обробки отриманих результатів, а не витратити час на виконання рутинних обчислень.

Цифрові інструменти активно використовуються в освіті для покращення навчального процесу, роблячи його більш доступним, інтерактивним та ефективним. Розглянемо деякі з них.

1. Електронні навчальні платформи. Moodle, Google Classroom, Canvas – це платформи, на яких вчителі можуть створювати онлайн-курси, розміщувати навчальні матеріали, проводити тести, організовувати форуми для спілкування. Microsoft Teams, Google Meet, Zoom – платформи для відеоконференцій, які використовують для проведення онлайн занять, лекцій, семінарів і консультацій.

2. Мультимедійні технології. Презентації: використання програм (наприклад, Power Point, Google Slides, Canva) для створення візуальних матеріалів, які допомагають пояснювати складні теми. Відео та анімація: використовується для демонстрації процесів, експериментів або історичних подій (Youtube, відеоредактори типу Adobe Premiere, Animoto). Інтерактивні дошки: наприклад, Smart Board, Polypad, Gynzy – дозволяють вчителям працювати з контентом на великому екрані, взаємодіяти з ним за допомогою сенсорного керування.

3. Інтерактивне навчання. Інтерактивні програми та додатки: використання програми для створення інтерактивних вправ, тестів та ігор (Kahoot!, Quizlet, WordWall, LearningApps). Віртуальні лабораторії та симулятори: дозволяють учням проводити експерименти віртуально (наприклад моделювання PhET для вивчення як математики так і фізики та хімії)

4. Мобільні додатки. Photomath – додаток для розв’язування математичних завдань. Evernote – додаток для організації нотаток. Desmos – графічний калькулятор в смартфоні.

5. Хмарні технології. Google Drive, OneDrive, Dropbox – для зберігання та спільного доступу до документів, презентацій, таблиць. Google Docs, Microsoft Office 365 – для спільної роботи над документами в реальному часі.

6. Штучний інтелект. Системи адаптивного навчання з використанням ШІ мають на меті створення персоналізованих освітніх матеріалів для кожного учня, з урахуванням його потреб і здібностей.

7. Інтернет-ресурси для навчання. Всеукраїнська школа онлайн (ВШО) – безкоштовний онлайн ресурс, що надає освітні відео та інтерактивні вправи. Classcraft – це програма, яка використовує принципи рольових ігор для створення навчального середовища, в якій учні отримують бали за виконання завдань.

Цифрові технології в освіті можуть значно покращити процес навчання, роблячи його більш інтерактивним та доступним. Використання онлайн-платформи та електронних ресурсів дозволяє вчителям і здобувачам освіти

взаємодіяти в будь-який час і з будь-якого місця. Технології віртуальних класів і відеоконференцій підтримують дистанційне навчання. Учні можуть використовувати мультимедійні ресурси, такі як інтерактивні дошки, відео та симуляції, для більш глибокого розуміння складних концепцій. Ці ресурси також сприяють розвитку навичок самостійного навчання та критичного мислення через доступ до онлайн-курсів та платформи для самоосвіти.

ВИСНОВКИ ДО І РОЗДІЛУ

У даному розділі розглянуто Концепцію НУШ, яка вимагає радикальної зміни традиційних підходів до навчання, переходячи від репродуктивного засвоєння знань до формування ключових компетентностей, зокрема здатності застосовувати математичні знання для вирішення реальних проблем. У цьому контексті, STEM-освіта, що інтегрує природничі науки, технології, інженерію та математику, виступає як найбільш відповідна освітня парадигма. З'ясовано сутність, принципи та структуру STEM-освіти, підкреслено її міждисциплінарний характер, орієнтацію на проєктну діяльність та розвиток критичного мислення.

Крім того, розглянуто методичні підходи до вивчення розділу «Трикутники», акцентуючи на можливостях інтеграції зі STEM-компонентами. Ефективна реалізація STEM-підходу неможлива без застосування сучасних цифрових інструментів, які відкривають нові можливості для візуалізації, моделювання та інтерактивного навчання. Використання таких інструментів, як динамічні геометричні середовища чи спеціалізовані освітні платформи, дозволяє перетворити абстрактні математичні поняття на практичні та зрозумілі, що є критично важливим для підвищення мотивації та глибшого засвоєння матеріалу учнями. Таким чином, теоретичний аналіз підтверджує, що STEM-підхід є необхідною умовою для якісної реалізації вимог НУШ на уроках математики.

РОЗДІЛ II. МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ РЕАЛІЗАЦІЇ STEM-ПІДХОДУ У ВИВЧЕННІ ТРИКУТНИКІВ

2.1. STEM-ІНТЕГРАЦІЯ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА ВИДІВ ТРИКУТНИКІВ

Вивчення розділу «Трикутники» в шкільному курсі математики традиційно зосереджується на властивостях та видах трикутників.. Проте для формування цілісного світогляду та розвитку інженерного мислення, необхідного учням Нової української школи (НУШ), ключовим стає застосування STEM-інтеграції. Розглянемо конкретні методичні підходи та наведемо приклади практичної реалізації STEM-інтеграції під час вивчення властивостей та видів трикутників. Ми дослідимо, як поєднання математичних знань із технологічними інструментами, елементами конструювання та дослідженням реальних природних або фізичних явищ дозволяє перетворити абстрактні геометричні поняття на зрозумілі та практично значущі.

Наприклад, розглянемо завдання на дослідження геометричної жорсткості багатокутників

Учням необхідно сконструювати фізичні моделі трикутника та чотирикутника, використовуючи дерев'яні планки та термоклей для фіксації вузлів. Після завершення монтажу учні мають спробувати деформувати ці фігури, намагаючись змінити їхні внутрішні кути без порушення цілісності з'єднань чи довжини сторін. За результатами випробувань слід зафіксувати наявність або відсутність деформації та порівняти здатність кожної конструкції зберігати початкову геометричну конфігурацію.

Педагогічна мета дослідження полягає в емпіричному підтвердженні геометричної жорсткості трикутника. Експеримент забезпечує наочну демонстрацію третьої ознаки рівності трикутників та обґрунтовує доцільність використання трикутників в інженерних системах.

Матеріальне забезпечення. Для моделювання використовуються дерев'яні планки та термоклей. Обов'язковою умовою є інструктаж з техніки безпеки при експлуатації нагрівальних приладів (клейового пістолету).

Хід роботи. Організація діяльності передбачає вступний інструктаж з охорони праці, розробку макету та етап фізичних випробувань (деформацію фігур). Ключовим моментом є перевірка гіпотези про залежність стабільності форми від кількості вершин многокутника шляхом спроби деформувати створені моделі.

Висновки. Результати дослідження демонструють, що чотирикутники піддаються вільній деформації зі зміною кутів, тоді як трикутник зберігає незмінну форму. Це підтверджує статус трикутника як єдиного жорсткого многокутника, метричні параметри якого однозначно визначаються довжинами його сторін.



мал.2 Учні з виготовленими моделями

Ще одним прикладом емпіричного дослідження нерівності трикутника є наступна задача.

Постановка практичного завдання. Учням пропонується здійснити спробу конструювання замкнених геометричних фігур (трикутників) із набору лінійних елементів. Завдання передбачає виконання вимірювання та подальший порівняльний аналіз довжини найбільшого сегмента із сумою довжин двох інших. Кінцевою ціллю є встановлення закономірності, яка уможливорює або унеможливорює побудову трикутника.

Педагогічна ціль полягає в індуктивному виведенні теореми про нерівність трикутника. Експеримент спрямований на формування розуміння того, що існування трикутника як геометричної фігури є можливим лише за виконання суворих метричних співвідношень між його сторонами. Діяльність

забезпечує перехід від емпіричного досвіду до формулювання необхідної та достатньої умови існування трикутника.

Матеріальне забезпечення. Для проведення дослідження використовуються ті ж дерев'яні палички але різної довжини. Роздатковий матеріал включає три набори, що моделюють різні геометричні ситуації: набір із критичним співвідношенням (наприклад, 2 см, 3 см, 5 см), набір для побудови реального трикутника (2 см, 4 см, 5 см) та набір з неможливістю побудови (2 см, 5 см, 8 см). Також необхідні лінійки для вимірювання довжин.

Хід роботи. Процедура дослідження передбачає послідовне опрацювання кожного з трьох наборів. На першому етапі здійснюється вимірювання довжин елементів. На етапі моделювання учні намагаються сумістити кінці відрізків для утворення замкненого контуру - трикутника. У випадках, де побудова виявляється фізично можливою, проводиться алгебраїчне порівняння довжин кожної сторони із сумою двох інших. У випадках, де кінці відрізків не змикаються або лягають на одну пряму, фіксується відповідна нерівність довжин.

Висновки. Аналіз емпіричних даних дозволяє сформулювати фундаментальну властивість трикутника: побудова трикутника можлива виключно за умови, що довжина будь-якої його сторони менша за суму довжин двох інших сторін ($a < b + c$). Цей висновок стає основою для теоретичного доведення нерівності трикутника та розуміння принципу найкоротшої відстані між двома точками на площині.

Трансформація емпіричного досвіду, отриманого під час маніпуляцій із фізичними об'єктами, у стійкі теоретичні факти потребує переходу до використання цифрових інструментальних засобів. Попри високу дидактичну цінність моделювання, воно характеризується певними обмеженнями, зокрема статичністю моделей та наявністю інструментальних похибок, що перешкоджає глибокому дедуктивному узагальненню. Застосування цифрових тренажерів та систем динамічної геометрії дозволяє подолати ці бар'єри шляхом забезпечення високої точності візуалізації та можливості безперервної варіації параметрів у

режимі реального часу. Така інтеграція сприяє переходу від наочно-індуктивного рівня пізнання до формування абстрактно-логічних схем, де математичні властивості, як-от нерівність сторін трикутника, постають не як поодинокі факти, а як універсальні незмінні закономірності. Розглянемо приклад таких завдань у GeoGebra.

Завдання 1. Створіть інтерактивне креслення в програмі GeoGebra, за допомогою якого можна переконатись, що сума кутів трикутника дорівнює 180.

Хід виконання

1. Створіть новий файл GeoGebra — «Файл–Створити».
2. За допомогою інструмента «Многокутник» побудуйте довільний трикутник ABC (точки краще ставити проти годинникової стрілки).

3. За допомогою інструмента  виміряйте кути САВ, АВС, ВСА.

4. За допомогою інструмента  натискаючи на кожен кут, вибираючи налаштування, змініть колір та стиль.

5. За допомогою інструмента «Текст» додайте на полотно напис. У поле «Редагування» введіть « $A+B+C=$ ». Символ « $\angle$ » вводиться за допомогою меню «Символи». Не закриваючи вікна «Текст» у меню «Об'єкти», виберіть кут a . Введіть символ « $+$ ». У меню «Об'єкти» виберіть кут b . Введіть символ « $+$ ». У меню «Об'єкти» виберіть кут c . Введіть символ « $=$ ». За допомогою меню «Символи» в порожню рамку, що з'явилася в полі «Правка», введіть $a+b+c$. Натисніть кнопку «ОК».

6. За допомогою інструмента , натисніть на текст і змініть його шрифт, колір, розмір тощо.

7. За допомогою інструмента  натискаючи на одну з вершин, змініть трикутник, подивіться, чи буде постійною сума, зробіть висновки.



8. Збережіть файл.

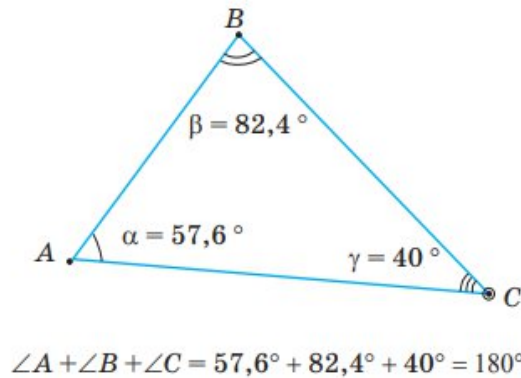


рис.1 Результат виконаного завдання

Завдання 2. Створити динамічну модель для вивчення основної властивості бісектриси кута трикутника та її перевіркою.

Педагогічна мета завдання: сформувати в учнів уміння моделювання геометричних об'єктів та динамічних експериментів у цифровому середовищі (GeoGebra), а також навчити учнів перевіряти гіпотези за допомогою динамічних моделей.

Основна властивість бісектриси: бісектриса кута трикутника ділить протилежну сторону на відрізки, пропорційні прилеглим до них сторонам.

Кроки створення моделі.

1. Побудова трикутника: Створіть три довільні точки А, В, С та побудуйте за ними трикутник за допомогою інструменту «Многокутник».

2. Побудова бісектриси: Використовуйте інструмент «Бісектриса кута» і послідовно оберіть вершини В, А, С. На перетині бісектриси та сторони ВС автоматично створиться точка D. (Якщо точка не створюється автоматично, використовуйте інструмент «Перетин»).

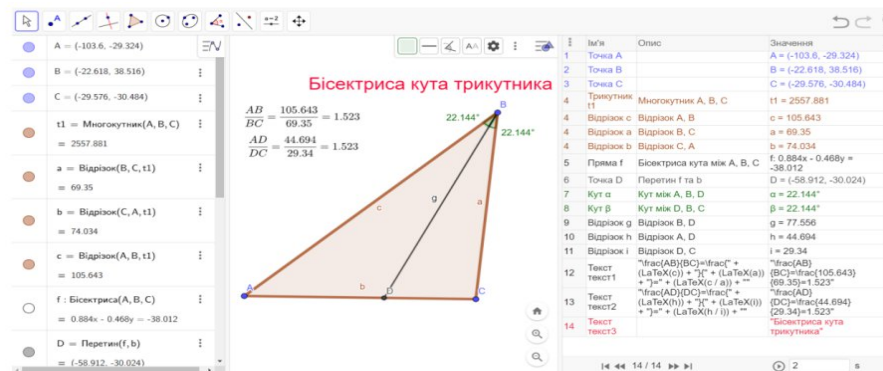
3. Вимірювання відрізків. Виміряйте довжини чотирьох відрізків, які беруть участь у властивості, за допомогою інструменту «Відстань або Довжина».

4. Перевірка співвідношення (Обчислення): введіть в «Рядок введення» або створіть об'єкти в полі «Алгебра» для обчислення двох співвідношень.

5. Створіть текстове поле за допомогою інструменту «Текст», щоб вивести результати обчислень і зробити їх динамічними.

6. Динамічна перевірка: перетягніть будь-яку з вершин трикутника. Що ви спостерігаєте? Учні повинні побачити, що, незважаючи на зміну розмірів і форми трикутника, числові значення двох співвідношень завжди залишаються рівними.

Висновок: наочно перевірили основну властивість бісектриси (бісектриса кута трикутника ділить сторону, до якої вона проведена, на відрізки, пропорційні прилеглим до них сторонам).



Мал.3 Динамічна модель властивості бісектриси трикутника

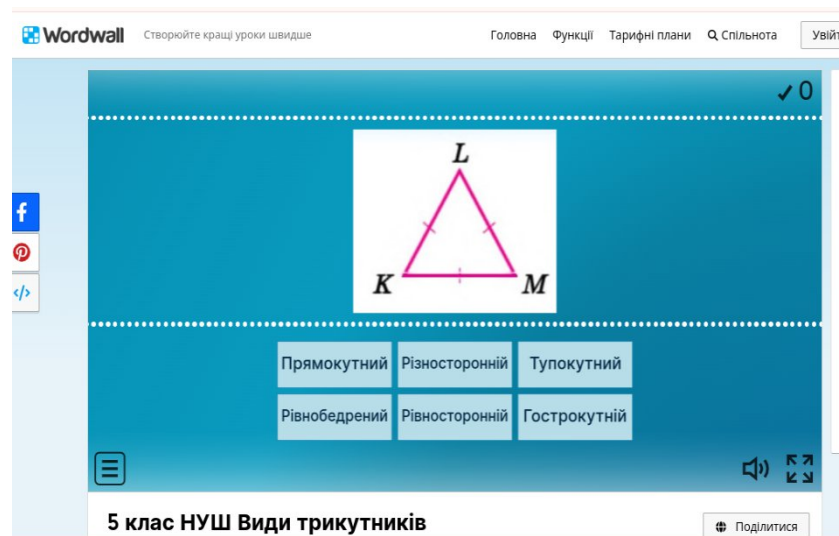
Покликання на симуляцію <https://www.geogebra.org/m/d379b3pd>

Окрему дидактичну значущість у структурі STEM-орієнтованого навчання мають цифрові тренажери. На відміну від традиційних методів оцінювання, інтерактивні тестові платформи забезпечують миттєву перевірку рівня засвоєння матеріалу та надають зворотний зв'язок у режимі реального часу.

Наведемо приклади таких тренажерів.

Тести на платформі онлайн-сервісу Wordwall. Цей інструмент є ефективним засобом оперативного контролю та формувального оцінювання, що дозволяє оптимізувати етап перевірки знань, забезпечуючи високий рівень залученості учнів. Дидактичний потенціал платформи полягає у можливості автоматизації процесу оцінювання та варіативності форм подання навчального матеріалу. Функціонал сервісу дозволяє реалізувати диференційований підхід до діагностики знань через низку інтерактивних шаблонів: тестові та асоціативні завдання (шаблони «Вікторина», «Зіставлення», «Анаграма»), спрямовані на перевірку теоретичного базису, володіння термінологічним апаратом та вміння встановлювати логічні зв'язки між поняттями. Ігрові сценарії з елементами

випадковості та змагання (шаблони «Випадкове колесо», «Відкрити скриньку», «Погоня в лабіринті»). Забезпечують психоемоційне розвантаження та підтримують пізнавальний інтерес, трансформуючи рутинний контроль у динамічну навчальну діяльність. Ключовою перевагою Wordwall є адаптивність контенту: створений масив навчальних даних може бути миттєво конвертований у різні формати (від статичного тесту до динамічної гри) без необхідності повторного введення інформації. Це дозволяє педагогу реалізувати багаторівневу перевірку знань та швидко адаптувати завдання під різні етапи уроку. Крім того, система забезпечує миттєвий зворотний зв'язок, надаючи статистичні дані про результативність виконання завдань у реальному часі, що є необхідною умовою для об'єктивного моніторингу якості освіти. Нижче наведено кілька таких тестів та покликання на них. В додатку А можна знайти QR-code на повні версії цих симуляцій.



Мал.3 Види трикутників

Wordwall Створітьте кращі уроки швидше Головна Функції Тарифні плани Спільнота Увійти

0:08

У трикутнику МРК кути М і К дорівнюють по 65 градусів.

У трикутнику один із кутів дорівнює 35 градусів, другий - 55 градусів.

У трикутнику АВС кут А дорівнює 40 градусів, кут С дорівнює 25 градусів.

Прямокутні трикутники

Гострокутні трикутники

Тупокутні трикутники

Здати відповіді

Види трикутників

Поділитися

Мал.4 Види трикутників

Wordwall Створітьте кращі уроки швидше Головна Функції Тарифні плани Спільнота Увійти

2:49

Рівнобедрений трикутник

Тупокутний трикутник

Висота трикутника

Діюча лінія рівності трикутника

Лінійна рівність трикутника

Бісектриса трикутника

Півмискутний трикутник

Медіана трикутника

Перша ознака рівності трикутників

Рівносторонній трикутник

Здати відповіді

Трикутники. Ознаки рівності трикутників

Поділитися

Мал.5 Ознаки рівності трикутників

Wordwall Створітьте кращі уроки швидше Головна Функції Тарифні плани Спільнота Увійти

0:27

7

4

11

✓

✗

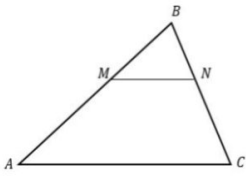
Перевірити

Мал.6 Нерівність трикутника

Wordwall Створюйте кращі уроки швидше Головна Функції Тарифні плани Спільнота

24:54 ✓ 0

МВ=4 см, МА=3 см. Знайдіть периметр трикутника BMN, якщо периметр трикутника ABC=21 см.



15,75 см	12 см
36,75 см	28 см

Подібність трикутників

Поділитися

Мал.7 Подібні трикутники

Поєднання практично-орієнтованих завдань із використанням цифрових інструментів забезпечує комплексний дидактичний ефект, що є визначальним для формування математичної компетентності в межах сучасного STEM-підходу. Реалізація практичного моделювання дозволяє здобувачам освіти сформувати первинний емпіричний базис та безпосередньо взаємодіяти з фізичними властивостями геометричних об'єктів, тоді як інтеграція цифрових тренажерів і систем динамічної математики забезпечує перехід до вищих рівнів абстракції та дедуктивного узагальнення. Такий цілісний методичний підхід мінімізує фрагментарність знань, стимулює пізнавальну активність та підвищує результативність навчання через механізми миттєвого зворотного зв'язку. У підсумку, інтегроване освітнє середовище, що базується на поєднанні матеріальної та віртуальної дослідницької діяльності, створює оптимальні умови для глибокого засвоєння фундаментальних наукових концепцій та їхнього успішного використання для вирішення практичних задач.

2.2. МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА STEM УРОКУ НА ТЕМУ «ГЕОМЕТРІЯ ОРНАМЕНТУ»

Для ефективного впровадження STEM-підходу у шкільну практику необхідні детально розроблені та апробовані навчальні матеріали. Розглянемо

методичну розробку інтегрованого STEM-уроку на тему «Геометрія орнаменту». Вибір цієї теми не випадковий, оскільки вона дозволяє органічно поєднати математичні знання (симетрія, перетворення площини, геометричні фігури) з технологічними аспектами, демонструючи практичне застосування геометрії у дизайні та культурі. Мета цієї розробки — показати, як, використовуючи принципи проєктного навчання та цифрові інструменти, можна перетворити традиційний урок на інтегроване дослідження, що стимулює креативність, розвиває просторове мислення та формує ключові компетентності НУШ. Розглянемо структуру уроку, його етапи, необхідні ресурси та очікувані результати.

План заняття «Геометрія орнаменту»

Назва теми в якій використовується (геометрія): Геометричні перетворення.

Вікова категорія: 9 клас.

Навчальні предмети: геометрія, технології (інформатика, трудове навчання, креслення, комп'ютерна графіка, мистецтво, мова і література, історія України.

Актуальність та мета: практичне застосування рухів (симетрії, паралельного перенесення, повороту) для виконання українського орнаменту; дослідження особливостей орнаментів і виявлення видів геометричних перетворень; створення колекцій орнаментів, власних зразків, у тому числі з використанням системи динамічної математики, створення вишивок; різьблення дощечок та ін.

Обладнання: програмне забезпечення GeoGebra, креслярські інструменти.

Термін виконання: 2-4 тижні.

Умови проведення: учасники працюють в групах, досліджують та розробляють зразки орнаментів. Практичним результатом втілення проєкту може стати колекція створених орнаментів, зроблена вишивка, виготовлені сумка для покупок – шопер; друкована реклама тощо.

Хід роботи.

Створення орнаментів тісно пов'язане з використанням симетричних фігур, потребує виконання геометричних перетворень. А.С. Гурська цитує німецького математика і філософа Германа Вейля: «Мистецтво орнаменту містить у неявному вигляді найдавнішу частину відомої нам вищої математики [4]. Навчальний проєкт спрямований на комплексне дослідження орнаменту як соціокультурного та математичного феномену, що охоплює аналіз його генезису від найдавніших часів до сучасності. Дослідницька діяльність передбачає вивчення етнографічних особливостей декоративного мистецтва, зокрема орнаментики Трипільської культури, регіональних вишивок та сімейних реліквій, що дозволяє ідентифікувати специфічні символічні коди та мистецькі традиції різних народів. Такий підхід забезпечує формування цілісного уявлення про орнамент як засіб трансляції культурної пам'яті через призму історичної ретроспективи.

Математична складова проєкту базується на використанні алгоритмів геометричних перетворень площини, включаючи паралельне перенесення, осьову та центральну симетрії, повороти та перетворення подібності. Застосування цифрових інструментів та систем динамічного моделювання дозволяє автоматизувати процес створення складних орнаментальних композицій, забезпечуючи високу точність побудови та візуалізацію складних рухів. Результатом проєктної діяльності є розробка авторських орнаментальних структур, де теоретичне обґрунтування математичних ізометрій поєднується з інноваційними методами комп'ютерного дизайну, що відповідає ключовим завданням STEM-освіти.

Учасники мають набути навичок створення математичних моделей реально існуючих об'єктів та застосування математичного апарату для розв'язання прикладної задачі. Ознайомляться з різними видами українських орнаментів, які притаманні різним регіонам України. Також вони навчатися виконувати вимірювання кутів повороту на малюнку і його симетричне відображення для отримання неповторного українського орнаменту. Реалізація проєкту передбачає застосування диференційованого підходу до навчання через

використання ілюстративних матеріалів підвищеного рівня складності для учнів із поглибленим інтересом до математичних дисциплін, що інтегрується з науковим аналізом семіотики української вишиванки та подальшим моделюванням авторських узорів. Діяльність учасників спрямована на створення комплексних продуктів, що охоплюють розробку тематичних бюлетенів, веб сторінок із мультимедійним наповненням та презентаційних матеріалів, забезпечуючи при цьому інтенсивне формування навичок командної взаємодії, розвиток медіа компетенцій та здатності до структурування результатів дослідницького пошуку.

У межах STEM-підходу освітні цілі проєкту спрямовані на те, щоб учні навчилися сприймати геометричні перетворення як прикладні алгоритми для моделювання. Учасники опановують поняття осьової та центральної симетрії, повороту та паралельного перенесення, розглядаючи їх як способи створення повторюваних модулів у складних конструкціях. Розуміння властивостей переміщення дозволяє не лише описувати абстрактні фігури, а й створювати збалансовані математичні моделі, що мають задані параметри стійкості та точності.

Практична складова проєкту передбачає розвиток навичок графічного відтворення змінених фігур та їх ідентифікації на складних інженерних кресленнях. Учні вчаться обґрунтовувати рівність і симетричність частин об'єкта, що є критично важливим для перевірки надійності споруд та аналізу технічних схем. Застосування геометричних закономірностей для розв'язання практичних задач дозволяє ефективно використовувати математичний апарат у дизайні, цифровій візуалізації та при створенні, наприклад, власного дизайну вишиванки.

Очікуваними результатами реалізації STEM-проєкту «Гармонія орнаменту» є комплексне формування предметних та міжпредметних компетентностей, що забезпечують здатність здобувачів освіти до синтезу математичних знань, технологічних навичок та інноваційної діяльності.

У результаті виконання проєкту учасники опановують здатність описувати та практично відтворювати перетворення руху на площині, здійснюючи побудову геометричних фігур, що є образами вихідних об'єктів. Важливим показником успішності є вміння ідентифікувати центр та вісь симетрії у предметах навколишнього світу, зокрема в орнаментах, архітектурі, мистецтві та природних формах. Здобувачі освіти набувають навичок декомпозиції складних об'єктів та створення власних композицій через послідовне застосування кількох видів перетворень, що дозволяє виявляти математичні закономірності в традиційній українській вишивці.

Дана проєктна діяльність забезпечує розвиток навичок ефективного пошуку та критичного оцінювання відомостей із використанням сучасних комп'ютерних технологій. Учасники використовують цифрові засоби як інструмент для спілкування, організації досліджень та управління даними, що є необхідним для успішного функціонування в сучасному суспільстві знань. Крім того, формується базове розуміння етичних та правових аспектів, пов'язаних із доступом до інформації та її коректним використанням у межах наукового пошуку.

Процес реалізації проєкту також сприяє становленню навичок командної взаємодії, самоспрямування та здатності приймати комплексні рішення в умовах багатозадачності. Учасники навчаються формулювати запитання для прояснення різних позицій, а також аналізувати й синтезувати відомості для розв'язання практичних проблем. Ключовим результатом є готовність до роботи над творчими ідеями, що забезпечують інноваційний внесок у досліджувану галузь, та вміння презентувати власні досягнення за допомогою різноманітних мультимедійних засобів в усній та письмовій формах.

Етапи роботи над проєктом.

I етап – підготовчий.

Учні обирають та наповнюють цифрову платформу (Google Drive, Goggle Sheets, Miro тощо) де буде міститись вся інформація стосовно роботи над проєктом: джерела та інтернет-ресурси. Визначаються основні терміни та

поняття дослідження, встановлюються ролі в команді та часові рамки виконання завдань. За потреби проводиться вхідне опитування для оцінки готовності до виконання STEM-завдань. Учасникам, яким бракує навичок роботи з цифровими ресурсами, надається додаткова практична допомога. Оцінюються вміння здійснювати евристичний пошук, систематизацію та документування мережевих даних із суворим дотриманням принципів академічної доброчесності та законодавства про авторське право. Перевіряється рівень володіння інструментами MS Office, хмарними сервісами Google та платформами для побудови сайтів і блогів, що є необхідним для презентації результатів.

II етап – мотиваційний.

Другий етап реалізації проєкту «Геометрія орнаменту», який є мотиваційним і триває протягом першого тижня, спрямований на залучення учасників до активного дослідницького процесу та структурування подальшої діяльності. На початку взаємодії перед учнями ставиться ключове світоглядне питання про те, що саме є об'єднуючим фактором для спільноти. Під час цього обговорення виокремлюються потенційні напрями для збору даних, аналізуються та оцінюються всі пропозиції, що висуваються суб'єктами навчання. Керівник презентує систему основних тематичних та змістових питань, що дозволяє аудиторії чітко усвідомити мету роботи та оцінити практичну значущість геометричних перетворень для аналізу етнокультурних об'єктів.

Для систематизації наявного досвіду учасники використовують рефлексивний інструментарій, зокрема таблицю «Знаю — Хочу дізнатися — Дізнався» (З-Х-Д) (Додаток Б). На даному етапі заповнюються перші дві колонки, що допомагає кожному усвідомити рівень власних знань з теми «Геометрія орнаменту» та визначити пізнавальні дефіцити. Додатково застосовуються графічні схеми для візуалізації попередньої підготовки, що є основою для подальшого STEM-моделювання. Після завершення діагностичної фази відбувається формування чотирьох робочих груп, кожна з яких обирає

специфічну тему для дослідження та визначає оптимальний спосіб представлення фінального результату.

Учасники актуалізують знання про етапи наукового пошуку, фокусуючись на дослідженні відмінностей між орнаментами різних регіонів України - кожна команда досліджує один регіон. Для забезпечення безперервної рефлексії та оперативної взаємодії вчитель організовує роботу в обраному середовищі проекту (I етап). Моніторинг просування кожної групи здійснюється за допомогою загальнодоступної онлайн-таблиці, що відображає динаміку виконання дослідницьких завдань у режимі реального часу.

Оскільки робота передбачає інтенсивне використання мережевих ресурсів, особлива увага приділяється формуванню навичок критичного оцінювання інтернет-джерел. Проводиться спеціалізоване заняття за матеріалами презентації «Пошук відомостей у мережі Інтернет», де розглядаються критерії верифікації даних. Обов'язковим елементом підготовки є доповідь, присвячена авторському праву, що закладає фундамент академічної доброчесності та етичного поводження з цифровими активами під час створення власних проєктних продуктів.

Процес управління проєктом базується на диференційованому підході до оцінювання та підтримці високого рівня автономії учасників. Керівники груп отримують контрольні листи для моніторингу навичок спільної діяльності, що дозволяє об'єктивно визначити внесок кожного члена команди. Вчитель пропонує спеціальні форми для самостійного оцінювання робочого процесу, що стимулює розвиток самоспрямування у навчанні. Завершується етап детальним обговоренням критеріїв оцінювання кінцевого продукту, що допомагає учням відстежувати власний прогрес та забезпечує відповідність результатів проєкту очікуваним стандартам якості.

Зразок таблиці З-Х-Д знаходиться в додатку Б.

Учням також оголошуються критерії оцінювання роботи, які є так званим контрольним листом для учнів при покладанні завдань (Додаток В)

III етап - конструктивний.

Третій конструктивний етап проєкту присвячений безпосередній реалізації дослідницьких планів та створенню фінальних продуктів. Наставник забезпечує методичний супровід через надання контрольних списків для оцінювання (Додаток В), що дозволяє учням самостійно планувати роботу та моніторити власний прогрес. Перед початком активної фази проводиться детальне обговорення цих критеріїв із лідерами груп для однозначного розуміння вимог до результатів праці. Упродовж усього періоду підтримується режим постійної рефлексії, індивідуальних консультацій та взаємного оцінювання. Вчитель виступає у ролі фасилітатора, застосовуючи стратегії диференційованого підходу для підтримки як обдарованих осіб, так і учнів із особливими освітніми потребами.

Третій тиждень роботи фокусується на активному пошуку інформації та розробці детальних планів діяльності. Учасники самостійно визначають оптимальні формати представлення своїх досліджень та наповнюють контентом цифрове середовище, що сприяє розвитку їхньої автономності. Вчитель проводить регулярні коригувальні сесії з кожною групою, надаючи рекомендації щодо глибини опрацювання тематичних питань. Протягом третього та четвертого тижнів робота переходить у позаурочну площину, де відбувається синтез зібраних даних у формі презентацій, публікацій або вебсторінок. Цей період вимагає від учнів високого рівня концентрації та вміння самостійно організовувати робочий час для досягнення поставлених цілей.

Розподіл обов'язків між чотирма спеціалізованими групами дозволяє забезпечити багатогранність дослідження гармонії орнаменту. Група «Істориків» аналізує історичне коріння української орнаментики, її семантичне наповнення та регіональні особливості вишивки рушників, документуючи геометричні перетворення у тематичних публікаціях на сайтах чи блогах. «Математики» зосереджуються на теоретичному обґрунтуванні властивостей рухів площини, готуючи аналітичні повідомлення з використанням мультимедійних та відеоматеріалів про вишивання та колористику. Діяльність «Дизайнерів» спрямована на практичне опанування систем динамічної геометрії GeoGebra, для

модельовання орнаментів та аналізу конструктивних особливостей народного одягу. Група «Вишивальниць» досліджує феномен орнаменту та організовує колективний процес створення власного виробу, інтегруючи традиційні елементи в сучасний контекст. Спільним для всіх учасників завданням є застосування математичного апарату симетрії, повороту та паралельного перенесення для розв'язання прикладних задач.

П'ятий тиждень присвячений завершенню робіт та підготовці до публічного захисту. Учасники використовують підсумкові критерії оцінювання для самоперевірки та корекції виявлених недоліків, подаючи при цьому листи контролю спільної діяльності. Перед офіційним захистом організовується процес перехресного взаємооцінювання через хмарні сервіси, зокрема Google Диск, де учні аналізують продукти колег та надають конструктивний зворотний зв'язок. Завершальним етапом є презентація результатів проєктної діяльності, де оцінювання здійснюється за чітко визначеними параметрами. Це дозволяє об'єктивно визначити рівень досягнення поставлених цілей та якість створених мультимедійних звітів, що демонструють успішне засвоєння теми.

IV етап - захист робіт.

Завершальний четвертий етап STEM-проєкту «Гармонія орнаменту» присвячений захисту результатів та комплексному аналізу досягнень учасників. Основним інструментом рефлексії на цьому етапі виступає заповнення третьої колонки таблиці З-Х-Д («Дізнався»), де учні фіксують здобуті знання та порівнюють їх із попередніми очікуваннями. Спільне обговорення результатів дозволяє учасникам та викладачу об'єктивно оцінити відповідність виконаної роботи поставленим завданням. Підсумковий контроль може включати письмову роботу для перевірки теоретичної бази, після чого проводиться виставлення загальних балів за участь у проєкті.

Розвиток ключових компетентностей та навичок у процесі роботи над проєктом учасники набувають життєво важливих компетентностей, визначених законодавством України, зокрема математичної, інформаційно-комунікаційної та культурної грамотності. Дослідження орнаментів сприяє розвитку

інноваційності та здатності навчатися впродовж життя, водночас вдосконалюючи навички вільного володіння державною мовою під час презентації результатів. Крім предметних знань, учні опановують наскрізні вміння: критичне та системне мислення, здатність логічно обґрунтовувати свою позицію, ініціативність та творчий підхід до вирішення проблем. Особлива увага приділяється вмінню працювати в команді, приймати виважені рішення та конструктивно керувати власними емоціями під час групової взаємодії.

Використання STEM-стратегії дозволяє трансформувати вивчення геометрії у цікавий практичний процес завдяки поєднанню науки, технологій, інженерії та обчислень. Через математичні практикуми дослідницького характеру та демонстрацію експериментів учні глибше засвоюють складні поняття, розвиваючи мотиваційний та когнітивний складники своєї компетентності. Застосування мобільних технологій та цифрових інструментів для створення орнаментів допомагає не лише розв'язувати стандартні задачі, а й бачити математичні закономірності у реальному світі. Завершується проєкт узагальнюючим обговоренням ключового питання та глибокою рефлексією, що готує учасників до успішної участі у майбутніх дослідницьких ініціативах.



Мал.8. Приклад орнаменту

2.3. ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ НА УРОКАХ ГЕОМЕТРІЇ

Експериментальне дослідження підвищення ефективності використання цифрових інструментів та технологій STEM навчання для підвищення якості знань учнів на основі застосованих інноваційних технологій.

Аналіз результатів дослідження.

Під час вивчення програмного матеріалу у 9 класі нами активно застосовувалися інтегровані проєкти у кінці вивчення кожного розділу. Такий підхід зумовлений потребою реформи освіти, де формування компетентностей має пріоритетне значення. З метою ефективного засвоєння програмного матеріалу активно застосовувалися інноваційні техноогії, зокрема метод проєктного навчання та інтегровані уроки.

Так за розділом «Рух. Геометричні перетворення» у 9 класі нами було проведено інтегрований проєкт «Гармонія орнаменту» з вивченої теми «Геометричні перетворення» з метою перевірки рівнів сформованої математичної компетентності. Рівень засвоєння матеріалу та формування практичних навичок був оцінений за результатами діагностувальних робіт.

Проєкт «Гармонія орнаментів» також був інтегрованим, об'єднавши математику, українську мову, історію України, дизайн, інформатику та комп'ютерну графіку, Проєкт мав на меті сформувати у здобувачів освіти розуміння принципів геометричної побудови та композиційної цілісності структур орнаменту. Основною ідеєю дослідження було допомогти учням усвідомити алгоритми створення візерунків, навчитися правильно обирати базові модулі та застосовувати геометричні перетворення для забезпечення естетичної гармонії та математичної точності об'єктів.

Математична частина проєкту зосереджувалася на вивченні властивостей перетворень руху та подібності на площині, зокрема використанні трикутників як фундаментальних елементів для генерації складних композицій.

Математичною метою проєкту було застосування знань із геометрії в реальних дослідницьких ситуаціях, таких як аналіз симетрії в етнографічних зразках, моделювання ритмічних повторів у декоративному мистецтві та визначення параметрів гомотетії в архітектурних формах. Учні повинні були на

практиці опанувати навички роботи з геометричними перетвореннями трикутників при розробці авторських орнаментальних рапортів та навчитися поєднувати різні види рухів — осьову симетрію, поворот та паралельне перенесення — для створення цілісного графічного продукту.

Основні математичні завдання включали:

- дослідження інваріантних властивостей трикутних фігур при використанні різних видів ізометрій;
- алгоритмізацію процесу побудови складних орнаментальних сіток на основі базового трикутного модуля;
- математичний аналіз традиційних українських орнаментів з метою ідентифікації типів використаних перетворень;
- застосування систем динамічної геометрії для точної візуалізації, масштабування та верифікації створених геометричних моделей.

Особливості проєкту «Гармонія орнаменту» полягають у глибокій міжпредметній інтеграції, що поєднує математичний апарат геометрії, етнографічні дослідження та сучасні інформаційно-комунікаційні технології. Проєкт базується на STEM-стратегії, де орнамент розглядається не лише як естетичний об'єкт, а як складна математична модель, побудована на основі алгоритмів симетрії, повороту, паралельного перенесення та гомотетії. Характерною рисою є високий рівень цифровізації освітнього процесу, що передбачає використання спеціалізованого програмного забезпечення, як-от GeoGebra, для віртуального моделювання традиційних візерунків. Проєкт забезпечує диференційований підхід, пропонуючи завдання різного рівня складності для теоретиків, дизайнерів та практиків, що сприяє індивідуалізації навчання та активному залученню кожного учасника до командної взаємодії.

Практичне значення проєкту виявляється у формуванні цілісної системи математичних компетентностей через їх аплікацію в реальних життєвих та культурних контекстах. Учасники переходять від наочно-індуктивного рівня пізнання до побудови абстрактних схем, що дозволяє глибше засвоїти властивості геометричних фігур та їх перетворень. Проєкт має вагомий виховний

аспект, оскільки вивчення семантики української вишивки та орнаментів Трипільської культури сприяє збереженню національної ідентичності та культурного коду. Реалізація практичних завдань, зокрема створення «Української вишиванки» та цифрових інформаційних ресурсів, дозволяє здобувачам освіти опанувати навички 21 століття: критичне мислення, медіаграмотність, здатність до самоспрямування та ефективної комунікації в цифровому середовищі. Результати дослідження мають прикладну цінність для подальшої інженерно-проектної діяльності та дизайну, демонструючи універсальність математичних законів у матеріальному світі.

- Емпірична верифікація геометричної жорсткості та деформаційної стійкості: Учасники здійснюють натурне моделювання многокутників із дерев'яних планок для експериментального підтвердження інваріантності кутів трикутника при фіксованих довжинах сторін та порівняння цього показника із чотирикутними структурами.

- Теоретико-аналітичне дослідження етнокультурної семантики: Проводиться системний аналіз історичного походження українських орнаментів, вивчення семантичного наповнення символіки Трипільської культури та ідентифікація геометричних перетворень у регіональних вишивках.

- Алгоритмізація геометричних перетворень у цифровому середовищі: Здійснюється розробка складних орнаментальних композицій на основі трикутних модулів із використанням осрової симетрії, поворотів, гомотетії та паралельного перенесення в системі динамічної геометрії GeoGebra.

- Інтегроване розв'язання прикладних задач обчислювального характеру: Реалізується модуль прикладних розрахунків, де математичний апарат, зокрема операції з десятковими дробами, застосовується для визначення параметрів об'єктів у контексті реальних життєвих ситуацій, наприклад, при розрахунку енергетичної цінності інгредієнтів.

- Проєктування та створення кінцевого продукту «Українська вишиванка»: Учасники інтегрують результати індивідуального моделювання

геометричних рухів у цілісний об'єкт, використовуючи елементи традиційного орнаменту для відображення концепції національної єдності.

- Цифрова презентація та рефлексивний аналіз результатів: Формується мультимедійне портфоліо та вебсайт проєкту, що супроводжується фінальним заповненням рефлексивної таблиці З-Х-Д для порівняння очікуваних та досягнутих освітніх результатів.

Діагностувальна робота була проведена після захисту проєктів, де учні мали можливість продемонструвати свої знання з теми «Рух. Геометричні перетворення». Рівні сформованості компетентностей наведено в таблиці 1.

Рівні сформованості компетенцій

Таблиця 1

Рівні	К-сть учнів	Рівень засвоєння теоретичних знань (%)	Кількість учнів	Рівень сформованості практичних навичок (%)
Високий	5	33,30%	6	40%
Середній	8	53,30%	7	46,70%
Низький	2	13,40%	2	13,30%
Всього:	15	100%	15	100%

Нами було проведено діагностувальну роботу з теми «Геометричні перетворення» у 9 класі (Додаток Г). Результати дослідження свідчать про те, що в межах проєкту «Гармонія орнаменту» більшість здобувачів освіти володіють середнім рівнем теоретичних знань та відповідними практичними навичками.

Зокрема, показники сформованості теоретичних знань розподілилися наступним чином: високий рівень продемонстрували 33,3% здобувачів освіти, середній — 53,3%, низький — 13,4%. Такий розподіл результатів підтверджує наявність у більшості дев'ятикласників ґрунтовної теоретичної бази з предмета. Враховуючи низьку питому вагу показників відповідного рівня, загальний стан засвоєння навчального матеріалу щодо математичних алгоритмів побудови орнаментів вважається позитивним.

Щодо практичних навичок застосування геометричних перетворень для моделювання візерунків, високий рівень зафіксовано у 40% учнів, середній — у 46,7%, низький — у 13,3%.

Отже, використання інноваційних освітніх стратегій, таких як індивідуальна освітня траєкторія, перевернуте навчання та впровадження інтегрованих проєктів у дев'ятому класі, є ефективним інструментом формування математичних компетентностей здобувачів освіти. Зазначений підхід дозволяє вчителю здійснювати системний моніторинг діяльності учнів із менш стійкими результатами успішності. Педагог отримує можливість реалізувати індивідуальну роботу з кожним із таких учнів, зокрема через опрацювання прогалин у знаннях програмного матеріалу з геометрії за персоналізованим планом.

Узагальнюючи результати впровадження STEM-стратегій у межах проєкту «Гармонія орнаменту», слід констатувати, що системне поєднання натурного моделювання та цифрових інструментів детермінує суттєве підвищення якості знань учнів. Експериментальне дослідження деформаційної стійкості геометричних фігур через фізичне конструювання створює необхідний емпіричний базис для розуміння інваріантності властивостей трикутника. Застосування інтегрованих проєктів на завершальних етапах вивчення розділів програмного матеріалу забезпечує перехід від репродуктивного відтворення знань до їхнього творчого та прикладного використання.

Ефективність обраної методики верифікується позитивною динамікою сформованості математичних компетентностей здобувачів освіти. Використання інноваційних технологій, зокрема перевернутого навчання та індивідуальних освітніх траєкторій, дозволяє педагогу здійснювати адресну корекцію знань та ефективно опрацьовувати прогалини в підготовці учнів із різним рівнем успішності. Статистичні показники підтверджують результативність такого підходу: 40% учасників досягли високого рівня володіння практичними навичками, а 46,7% продемонстрували стійкий середній рівень.

Результати діагностувальних робіт свідчать, що 33,3% здобувачів освіти опанували теоретичний матеріал на високому рівні, що у поєднанні з високими показниками практичної діяльності дає підстави вважати загальний рівень засвоєння матеріалу позитивним. Синергія математичного аналізу, цифрового моделювання у системах GeoGebra та вивчення етнокультурних контекстів не лише оптимізує когнітивний складник навчання, а й сприяє формуванню наскрізних навичок: критичного мислення, здатності до самоспрямування та командної взаємодії. Таким чином, інтегроване освітнє середовище, побудоване на засадах STEM-освіти, постає дієвим інструментом підвищення якості математичної підготовки в умовах сучасної реформи освіти.

ВИСНОВКИ ДО II РОЗДІЛУ

Реалізація STEM-підходу у процесі вивчення властивостей трикутників забезпечує перехід від емпіричного пізнання до формування стійких абстрактно-логічних схем. Практичні дослідження, що базуються на моделюванні жорсткості геометричних фігур за допомогою фізичних інструментів, створюють первинний базис для розуміння аксіоматичних властивостей трикутника. Подальша інтеграція теоретичних знань у межах проєктної діяльності дозволяє учням застосовувати математичні алгоритми, зокрема симетрію, поворот та гомотетію, для розв'язання прикладних завдань.

Використання систем динамічної математики, таких як GeoGebra, виступає каталізатором глибокого засвоєння матеріалу, забезпечуючи високу точність візуалізації та можливість безперервної варіації параметрів у режимі реального часу.

Аналіз результатів впровадження інтегрованих проєктів підтверджує високу ефективність цифрових інструментів та STEM-технологій у підвищенні якості знань здобувачів освіти. У підсумку такий методичний підхід сприяє комплексному розвитку ключових компетентностей, включаючи математичну грамотність, інноваційність та цифрову культуру, що є критично важливим для успішної життєдіяльності в сучасному суспільстві.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі здійснено теоретичне узагальнення та запропоновано вирішення науково-методичної проблеми підвищення якості навчання геометрії в основній школі. У ході дослідження було підтверджено, що традиційна репродуктивна модель викладання математики поступово втрачає ефективність в умовах цифровізації суспільства та демонструє зниження пізнавального інтересу учнів. Встановлено, що інтеграція STEM-підходу у навчальний процес є дієвим інструментом для реалізації компетентнісного підходу, який лежить в основі реформи «Нова українська школа».

На основі аналізу концептуальних засад НУШ з'ясовано, що сучасний урок математики має трансформуватися з процесу передачі готових знань у процес їх самостійного здобуття через дослідження та вирішення практичних проблем. Визначено, що STEM-освіта базується на принципах міждисциплінарності, проєктної діяльності та практичної спрямованості. Такий підхід дозволяє учням не лише засвоїти теоретичні аксіоми та теореми, а й зрозуміти їх прикладне значення в інженерії, архітектурі та ІТ-сфері, що сприяє формуванню цілісної наукової картини світу.

У роботі обґрунтовано методичні підходи до вивчення теми «Трикутники», яка є фундаментальною для шкільного курсу геометрії. Доведено, що розгляд трикутника не як абстрактної фігури, а як жорсткої конструкції, що використовується в будівництві мостів, перекриттів та дизайні, дозволяє суттєво підвищити мотивацію учнів. Систематизовано цифрові інструменти (динамічні геометричні середовища, онлайн-платформи для тестування), використання яких робить геометричні поняття наочними та доступними для дослідження.

Вагомим практичним здобутком дослідження стала розробка методичного забезпечення для STEM-уроку з теми «Трикутники». Запропонований сценарій уроку та комплекс інтегрованих завдань демонструють, як можна поєднати математичні розрахунки з елементами конструювання та творчості. Це дозволяє розвивати в учнів не лише математичну компетентність, але й критичне

мислення, навички командної роботи та креативність, що повністю відповідає вимогам Державного стандарту базової середньої освіти.

Окрему увагу в роботі приділено впровадженню цифрових технологій як невід'ємної складової STEM-навчання. Використання комп'ютерного моделювання для вивчення властивостей трикутників надає можливість проводити віртуальні експерименти, перевіряти гіпотези та візуалізувати складні залежності. Це сприяє глибшому розумінню матеріалу та формуванню стійких знань, які учні можуть застосовувати у нових, нестандартних ситуаціях.

Результати перевірки ефективності запропонованої методики засвідчили позитивну динаміку у ставленні учнів до вивчення геометрії. Впровадження елементів STEM-освіти сприяло підвищенню пізнавальної активності школярів, покращенню розуміння геометричного матеріалу та зростанню рівня навчальних досягнень. Учні продемонстрували вищу здатність до аналізу та синтезу інформації, а також готовність розв'язувати прикладні задачі.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що реалізація STEM-підходу під час вивчення розділу «Трикутники» є перспективним напрямом удосконалення математичної освіти в НУШ. Розроблені методичні матеріали мають практичну цінність і можуть бути використані вчителями математики для модернізації навчального процесу, що в кінцевому результаті сприятиме підвищенню якості знань та підготовці конкурентоспроможних випускників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Концептуальні засади реформування середньої школи «Нова українська школа» : сайт. URL: <http://mon.gov.ua/activity/education/zagalna-serednya/ua-sch-2016/konczepczyia.html> (дата звернення: 18.12.2025).
2. Бурда М., Тарасенкова Н., Васильєва Д., Вашуленко О. Концепція математичної освіти 12-річної школи : (проект). Київ, 2016.
3. Marín Garcés J., Veiga Almagro C., Lunghi G., Di Castro M., Buonocore L. R., Marín Prades R., Masi A. MiniCERNBot educational platform: Antimatter factory mock-up missions for problem-solving STEM learning. *Sensors*. 2021. Vol. 21, no. 4. Art. 1398. DOI: <https://doi.org/10.3390/s21041398>.
4. de Roock R. S., & Baildon, M. (2020). MySkillsFuture for students, STEM learning, and the design of neoliberal citizenship in Singapore. In *STEM and the Social Good* (pp. 9-29). Routledge.
5. Semenikhina O., Proshkin V., Drushlyak M. Mathematical knowledge control automation within dynamic mathematics programs. *E-learning and STEM Education / sci. ed.* Eugenia Smyrnova-Trybulska. Katowice–Cieszyn, 2019. P. 571–586.
6. Гурська А. С. Мова та грамати́ка українського орнаменту : навч.-метод. посіб. Київ : Альтернативи, 2003. 144 с.
7. Мерзляк А. Г., Полонський В. Б., Якір М. С. Геометрія : підруч. для 7-го кл. закл. заг. серед. освіти. Харків : Гімназія, 2024. 208 с.
8. Мерзляк А. Г., Полонський В. Б., Якір М. С. Геометрія : підруч. для 8-го кл. закл. заг. серед. освіти. Харків : Гімназія, 2024. 224 с.
9. Мерзляк А. Г., Полонський В. Б., Якір М. С. Геометрія : підруч. для 9-го кл. закл. заг. серед. освіти. Харків : Гімназія, 2025. 240 с.
10. Крамаренко Т. Г., Пилипенко О. С. Математика в STEMі : навч.-метод. посіб. Кривий Ріг : Криворізький держ. пед. ун-т, 2023. 274 с.
11. Півторак А. А. Використання ІКТ при вивченні математики. Педагогічний дизайн : навч.-метод. посіб. Вінниця : ММК, 2015. 74 с.

12. Використання елементів STEM-освіти на уроках математики : збірник матеріалів роботи творчої групи викладачів математики. Рівне : НМЦ ПТО, 2019. 95 с.
13. Коваленко О. STEM-освіта: досвід упровадження в країнах ЄС та США / О. Коваленко, О. Сапрунова // Рідна школа. 2016. № 4. С. 46–49.
14. Збірник матеріалів «STEM-школа – 2021» / уклад. Н. І. Гущина, І. П. Василяшко, О. О. Патрикєєва, О. В. Коршунова, Л. Г. Булавська. Київ : Видавничий дім «Освіта», 2021. 155 с.
15. Пилипенко О. С. Можливості навчального сервісу WordWall / О. С. Пилипенко // Актуальні аспекти розвитку STEM-освіти у навчанні природничо-математичних дисциплін : зб. матеріалів IV Міжнар. наук.-практ. конф., Кропивницький, 12–13 травня 2021 р. Кропивницький, 2021. С. 155–158.
16. Крамаренко Т. Г. Інноваційні інформаційно-комунікаційні технології навчання математики : навч. посіб. / Т. Г. Крамаренко, В. В. Корольський, С. О. Семеріков, С. В. Шокалюк ; наук. ред. М. І. Жалдак. 2-ге вид., перероб. і доп. Кривий Ріг : Криворізький державний педагогічний університет, 2019. 444 с.
17. Титаренко Н. Є., Муртазієв Е. Г. Застосування GeoGebra на уроках геометрії. Новітні засоби навчання: проблеми впровадження та стандартизації : зб. наук. пр. Київ, 2019. С. 279–282.
18. Ніколаєнко М. С., Синько Л. С. Використання програмного засобу GeoGebra на уроках математики. Електронні інформаційні ресурси: створення, використання, доступ : зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., Вінниця, 2016 р. / Вінниц. нац. техн. ун-т. Вінниця : ВНТУ, 2016. С. 291–302.
19. GeoGebra. «Interactive Mathematics Software».2025. URL: <https://www.geogebra.org>
20. WordWall [Електронний ресурс] : сервіс для створення навчальних ігор та вікторин. [Б. м.], 2025. URL: <https://wordwall.net/>
21. Беседін Б. Організація проєктної діяльності на уроках математики як спосіб розвитку пізнавальної компетентності учнів / Б. Беседін, А. Кириченко // Гуманізація навчально-виховного процесу. 2021. № 1 (100). С. 98–108.

22. Ільїна О. Використання технології проектного навчання в Новій українській школі / О. Ільїна // *Acta Paedagogica Volynienses*. 2021. № 3. С. 63–68.

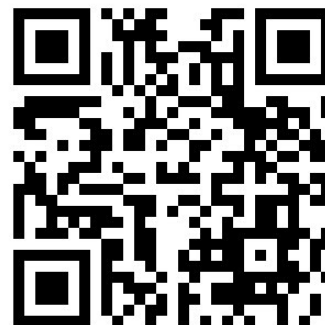
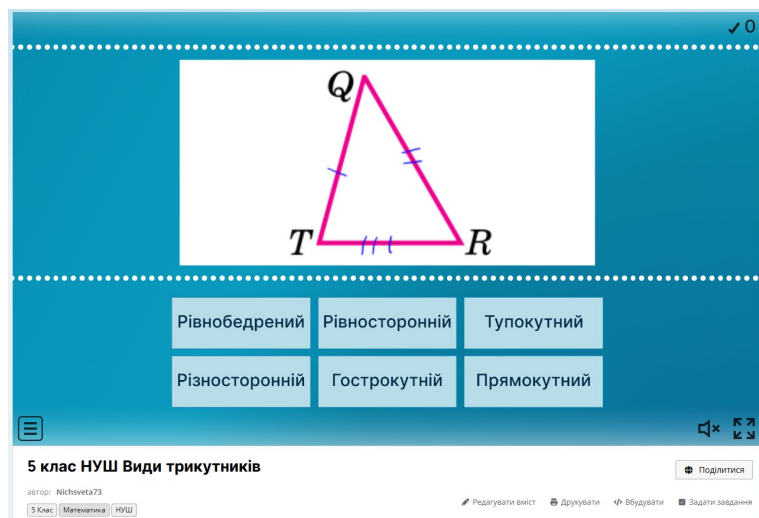
23. Теорія і практика проектного навчання у професійно-технічних навчальних закладах : монографія / В. М. Аніщенко, М. В. Артюшина, Т. М. Герлянд, Н. В. Кулалаєва, Г. М. Романова, М. М. Шимановський та ін. ; за заг. ред. Н. В. Кулалаєвої. Житомир : Полісся, 2019. 208 с.

24. Степанюк А. В. Метод проєктів як засіб реалізації STEM-освіти / А. В. Степанюк, О.-Д. І. Лакоташ // *Innovations and Prospects in Modern Science : Proceedings of VI International Scientific and Practical Conference (Stockholm, Sweden, 5–7 June 2023)*. Stockholm, 2023. С. 354–360.

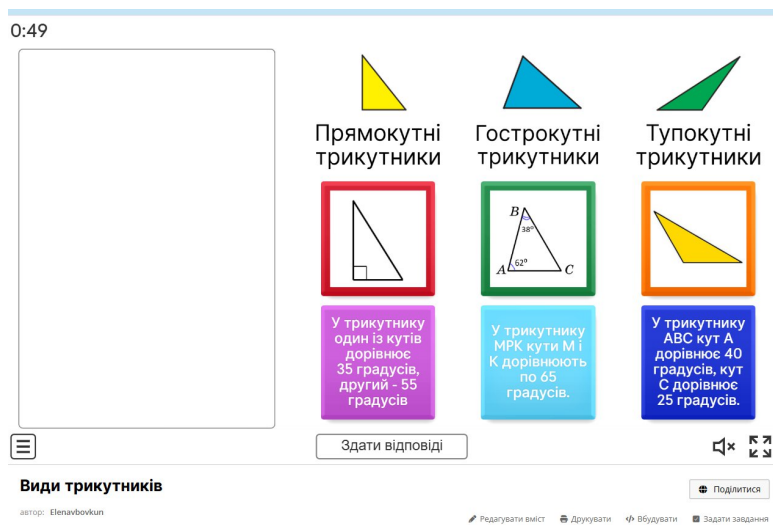
ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

1.

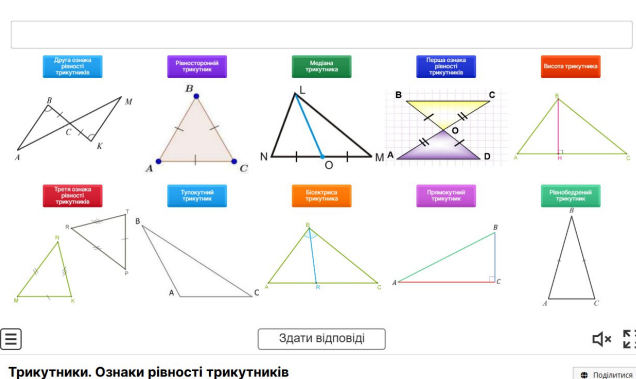


Мал.А1. Тест на визначення видів трикутників



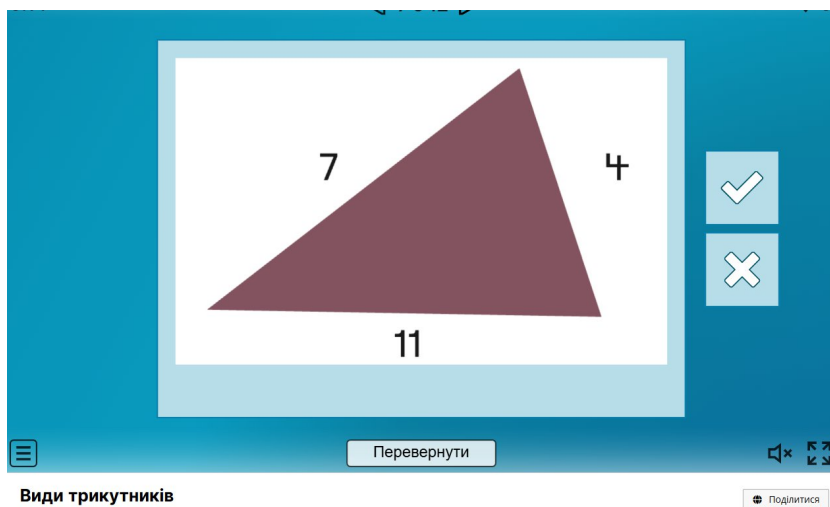
2.

Мал.А2. Тест на визначення видів трикутників



3.

Мал.А3. Тест на ознаки рівності трикутників



4. Види трикутників



Мал.А4. Тест на знання нерівності трикутника



5. Подібність трикутників



Мал.А5. Тест на використання подібності трикутників

ДОДАТОК Б

Таблиця «Знаю-хочу дізнатись-дізнався»

Дізнався	Хочу дізнатися (учнем з презентації вчителя, плану вивчення виписуються основні питання)	Знаю (дати відповідь на кілька питань вхідного опитування, продовжити речення)
	1. Як створюють орнаменти вишиваних рушників? 2. Що це за «Українська вишиванка?»	1. Центральну симетрію (відносно точки()) я розумію так:.. 2. Центральносиметричні - це такі точки 3. Прикладами фігур, що мають симетрію відносно точки є: 4. Симетрію відносно прямої я розумію так:

Критерії оцінювання

	Недостатньо (0-5 балів)	Потрібно доробити (6-10 балів)	Добре (11-15 балів)	Зразково (16-20 балів)
ЗМІСТ 1 Історична чи біографічна інформація (20 балів максимум)	Не чітко видні знання з теми. Інформація невірна, або такої інформації зовсім немає.	Деякі підтвердження, що наведено точну інформацію. Дослідження не показує, що використано більше ніж одне джерело.	Чітко підтверджено, що інформація точна. Використано більше ніж одне джерело.	Інформація подана чітко та привабливо. Використано більше ніж одне джерело.
ЗМІСТ 2 Геометричні побудови (20 балів максимум)	Розуміння матеріалу з геометрії не очевидні. Пояснення плутані, не зовсім вірні, чи помилкові.	Деяке розуміння матеріалу з геометрії. Частина пояснень має помилки чи неточності.	Показує розуміння теми з геометрії. Чітке пояснення питань теми.	Показує розуміння теми з геометрії. Дає повне і чітке пояснення всіх важливих елементів теми.
ЗМІСТ 3 Обговорення майбутнього використання (20 балів максимум)	Немає обговорення.	Обговорюються принаймні 2 способи використання Обговорення має сенс	Обговорюються принаймні 3 способи використання Обговорення зрозуміле та чітке і виразне.	Обговорюються принаймні 4 способи використання Обговорення чітке і виразне, суттєве.
ЕЛЕМЕНТИ ДИЗАЙНУ (20 балів максимум)	Ніяких ознак планування чіткої, різноманітної презентації.	Деякі ознаки планування чіткої, різноманітної презентації. Слайди легко зрозуміти.	Явні ознаки планування чіткої, різноманітної презентації. Слайди легко читаються. Використані деякі ефекти і фон	Явні ознаки планування чіткої, різноманітної презентації. Слайди легко читаються. Використані ефекти, графіка, звук і фон.
ГРУПОВА РОБОТА (20 балів максимум)	Не було групової роботи. Один член групи працював над створенням презентації	Видно, що роботу робили майже всі члени групи, але продуктивність членів команди була різною.	Чітко видно, що роботу робили всі члени групи. Більшість членів групи брали участь в спільній роботі.	Чітко видно, що роботу робили всі члени групи. Члени групи розділили задачі і всі максимально працювали на спільний результат.