

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника  
Факультет математики та інформатики  
Кафедра математики та інформатики і методики навчання

# ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти

на тему «**STEM-орієнтований підхід до вивчення  
математики при вивченні трикутників**»

Виконав:

магістрантка II курсу, групи СОМ(М)-2  
спеціальності 014.04 Середня освіта  
(Математика)

Гаврилюк С. В.

Керівник Пилипів В. М.

Рецензент \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                          |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ВСТУП</b> .....                                                                                                                       | <b>3</b>  |
| <b>РОЗДІЛ 1.</b> ....                                                                                                                    | <b>5</b>  |
| <b>МАТЕМАТИЧНА ОСНОВА ПОБУДОВИ STEM-ОСВІТИ</b> .....                                                                                     | <b>5</b>  |
| 1.1. STEM-орієнтований підхід до навчання у закладах загальної середньої освіти .....                                                    | 5         |
| 1.2. Класифікація STEM-проектів .....                                                                                                    | 10        |
| 1.3. Математика як мова STEM .....                                                                                                       | 14        |
| 1.4. Методика STEM-орієнтованого навчання .....                                                                                          | 17        |
| Висновки до розділу 1 .....                                                                                                              | 23        |
| <b>РОЗДІЛ 2.</b> .....                                                                                                                   | <b>24</b> |
| <b>МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ РЕАЛІЗАЦІЇ STEM ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ ВИВЧЕННЯ МАТЕМАТИКИ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ</b> ....                             | <b>24</b> |
| 2.1 STEM задачі математичного спрямування .....                                                                                          | 24        |
| 2.2 Організація STEM орієнтованого підходу до вивчення трикутників у закладах загальної середньої освіти через проектну діяльність ..... | 26        |
| 2.2.1 Проект «Архітектура та геометрія».....                                                                                             | 42        |
| 2.2.2 Проект «Фотографія через геометрію» .....                                                                                          | 47        |
| Висновки до розділу 2 .....                                                                                                              | 50        |
| <b>РОЗДІЛ 3. РЕСУРС «ТРИКУТНИКИ ЧЕРЕЗ STEM»</b> .....                                                                                    | <b>51</b> |
| 3.1. Призначення та путівник ресурсу .....                                                                                               | 51        |
| 3. 2. Апробація.....                                                                                                                     | 57        |
| Висновки до розділу 3 .....                                                                                                              | 62        |
| <b>ВИСНОВКИ</b> .....                                                                                                                    | <b>63</b> |
| <b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....                                                                                                  | <b>65</b> |
| <b>ДОДАТКИ</b> .....                                                                                                                     | <b>70</b> |

## ВСТУП

**Актуальність дослідження.** Сучасний світ вимагає від освіти забезпечення комплексного розвитку учнів, який би відповідав вимогам сучасності. STEM-освіта (Science, Technology, Engineering, Mathematics) є однією з ключових стратегій в цьому контексті. Вона спрямована на інтеграцію наукових, технологічних, інженерних та математичних знань у навчальний процес з метою формування критичного мислення, творчого підходу та практичних навичок учнів.

STEM освіта набуває все більшої популярності в сучасному світі. Цей підхід спрямований на інтеграцію природничих наук, технологій, інженерії та математики у навчальний процес з метою підготовки учнів до реальних викликів сучасності. Вивчення математики є ключовим компонентом STEM-освіти, і в цьому контексті особливо актуальним є вдосконалення методів та підходів до навчання математики.

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 теми "Трикутники", має велике значення для розвитку геометричного мислення, просторової уяви та логічного мислення учнів. Використання STEM-підходу в навчанні трикутників може допомогти зробити цей процес більш захопливим, практичним та зрозумілим для учнів. 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

Отже, актуальність теми "STEM-орієнтований підхід до вивчення математики при вивченні трикутників" полягає в необхідності адаптації навчального процесу до вимог сучасного світу, впровадженні інноваційних

методів навчання та сприянні розвитку ключових компетенцій учнів через вивчення математики з використанням STEM-підходу.

**Метою дипломної роботи** є розробка та апробація STEM-орієнтованого підходу до вивчення математики при вивченні теми "Трикутники".

**Завдання дипломної роботи:**

1. Аналіз сучасного стану вивчення математики та підходів до навчання теми "Трикутники".
2. Вивчення теоретичних основ STEM-освіти та її можливого застосування в навчанні математики.
3. Розробка STEM-орієнтованого навчального плану для теми "Трикутники".
4. Створення методичних матеріалів для вивчення теми "Трикутники" з використанням STEM-елементів.
5. Створення електронного ресурсу для реалізації методів STEM на уроках геометрії.
6. Проведення педагогічного експерименту для апробації розроблених матеріалів.

**Об'єктом дослідження** є навчальний процес математики в школі.

**Предметом дослідження** є вивчення теми "Трикутники" з використанням STEM-орієнтованого підходу.

**Структура роботи.** Дипломна робота складається із вступу, трьох розділів та висновків до них, загальних висновків та списку використаних джерел.

## РОЗДІЛ 1.

### МАТЕМАТИЧНА ОСНОВА ПОБУДОВИ STEM-ОСВІТИ

#### 1.1. STEM-орієнтований підхід до навчання у закладах загальної середньої освіти

STEM-орієнтований підхід до навчання, що використовується у закладах загальної середньої освіти, є сучасною педагогічною стратегією, яка спрямована на інтеграцію знань та навичок у галузях науки, технологій, інженерії та математики з метою стимулювання аналітичного мислення, творчості, проблемного та дослідницького підходу учнів[49]. Він відображає відповідь освітньої системи на вимоги сучасного розвитку суспільства, високо технологізованих галузей і викликів глобальної економіки.

STEM підхід(рис.1.1.) передбачає інтеграцію дисциплін наукового спрямування, реальних ситуацій, інтерактивних методів та практичних завдань у навчальний процес. Це сприяє покращенню засвоєння теоретичних знань через їх практичне використання, розвиток реальних навичок і умінь, а також стимулює інтерес до вивчених предметів завдяки їх практичному застосуванню.

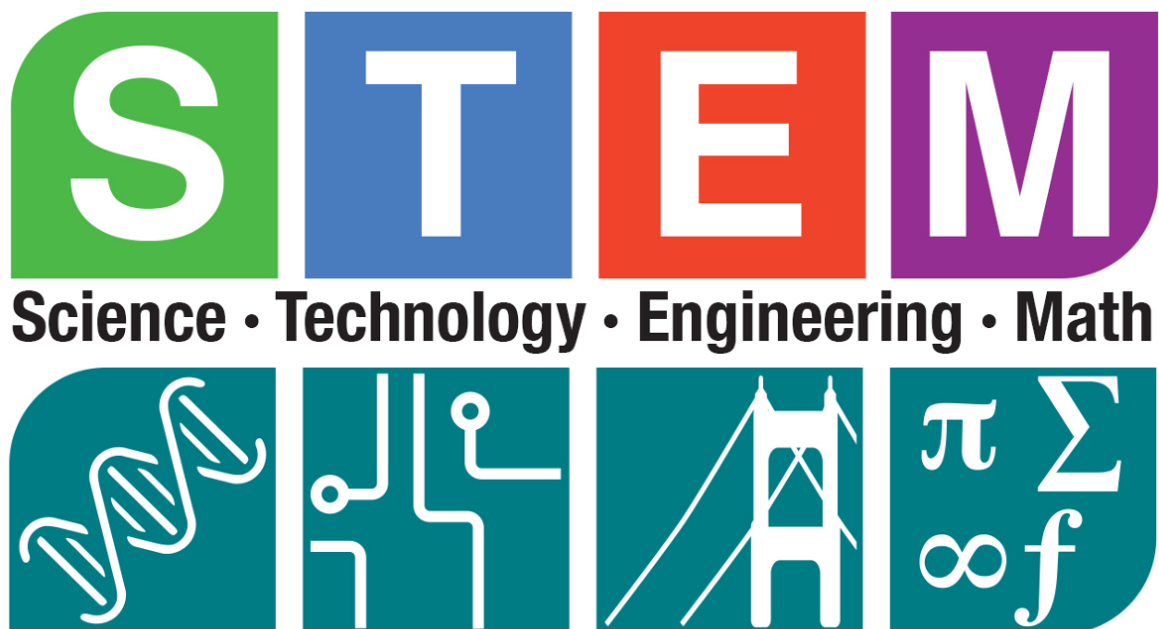


Рис.1.1. Логотип STEM.

Однією з ключових особливостей STEM-орієнтованого навчання є відзначена здатність підходу до інтеграції різноманітних дисциплін.

Взаємозв'язок між науками дозволяє учням бачити спільність принципів, розвивати глибше розуміння природних законів, а також використовувати інтердисциплінарний підхід для розв'язання складних завдань.

STEM-орієнтований підхід також сприяє формуванню ключових компетенцій, які є важливими у сучасному світі. Серед них - критичне мислення, проблемне розв'язання, комунікаційні навички, робота в команді та здатність до навчання протягом життя[37]. Ці компетенції є необхідними для успішного впорядкування у сучасному суспільстві, високо технологізованих ринках праці та активної участі у глобальних ініціативах.

Отже, STEM-орієнтований підхід до навчання у закладах загальної середньої освіти відображає важливу педагогічну стратегію, яка спрямована на глибше засвоєння знань, розвиток практичних навичок та формування компетенцій, необхідних для реалізації в сучасному світі.

За словами відомого педагога та науковця Джона Дьюї, "Центральна мета навчання - створити такі умови, які змушують учня мислити, а не лише здобувати інформацію"[2]. 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.

Вчений та педагог Леонардо да Вінчі говорив, що "Справжні знання виходять з дослідження та відкриття". STEM-орієнтований підхід наголошує на значущості дослідницької діяльності в навчанні. Учні отримують можливість експериментувати, аналізувати, робити висновки і вносити власний вклад у процес навчання.

Інноваційний педагог Стефан Твідмейр акцентував, що "STEM-освіта навчає учнів вирішувати проблеми, з якими вони раніше не зустрічалися, з використанням інструментів, які раніше не мали"[4]. Це важливо в сучасному швидкозмінному світі, де нові виклики потребують нового типу розв'язків.

Отже, STEM-орієнтований підхід до навчання у закладах загальної середньої освіти має великий потенціал у розвитку учнів, надаючи їм знання, навички та компетенції, необхідні для ефективної участі у сучасному світі. Цей підхід наголошує на активному залученні учнів до навчального процесу,

стимулюючи їх креативність, аналітичне та проблемне мислення, ініціативність та співпрацю.

У Європі STEM-орієнтований підхід до навчання вже отримав широке визнання та реалізацію у багатьох країнах. Велика кількість шкіл, вищих навчальних закладів та освітніх організацій в Європі активно впроваджують цей підхід для підготовки молодого покоління до викликів сучасності.

У країнах, таких як Фінляндія, Нідерланди, Норвегія, Німеччина та Швеція, STEM-освіта виявилася дуже успішною. Ці країни впроваджують інтегровані підходи до навчання, де різні предмети спільно вивчаються, а знання використовуються для реалізації різних завдань та проектів. Наприклад, у фінських школах навчання зорієнтоване на розвиток критичного мислення, роботу в групах та розв'язання реальних проблем[28].

Європейські освітні системи також надають великий акцент на практичний аспект навчання. Учні мають можливість застосовувати теоретичні знання у реальних ситуаціях, проводити експерименти, дослідження та створювати проекти. Це допомагає їм розвивати практичні навички, креативність та підготовку до майбутніх професій.

Освітні програми у Європі також включають робототехніку, програмування, вивчення новітніх технологій. Це робить навчання більш пізнавальним та захоплюючим для учнів, а також сприяє розвитку їхніх інформаційних компетенцій.

Зазначений підхід також забезпечує підготовку учнів до майбутньої кар'єри у галузях, пов'язаних з наукою, технологіями, інженерією та математикою. Він допомагає формувати креативних фахівців, які можуть робити нові відкриття, створювати нові технології та вирішувати глобальні виклики[26].

Таким чином, у Європі STEM-орієнтований підхід до навчання успішно інтегрований у освітні системи багатьох країн, сприяючи комплексному розвитку учнів та підготовці їх до сучасних викликів і можливостей.

У США STEM-орієнтований підхід до навчання також здобуває все більшу популярність і визнання. Освітні інститути та школи в США активно

працюють над імплементацією цього підходу для забезпечення більш ефективного підготовки учнів до сучасного світу.

Американська система освіти дуже підходить для впровадження STEM-орієнтованого навчання. Вона відзначається гнучкістю та допускає можливість самовизначення учнів, їх вибір навчальних курсів та проектів. Це дозволяє створити умови для більш індивідуального та цілеспрямованого навчання.

Один із прикладів впровадження STEM-орієнтованого підходу - це створення спеціалізованих шкіл та програм, спрямованих на вивчення науки, технологій, інженерії та математики. Такі заклади надають глибокі знання в цих галузях, стимулюючи учнів до дослідницької діяльності, творчості та залучення до реальних проектів.

Участь у роботах із змагань та конкурсів з наукових досліджень є популярним способом сприяти STEM-орієнтованому навчанню в США. Багато шкіл та університетів організовують змагання, де учні можуть виявити свої здібності та навички, а також практично застосувати отримані знання.

Важливим компонентом STEM-орієнтованого навчання є використання сучасних технологій. Учні мають доступ до комп'ютерів, програмування, робототехніки та інших інструментів, що дозволяють їм створювати інноваційні проекти та розв'язувати складні 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].

Отже, у США STEM-орієнтований підхід до навчання є активно розвиваючимся та успішним напрямом, що 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, проте виникають ряд проблем, які обмежують його повноцінну реалізацію.

По-перше, в Україні відсутність сталої методичної бази для викладання STEM-предметів та реалізації інтерактивних методів навчання. Брак

підручників, методичних рекомендацій та матеріалів ускладнює завдання вчителів, які бажають впроваджувати цей підхід у навчальний процес.

По-друге, досить висока навантаженість вчителів та недостатня підтримка з боку освітніх органів у проведенні інноваційних методів навчання створюють труднощі для впровадження STEM-орієнтованого підходу. Брак часу та ресурсів може стати бар'єром на шляху до повноцінної реалізації цього підходу.

По-третє, існують проблеми із відсутністю матеріальної бази для практичного навчання. Багато шкіл не мають необхідних технічних засобів, лабораторій та іншого обладнання, яке було б важливим для проведення практичних STEM-занять.

Також важливим викликом є відсутність підготовленого педагогічного персоналу, який би мав знання та навички для впровадження STEM-орієнтованого навчання. Необхідно проводити додаткову підготовку вчителів для ефективної реалізації цього підходу.

Крім того, низький рівень фінансування освіти в Україні також може ускладнити впровадження STEM-орієнтованого підходу, оскільки це вимагає інвестування в технічне обладнання, матеріали для практичних занять та підготовку педагогічного персоналу.

Отже, українське освітнє середовище потребує спеціальних зусиль та підтримки для успішної реалізації STEM-орієнтованого підходу до навчання. Проте, не зважаючи на існуючі виклики, цей підхід має великий потенціал для розвитку української освіти та підготовки молодого покоління до сучасних викликів.

На фоні проблем і викликів, з якими стикається впровадження STEM-орієнтованого підходу в Україні, також можна виділити позитивні аспекти та ініціативи, які вже сприяють розвитку цього напрямку.

По-перше, в Україні поступово збільшується свідомість педагогів та освітніх експертів про важливість STEM-освіти. Ініціативи та тренінги з підготовки вчителів для впровадження цього підходу з'являються в різних регіонах країни.

По-друге, науково-педагогічні громадські організації, університети та компанії активно працюють над створенням навчальних програм, методичних матеріалів та ресурсів для STEM-освіти. Це сприяє збільшенню доступу вчителів до необхідних інструментів для впровадження цього підходу.

По-третє, зацікавленість учнів у STEM-навчанні зростає. Багато молоді активно долучаються до конкурсів, змагань та проєктів з наукових досліджень, робототехніки та інших галузей STEM. Це свідчить про популяризацію цього підходу серед молоді.

Також важливим є взаємодія з міжнародними партнерами та програмами. Україна бере участь у різних міжнародних ініціативах, спрямованих на підтримку STEM-освіти, що допомагає здобувати досвід та використовувати передові практики.

Отже, не дивлячись на складнощі та обмеження, STEM-орієнтований підхід в Україні поступово набуває обертів. Важливою умовою є підтримка з боку держави, освітніх органів та громадськості, а також спільні зусилля педагогічного колективу, науковців, батьків та учнів для вдосконалення інноваційного навчального процесу та підготовки майбутніх лідерів у сферах науки, технологій, інженерії та математики.

## **1.2. Класифікація STEM-проєктів**

STEM-проєкти - це комплексні навчальні завдання або проєкти, які об'єднують елементи науки, технології, інженерії та математики з метою стимулювання інтегрованого та практичного розуміння концепцій та розв'язання реальних проблем. Ці проєкти орієнтовані на сприяння розвитку креативності, критичного мислення, спільної роботи та навичок, необхідних для роботи в сучасному технологічному середовищі.

Класифікація STEM-проєктів може базуватися на різних критеріях. Одним із можливих підходів є поділ за масштабом, складністю та цілями проєктів[10]:

*Масштаб проєкту:*

Міні-проекти: Короткі завдання або експерименти, які дозволяють вивчити окремі концепції чи властивості.

Середньомасштабні проекти: Більш складні завдання, що можуть вимагати деякої підготовки та дослідження.

Великі проекти: Комплексні та багатоетапні проекти, які можуть тривати деякий час і включати глибоке дослідження та розв'язання складних задач.

*Тип задачі або проекту:*

Технічні проекти: Зорієнтовані на розробку нових технологій, виробів або рішень технічних проблем.

Наукові дослідження: Спрямовані на вивчення природних явищ, формулювання гіпотез та дослідження залежностей.

Громадські проекти: Спрямовані на вирішення соціальних, екологічних чи громадських проблем.

*Цільова аудиторія:*

Шкільні проекти: Створені для учнів загальної середньої освіти та мають навчальний характер.

Студентські проекти: Орієнтовані на вищі навчальні заклади та можуть включати більш складні дослідницькі аспекти.

*Тематика:*

Технології: Розробка програмного забезпечення, апаратної частини, мобільних додатків тощо.

Інженерія: Створення та оптимізація механізмів, систем та конструкцій.

Наука: Дослідження природних явищ, розв'язання наукових проблем.

Математика: Розробка алгоритмів, розрахунків та математичних моделей.

*Сфера застосування:*

Технологічний: Розробка нових технологій, програм або рішень для покращення життя та зручності в сучасному світі.

Медичний: Розробка нових медичних технологій, діагностичних засобів чи методів лікування.

Екологічний: Створення проектів, спрямованих на збереження навколишнього середовища, використання відновлюваних джерел енергії тощо.

Компетенції, які розвиваються:

Творчість та інноваційне мислення.

Критичне та аналітичне мислення.

Проектний менеджмент та спільна робота в командах.

Програмування та робототехніка.

Розв'язання проблем та прийняття рішень.

Застосування технологій:

Використання сучасних інструментів та програмного забезпечення для моделювання, аналізу та вирішення завдань.

*Стадії проекту:*

Планування: Визначення мети, завдань та ресурсів, розробка плану виконання.

Дослідження: Збір та аналіз інформації, вивчення теорії та практики.

Розробка: Створення концепції, дизайну, прототипів.

Реалізація: Виготовлення, програмування, тестування.

Оцінка та вдосконалення: Аналіз результатів, виявлення недоліків та можливостей для вдосконалення.

*Оцінювання:*

Оцінка проекту може базуватися на критеріях, таких як оригінальність, комплексність рішення, здатність до реалізації, ефективність вирішення проблеми, спільна робота в команді тощо.

STEM-проекти мають різноманітну природу та спрямованість, але спільною рисою є інтеграція наукових, технологічних, інженерних та математичних підходів для вирішення реальних завдань. Вони створюють можливості для учнів та студентів розвивати навички, які є ключовими в сучасному світі, де технології та інновації відіграють важливу роль.

STEM-проекти є однією з суттєвих складових STEM-освіти, яка в сучасному світі набуває зростаючої популярності та значущості. Ці проекти стимулюють інтеграцію наукових, технологічних, інженерних та математичних знань та навичок у комплексних завданнях, спрямованих на розв'язання реальних проблем. Саме такий характер вивчення сприяє поглибленому зрозумінню концепцій, підвищенню мотивації до навчання та розвитку креативних та критичних мисленнєвих здібностей[6].

Класифікація STEM-проектів заснована на кількох ключових критеріях, що включають масштаб проекту, тип задачі, цільову аудиторію, тематику, компетенції, застосування технологій та стадії реалізації. Визначення масштабу проекту дозволяє враховувати тривалість та складність, а тип задачі – це специфіка завдання, яке може бути технічним, науковим або громадським. Залежно від цільової аудиторії, STEM-проекти можуть призначатися для учнів загальної середньої освіти або студентів вищих навчальних закладів.

Значущою характеристикою STEM-проектів є їхній вплив на розвиток ключових компетенцій учасників. Це включає творчість та інноваційне мислення, здатність до критичного та аналітичного аналізу, навички спільної роботи в командах та вирішення проблем. Окрім того, STEM-проекти сприяють вдосконаленню навичок програмування, робототехніки та застосування технологій, що важливо в сучасному технологічному середовищі.

Сутність STEM-проектів полягає в їхній інтердисциплінарності та взаємозв'язку з реальними життєвими ситуаціями. Вони дозволяють учасникам не лише засвоїти фундаментальні знання, а й застосовувати їх у практичних завданнях для вирішення конкретних проблем. Така навчальна стратегія підтримує поглиблене розуміння матеріалу, стимулює самостійність та рефлексію, розвиваючи навички критичного аналізу та креативного розв'язання проблем.

Отже, класифікація STEM-проектів базується на різноманітних параметрах, які визначають характер та спрямованість проектів. Вони відіграють важливу роль у впровадженні інноваційної методики навчання, спрямованої на глибоке розуміння наукових та технічних концепцій, а також на розвиток

навичок, необхідних для ефективної роботи в сучасному інформаційному та технологічному суспільстві.

### **1.3. Математика як мова STEM**

Математика є невід'ємною складовою мовою STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics), що втілює і передає основні принципи та знання у сферах науки, технологій, інженерії та математики. Мова математики допомагає структурувати й аналізувати інформацію, розв'язувати завдання, моделювати реальні процеси і передбачати результати, що робить її ключовим інструментом для впровадження STEM-підходу.

Математика відіграє роль універсальної мови, яка дозволяє точно та конкретно виражати ідеї та концепції. Це стосується як підготовки основних алгоритмів та методів, так і вирішення складних обчислювальних задач. Вона дозволяє відтворювати реальні ситуації в абстрактних формулах, що полегшує аналіз, порівняння та прогнозування.

У сфері науки, математика використовується для встановлення зв'язків між різними явищами, побудови моделей та теорій, що допомагають розуміти та пояснювати реальні події та процеси. У технологічній сфері, математичні методи застосовуються для проектування алгоритмів, оптимізації процесів та розробки програмних засобів. У інженерії, математика допомагає розробляти та вдосконалювати конструкції, проводити аналіз міцності, обчислювати параметри та властивості матеріалів[10].

Використання математики допомагає зрозуміти та розв'язувати проблеми, які можуть здатися нерозрішеними. Вона вчить систематичному підходу до аналізу, розв'язанню та доведенню. Математика дозволяє учням та фахівцям розширювати свій аналітичний спектр, розвивати творче мислення та навички логічного розуміння.

Таким чином, математика виступає як ключовий елемент у мові STEM, що дозволяє забезпечувати структуроване та точне вираження ідей та даних у галузях науки, технологій, інженерії та математики. Вона використовується для

моделювання, аналізу та розв'язання проблем, сприяючи розвитку наукового мислення та інноваційного підходу.

Математика як мова STEM має свої особливості та характеристики, які роблять її незамінною для вивчення та реалізації інших компонентів STEM-освіти:

**Абстракція та формалізація:** Математика дозволяє абстрагувати конкретні ситуації до абстрактних понять та символів. Це дозволяє створювати загальні моделі та алгоритми, які можуть бути застосовані в різних сферах.

**Прецизія та точність:** Математика вимагає високої точності та чіткості викладу. Це допомагає уникнути двозначності та непорозумінь у сприйнятті інформації.

**Логічне мислення:** Вивчення математики навчає логічного та систематичного мислення. Розв'язування математичних задач вимагає правильного послідовного аналізу та доведення.

**Моделювання реальних процесів:** Математика дозволяє створювати математичні моделі реальних процесів, що допомагає аналізувати їх, передбачати результати та вдосконалювати діючі системи.

**Аналіз та розв'язання проблем:** Математичні методи допомагають розкрити суть проблеми, виділити важливі параметри та вирішити задачу шляхом обчислень та аналізу.

**Інноваційність та дослідництво:** Математика відкриває шлях до розв'язання нових завдань та виявлення нових закономірностей. Вона надихає до дослідницької діяльності та пошуку нових рішень.

У світлі зростаючої значущості науки, технологій, інженерії та математики в сучасному суспільстві, розуміння та володіння математикою стає ключовими навичками для успішного впровадження STEM-підходу. Математика допомагає створювати основу для розуміння складних систем, вирішення проблем та реалізації інноваційних ідей, що робить її необхідною мовою для досягнення успіху у сфері STEM.

"Математика - це мова, якою говорить природа." - Галілео Галілей Ця цитата Галілео Галілея ілюструє той факт, що математика є універсальною

мовою, за допомогою якої можна описувати різноманітні явища в природі. Від атомних частинок до галактик, від фізичних законів до економічних моделей - математика допомагає створити зв'язок між різними галузями знань.

"Математика - це не тільки число або формула; це є спосіб думати, це путь до розв'язання проблем." - Пол Локхарт. Висловлюючи цю думку, Пол Локхарт підкреслює, що математика - це не просто набір чисел та символів, але й спосіб логічного та креативного мислення. Вона надає можливість розглядати завдання з різних боків та знаходити нестандартні підходи до їхнього вирішення.

"Математика - це мова для вираження універсальних законів природи." - Макса Тегмарка. Слова Макса Тегмарка підкреслюють важливість математики як засобу для виявлення та вираження законів, які управляють фізичними, хімічними та іншими процесами у природі. Вона допомагає сформулювати абстрактні концепції і відносини, які є загальноприйнятими для різних галузей науки.

Отже, математика виступає як універсальна мова STEM, що дозволяє виражати, аналізувати та розв'язувати різноманітні завдання в науці, технологіях, інженерії та математиці. Вона покликана не лише передавати знання, але й розвивати креативне, логічне мислення та аналітичні навички, необхідні для успіху в сучасному світі.

Ці думки підкреслюють, що математика втілює не лише аналітичні методи та формули, а й розширює наше розуміння світу, надаючи можливість виражати та досліджувати ідеї, абстрактні концепції та взаємозв'язки між явищами. Вона стимулює творчість, логічне мислення та сприяє розвитку різних аспектів STEM-освіти та наукового пізнання.

Математика, як мова STEM, виявляється ключовим елементом у сприйнятті та аналізі світу навколо нас. Її роль у сфері науки, технологій, інженерії та математики полягає не лише в передачі знань, але й у створенні абстрактних моделей, які дозволяють розглядати складні процеси на більш простому рівні. Це особливо важливо для розв'язання складних проблем, створення нових технологій та розробки інноваційних рішень.

Математика надає засіб для формалізації ідей та концепцій. Вона дозволяє виражати взаємозв'язки між різними явищами у вигляді чисел, символів та формул. Це важливо для створення загальних моделей, які можуть бути застосовані в різних галузях. Наприклад, математичні рівняння можуть описувати рух тіл, електричні кола, розподіл популяцій у біології та багато інших явищ.

Важливою характеристикою математики є її точність та прецизія. Вона допомагає уникнути двозначності в інтерпретації інформації та дозволяє отримувати однозначні результати. Це особливо важливо в наукових дослідженнях та розв'язанні інженерних задач.

Під час вивчення математики учні розвивають аналітичне мислення та навички проблемного дослідження. Вони навчаються виділяти головне, розкривати суть завдань та визначати кроки до їхнього розв'язання. Це сприяє розвитку критичного мислення та здатності аналізувати складні завдання.

Отже, математика є мовою STEM, яка дозволяє передавати, аналізувати та розв'язувати різноманітні завдання в науці, технологіях, інженерії та математиці. Її роль полягає у створенні абстрактних моделей, розкритті зв'язків між різними явищами та розв'язанні складних проблем, що робить її ключовою компонентою розвитку STEM-освіти та наукового пізнання.

#### **1.4. Методика STEM-орієнтованого навчання**

Методика STEM-орієнтованого навчання є комплексним підходом до освіти, спрямованим на інтеграцію наукових дисциплін (науки, технології, інженерія, математика) для стимулювання цілісного та практичного розуміння світу та розв'язання реальних проблем. Ця методика прагне виховати учнів і студентів з глибоким розумінням та умінням застосовувати концепції і підходи з різних галузей науки та техніки для розв'язання складних завдань і стимулювання інноваційного мислення[15].

Однією з ключових характеристик методики STEM-орієнтованого навчання є інтеграція знань і навичок з різних дисциплін. Учні та студенти працюють над реальними проектами, які вимагають застосування знань з

математики, наукових досліджень, технологій та інженерії. Це дозволяє їм бачити взаємозв'язок між різними аспектами знань та розуміти, як вони використовуються для вирішення конкретних проблем.

У методиці STEM-орієнтованого навчання акцент робиться на практичних дослідженнях, експериментах та проектах. Учні та студенти вивчають теоретичні концепції, а потім застосовують їх у практичних завданнях. Це дозволяє розвивати їхні навички розв'язання проблем, аналізу та креативного мислення.

Крім того, методика STEM-орієнтованого навчання акцентує увагу на розвитку критичного мислення та спільної роботи. Учні та студенти навчаються аналізувати і оцінювати різні можливості, розвивати власні ідеї та аргументувати їх. Колективні проекти сприяють співпраці, обміну думками та навичкам комунікації.

Таким чином, методика STEM-орієнтованого навчання спрямована на комплексний розвиток учнів та студентів, розвиваючи їхні навички роботи з реальними завданнями, критичне мислення, спільну роботу та інноваційне мислення. Цей підхід сприяє глибокому засвоєнню знань та підготовці кваліфікованих фахівців здатних вирішувати сучасні виклики в різних сферах науки та технологій[17].

*Інтеграція дисциплін:* Першим кроком у впровадженні методики STEM-орієнтованого навчання є інтеграція дисциплін. Викладачі з різних галузей співпрацюють, щоб об'єднати концепції та завдання з наукових дисциплін. Наприклад, уроки математики можна поєднати з вивченням фізики чи біології для розв'язання конкретних задач.

*Практичні проекти:* Учні та студенти працюють над практичними проектами, які вимагають застосування знань з різних дисциплін. Наприклад, створення роботів, дослідження екосистем чи розробка нових технологій. Ці проекти дозволяють застосовувати теоретичні знання на практиці та розвивати навички роботи в команді.

*Подолання реальних викликів:* Методика STEM-орієнтованого навчання акцентує на розв'язанні реальних проблем. Учні та студенти аналізують сучасні

виклики, такі як забруднення навколишнього середовища чи розробка нових медичних технологій, та працюють над розробкою інноваційних рішень.

*Колективна робота:* У методиці STEM-орієнтованого навчання важлива роль відводиться колективній роботі. Учні та студенти працюють в командах, обмінюючись знаннями та ідеями. Це сприяє розвитку навичок співпраці, комунікації та лідерства.

*Застосування технологій:* Технології відіграють важливу роль у реалізації методики STEM-орієнтованого навчання. Використання сучасних інструментів та програм дозволяє створювати віртуальні моделі, симуляції та дослідження, що підсилює практичний аспект навчання.

*Розвиток критичного мислення:* Методика сприяє розвитку критичного мислення учнів та студентів. Вони навчаються аналізувати і оцінювати різні аспекти завдань, розробляти аргументовані висновки та робити обґрунтовані вибори.

*Стимулювання інноваційного мислення:* Методика STEM-орієнтованого навчання надихає на інновації. Учні та студенти навчаються думати творчо, розробляти нові підходи та розв'язання, що сприяє розвитку інноваційної культури.

Загалом, впровадження методики STEM-орієнтованого навчання включає інтеграцію дисциплін, практичні проекти, спільну роботу, використання технологій та розвиток критичного та інноваційного мислення. Це допомагає навчати студентів та учнів не лише теоретичних знань, але й практичних навичок та компетенцій, необхідних для успіху в сучасному світі.

Організація кабінету математики для вивчення теми "Трикутники" в аспекті STEM передбачає створення стимулюючого середовища, де учні зможуть активно залучатись до вивчення математики через практичні завдання та проекти. Ось кілька кроків, які можна вжити для досягнення цієї мети:

*Мультимедійне обладнання:* Обладнання кабінету інтерактивними дошками, комп'ютерами та проекторами. Це дозволить використовувати різноманітні візуальні матеріали, симуляції та відеоуроки для навчання трикутників та їх властивостей.

*Навчальні матеріали:* Підготовка навчальних матеріалів, які акцентують на практичному застосуванні трикутників у різних аспектах STEM. Це можуть бути задачі з фізики, інженерії, архітектури тощо, де використання трикутників має конкретний зміст.

*Практичні завдання та проекти:* Організація практичних завдань та проектів, де учні будуть застосовувати вивчені концепції трикутників для вирішення реальних проблем. Наприклад, дослідження трикутників у геодезії, створення планів будівель, розрахунки в електроніці тощо.

*Комп'ютерні програми та додатки:* Викорисання спеціалізованих математичних програм та додатків, які дозволяють вивчати властивості та залежності трикутників на практиці. Наприклад, програми для обчислення та візуалізації тригонометричних функцій.

*Екскурсії та гості з практики:* Запрошення фахівців з різних галузей STEM, які можуть розповісти про застосування трикутників у своїй роботі. Це може бути інженер, архітектор, геодезист тощо. Такі екскурсії допоможуть учням побачити практичний сенс математичних знань.

*Колекція математичних об'єктів:* Створення колекції геометричних моделей, плакатів та математичних іграшок, які допоможуть візуалізувати концепції трикутників та їх властивості.

*Робочі місця для групової роботи:* Організація робочих місць, де учні можуть працювати в групах над проектами. Це сприяє спільній роботі, обміну ідеями та розвитку комунікативних навичок.

*Запрошення викладачів різних дисциплін:* Співпраця з викладачами інших STEM-дисциплін може сприяти глибшому засвоєнню матеріалу. Вони можуть провести спільні уроки або майстер-класи, де поєднують математичні поняття з власною галуззю знань.

*Залучення до реальних досліджень:* Пропонування учням і студентам приймати участь у реальних дослідженнях, пов'язаних з трикутниками. Це можуть бути геодезичні дослідження на місцевості, розробка нових методів в обчисленнях або дослідження реальних об'єктів у фізиці чи інженерії.

*Портфоліо проектів:* Збереження портфоліо проектів, в яких учні та студенти брали участь. Це дозволить їм відстежувати власний прогрес та долучення до різноманітних практичних завдань.

*Зв'язок з реальним життям:* Наголошення на тому, як концепції трикутників використовуються у реальному житті. Пояснюйте, як інженери розраховують конструкції, архітектори планують будівлі, фізики аналізують рух тіл тощо.

*Організація наукових досліджень:* Сприяння проведенню невеликих наукових досліджень, де учні можуть висувати гіпотези, проводити експерименти та робити висновки.

*Застосування ігрових елементів:* Використання ігор, головоломок та графічних задач, які вимагають застосування знань про трикутники. Це розвиває креативне мислення та забезпечує залучення до навчання.

*Взаємодія з батьками та громадою:* Інформування батьків та громади про проекти, які відбуваються у кабінеті математики. Запрошуйте їх на виставки, де учні демонструють свої проекти та досягнення.

*Оцінювання результатів:* Оцінювання не лише теоретичних знань, але й практичних навичок, творчість та співпрацю. Варто використовувати різноманітні форми оцінювання, включаючи самооцінку та взаємооцінку.

Організація кабінету математики для вивчення теми "Трикутники" в аспекті STEM полягає в створенні підтримуючого середовища, де математичні концепції знаходять живе застосування у реальних завданнях та проектах. Це допомагає зробити навчання цікавим, практичним та зорієнтованим на розвиток навичок, необхідних для STEM-освіти.

Важливо також і наступні фактори для реалізації STEM-освіти(рис.1.2.):

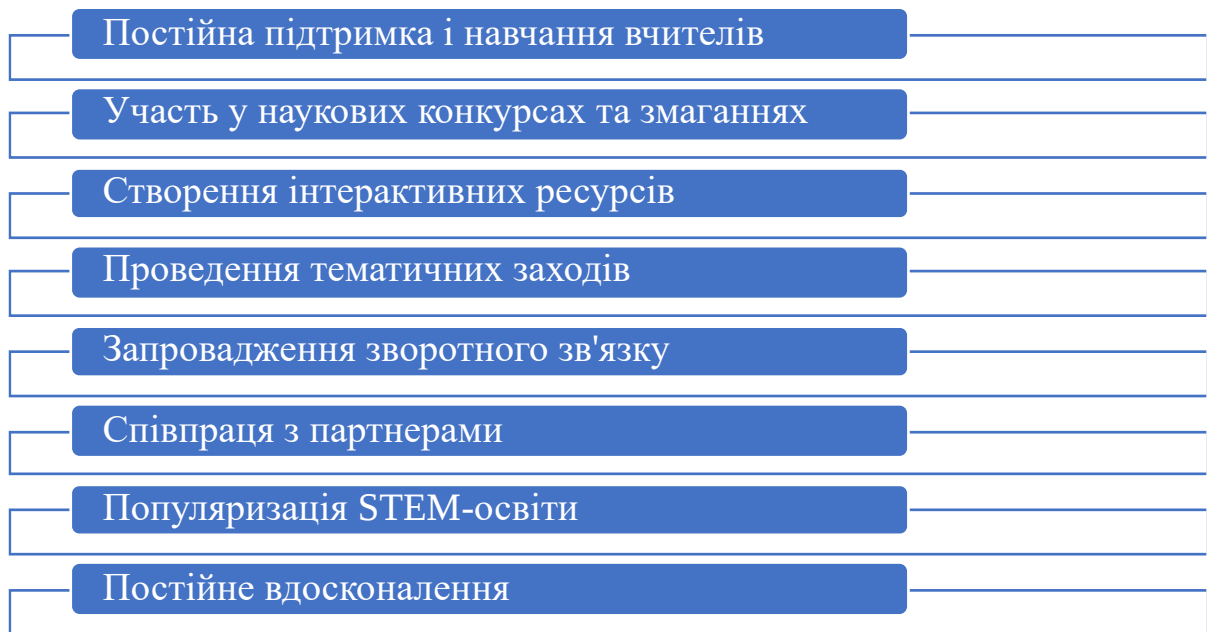


Рис.1.2. Додаткові фактори для реалізації STEM-освіти

Загалом, ефективна організація кабінету математики для вивчення теми "Трикутники" в аспекті STEM вимагає глибокого розуміння цільових принципів методики, творчого підходу та активної співпраці між учнями, вчителями та зовнішніми партнерами.

## **Висновки до розділу 1**

У даному розділі досліджено глибоке уявлення про математичну основу, що лежить в основі STEM-освіти, а також про важливість впровадження STEM-орієнтованого підходу у навчанні загальної середньої освіти.

STEM-орієнтоване навчання відіграє ключову у розвитку компетенцій, необхідних для майбутнього успішного в сучасному світі. Важливість інтеграції науки, технологій, інженерії та математики в навчальний процес зрозуміло допомагає учням розвивати креативне мислення, проблемне рішення та практичні навички.

Математика виступає мовою, яка об'єднує всі аспекти STEM-освіти. Вона дозволяє розуміти світ навколо нас, а також розвивати абстрактне мислення, логічну роздумливість та аналітичні здібності.. Засади проблемного навчання, дослідницького підходу та інших активних методів дозволяють учням самостійно вивчати матеріал, розвивати навички співпраці та творчого рішення задач.

Проекти класифікуються за областями науки, їх важливістю та масштабом. Це відкриває безмежні можливості для учнів в розвитку та практичному застосуванні отриманих знань та навичок.

## РОЗДІЛ 2.

# МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ РЕАЛІЗАЦІЇ STEM ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ ВИВЧЕННЯ МАТЕМАТИКИ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

### 2.1 STEM задачі математичного спрямування

STEM-задачі математичного спрямування включають в себе завдання, які вимагають використання математичних понять та методів для аналізу, моделювання та вирішення реальних проблем у контексті науки, технології, інженерії та математики. Такі задачі розвивають критичне мислення, логічний аналіз та навички застосування математики у практичних ситуаціях.

Розглянемо приклади STEM-задач математичного спрямування[38]:

*Оптимізація ресурсів:* Уявімо ситуацію, де сільськогосподарське підприємство має обмежені ресурси, наприклад, площу поля та обсяг добрив. Задача полягає у виборі оптимального розміщення культур так, щоб отримати максимальний врожай. Ця задача вимагає використання математичних методів оптимізації.

*Моделювання екосистеми:* Задача полягає у побудові математичної моделі для аналізу динаміки популяцій в екосистемі. Це може включати розрахунок зміни чисельності популяцій рослин і тварин у залежності від рівня доступності їжі та інших факторів.

*Криптографія та безпека:* Задачі пов'язані з шифруванням та розшифруванням інформації, вирішенням математичних задач для забезпечення криптографічної безпеки даних.

*Аналіз даних:* Задача може полягати у виявленні залежностей та закономірностей в наборі даних, наприклад, аналізуючи зв'язок між кліматичними змінами та врожайністю.

*Моделювання та прогнозування:* Завдання може полягати у створенні математичних моделей для прогнозування подій, наприклад, передбачення росту популяції, економічних трендів тощо.

*Геодезія та навігація:* Задачі пов'язані з розрахунками відстаней, кутів та координат для вирішення проблем навігації та геодезії.

Ці приклади показують, як математичні концепції можуть бути використані для аналізу та вирішення реальних проблем у різних областях. STEM-задачі математичного спрямування підтримують розвиток навичок, необхідних для аналізу та моделювання складних ситуацій у сучасному технологічному середовищі.

Зважаючи на діапазон STEM-задач математичного спрямування, надається ще декілька прикладів:

*Математичне моделювання епідемій:* Створення математичних моделей, що описують поширення захворювань у популяції. Це допомагає визначити оптимальні стратегії контролю та мінімізації поширення хвороб.

*Фінансова математика:* Задачі, пов'язані з обчисленнями вартості акцій, вкладів, розрахунками валютних обмінів та аналізом фінансових ризиків.

*Теорія графів:* Вирішення завдань, пов'язаних з пошуком найкоротших шляхів у мережах, розв'язування задач комівояжера, аналіз графів соціальних зв'язків та інших аспектів.

*Теорія ймовірностей:* Використання математичних методів для аналізу ймовірності різних подій, розв'язання задач статистики та обчислення очікуваних значень.

*Оптимізація транспорту:* Розробка моделей для ефективного розподілу ресурсів (транспорту, енергії) з мінімізацією витрат або максимізацією виробничої продуктивності.

*Криптовалюта та блокчейн:* Вивчення математичних аспектів криптографічних алгоритмів, що використовуються в технології блокчейн.

*Дослідження динамічних систем:* Вирішення рівнянь диференціальних рівнянь та вивчення динаміки змінних у часі, що може застосовуватися в фізиці, біології, економіці тощо.

Ці приклади демонструють різноманітність та актуальність математичних задач у контексті STEM. Вони стимулюють учнів та студентів застосовувати

математику для аналізу та розв'язання реальних проблем, сприяючи розвитку аналітичних та критичних мисленнєвих здібностей.

## **2.2 Організація STEM орієнтованого підходу до вивчення трикутників у закладах загальної середньої освіти через проєктну діяльність**

Один із ключових елементів геометрії - трикутник - вивчається з ранніх шкільних років. З введенням означення трикутника у 7-му класі учні отримують розуміння, що ця геометрична фігура визначається трьома точками, які не знаходяться на одній прямій, та трема відрізками, що їх сполучають попарно. Під час вивчення теми "Ознаки рівності трикутників" також необхідно поновити знання учнів щодо відрізка, його довжини, кута, міри кута, рівних кутів, трикутника, рівних трикутників, перпендикуляра та інших ключових геометричних понять[35].

Важливою у цьому контексті є умова відповідності, яка грає ключову роль при позначенні рівних трикутників. Під час навчання цій темі, діти також вчаться новим поняттям, таким як рівнобедрений трикутник - його властивості та ознаки, рівносторонній трикутник, висота трикутника, опущена з даної вершини, бісектриса трикутника, проведена з даної вершини, медіана трикутника, проведена з даної вершини. Важливим є введення цих понять через абстрактно-дедуктивний метод, де терміни розглядаються в абстрактному контексті і ілюструються на прикладах[20].

Для зручності оформлення та засвоєння доведень ознак рівності трикутників рекомендується створити таблицю, де буде чітко видно відповідності між властивостями та висновками. Однак, слід зауважити, що третя ознака може бути важкою для сприйняття, тому доцільно, щоб вчитель самостійно довів її перед учнями. Після вивчення кожної ознаки має сенс відразу переходити до вирішення задач, які вимагають їх застосування.

Серед різних видів задач, які можуть використовуватися для закріплення матеріалу, доцільно виокремити такі[20]:

Задачі на доведення рівності трикутників: Такі задачі допомагають учням розібратися з конкретними властивостями та висновками ознак рівності трикутників.

Задачі на доведення рівності деяких елементів у двох даних трикутниках: Ці задачі дозволяють учням більше уваги приділити окремим елементам трикутників та їх властивостям, доводячи їх рівність.

Задачі, де доведення рівності трикутників базується на рівності кількох пар трикутників: Це можуть бути більш складні задачі, де необхідно використовувати декілька ознак рівності трикутників для доведення рівності більш складних геометричних фігур.

Такий поступовий підхід - від простого до складнішого - допомагає учням послідовно засвоювати та розуміти матеріал, а також розвивати їхні аналітичні та доведені навички у геометрії.

Послідовний розвиток тем, пов'язаних з геометрією трикутників, забезпечує учням систематичний підхід до розуміння геометричних взаємозв'язків у цій області. Після вивчення понять та ознак рівності трикутників, учні переходять до теми "Сума кутів трикутника". Вона вводить нові терміни, такі як внутрішньо односторонні і внутрішньо різносторонні кути, зовнішній кут трикутника, гіпотенуза і катети прямокутного трикутника, січна та відповідні кути.

В наступних класах вивчається глибше та розширюється теоретичний матеріал. В 8-му класі учні знайомляться з темою "Теорема Піфагора" та геометричними побудовами, які дозволяють будувати коло, вписане та описане навколо трикутника. Далі вони детально розглядають прямокутний трикутник та вивчають поняття косинуса, синуса та тангенса гострого кута. Також в цій темі вивчається нерівність трикутника.

У 9-му класі учні вивчають "Подібність фігур". Ця тема дозволяє зрозуміти ознаки подібності трикутників. Далі розглядаються теореми синусів і косинусів для довільних трикутників, що дозволяє розглядати будь-які трикутники та знаходити їх невідомі елементи за даними. Вивчення теми "Площі

фігур" доповнює цей цикл і включає декілька формул для обчислення площі трикутника.

Такий поетапний підхід дає можливість учням глибше засвоїти та зрозуміти геометричні взаємозв'язки та застосовувати їх у різноманітних задачах.

Розглянемо на прикладі одного з найпопулярніших підручників з Геометрії вивчення даного напрямку.

Підручник "Геометрія" для 8 класу, автори Мерзляк А.Г., Полонський В.Б., Якір М.С., Сидоренко Г.П.(рис.2.1.)[31], є одним із найвідоміших та широко використовуваних навчальних посібників з геометрії для учнів середніх шкіл. Його високий авторитет серед вчителів та учнів пояснюється зрозумілим та послідовним підходом до вивчення геометричних концепцій та їх застосування в різних завданнях.

#### *Основні характеристики підручника:*

Структура та організація: Підручник ретельно організований та поділений на теми, що послідовно розвивають геометричні поняття від простого до складнішого. Кожна тема має логічний потік вивчення та надає детальне пояснення основних концепцій.

Теоретичний матеріал: Підручник містить чітко викладений теоретичний матеріал, який супроводжується рисунками та ілюстраціями для кращого розуміння концепцій. Пояснення є лаконічними, але вичерпними.

Практичні завдання: Кожен розділ містить багато різних практичних завдань та прикладів, які допомагають закріпити та застосувати знання. Завдання різної складності дозволяють вчителям і учням підібрати відповідний рівень завдань.

Задачі на доведення: Однією з сильних сторін підручника є розгорнуті задачі на доведення, які розвивають аналітичне мислення та допомагають засвоїти основи геометричних доведень.

Геометричні побудови: Підручник також акцентує на геометричних побудовах, дозволяючи учням візуально сприймати геометричні концепції та закони.

Заключні розділи: Вони містять більш глибоке вивчення геометричних тем, зокрема теорему Піфагора, відношення між кутами і сторонами прямокутного трикутника, ознаки подібності та інші.

Усі ці особливості роблять підручник "Геометрія" авторів Мерзляка дуже популярним і ефективним для вивчення геометрії на середньому шкільному рівні.

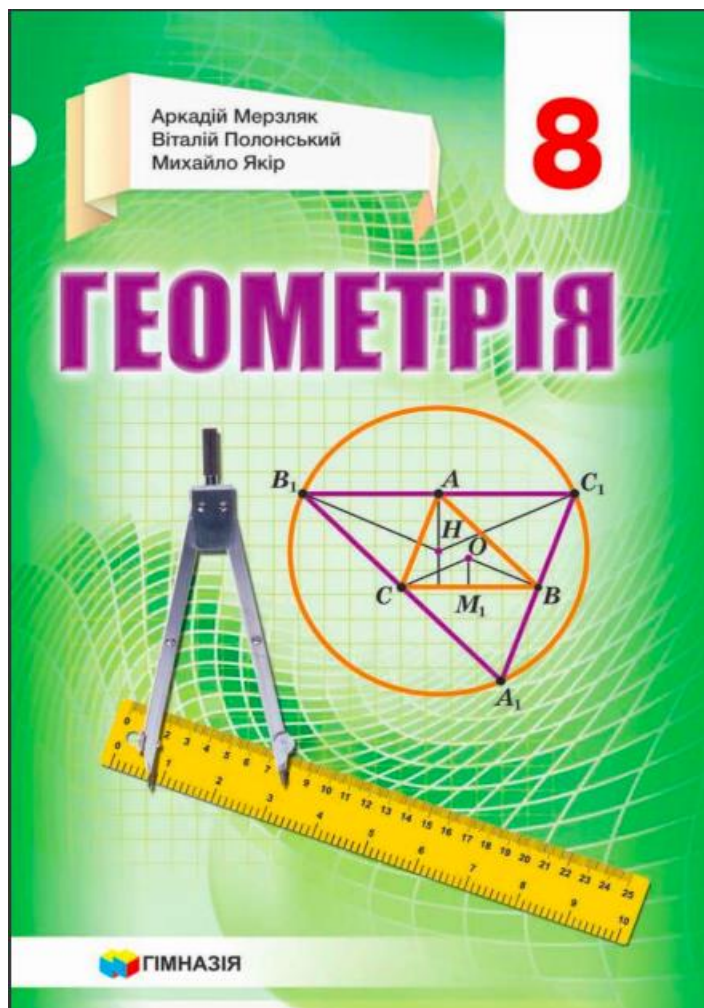


Рис.2.1. "Геометрія" 8 клас(авт. Мерзляк А.Г., Полонський В.Б., Якір М.С., Сидоренко Г.П.)

Учні вивчають, що таке трикутник, які є види трикутників, які властивості мають трикутники, а також як застосовувати тригонометрію для розв'язання задач на трикутники.

Вивчення трикутників передбачено у двох параграфах: «Подібність трикутників» та «Розв'язування прямокутних трикутників»(рис.2.2.).

У параграфі 2 подано матеріал про теорему Фалеса, про подібність трикутників. У параграфі 3 діти знайомляться з метричними співвідношеннями

в прямокутному трикутнику, з тригонометричними функціями, і найголовніше – з теоремою Піфагора.

|                                                                            |            |
|----------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1. Чотирикутник та його елементи .....                                     | 6          |
| • Держайте! .....                                                          | 14         |
| 2. Паралелограм. Властивості паралелограма .....                           | 15         |
| 3. Ознаки паралелограма .....                                              | 23         |
| • Необхідно і достатньо .....                                              | 28         |
| 4. Прямокутник .....                                                       | 30         |
| 5. Ромб .....                                                              | 34         |
| 6. Квадрат .....                                                           | 37         |
| 7. Середня лінія трикутника .....                                          | 40         |
| 8. Трапеція .....                                                          | 44         |
| <hr/>                                                                      |            |
| 17. Тригонометричні функції гострого кута<br>прямокутного трикутника ..... | 122        |
| 18. Розв'язування прямокутних трикутників .....                            | 129        |
| <i>Завдання № 3 «Перевірте себе» в тестовій формі .....</i>                | <i>136</i> |
| <i>Головне в параграфі 3 .....</i>                                         | <i>137</i> |

Рис.2.2. Параграфи у підручнику.

До кожного підпункту з передбачено практичні завдання на побудову, дослідження та розв'язання(рис.2.3.).

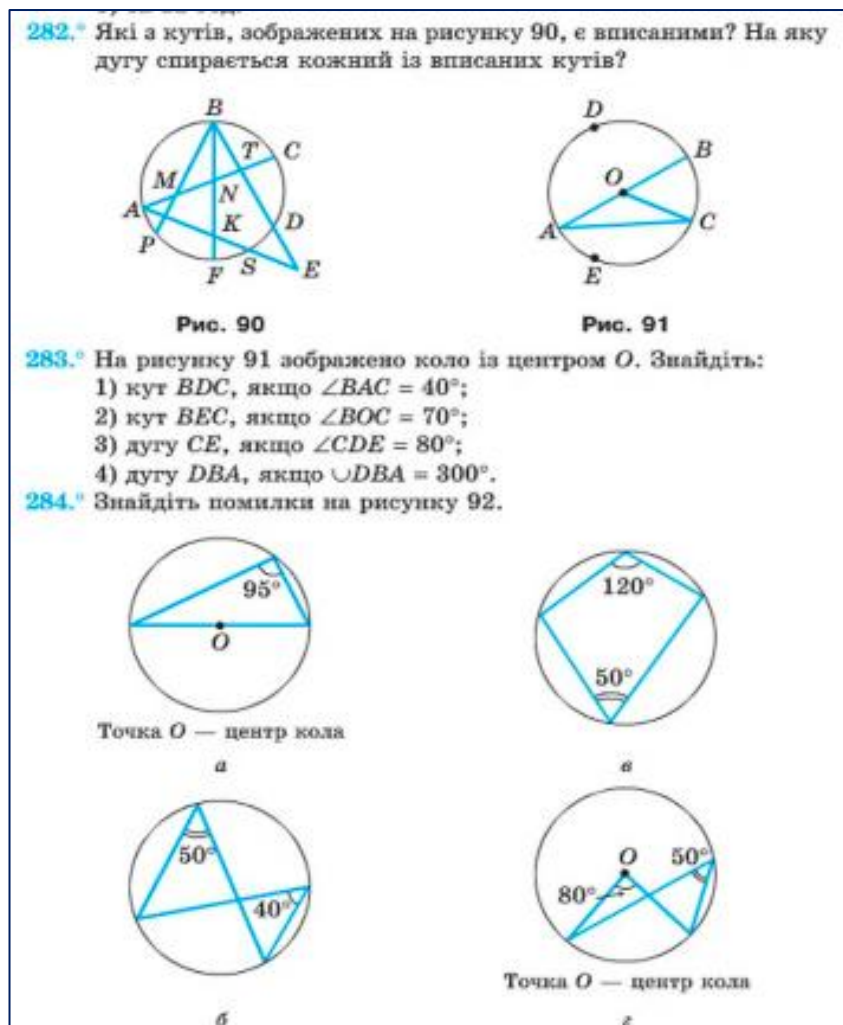


Рис.2.3. Завдання у підручнику.

Вивчення теми трикутників починається з визначення трикутника. «Трикутник – це геометрична фігура, яка має три кути і три сторони» [1].

Після визначення трикутника учні вивчають види трикутників. «Трикутники бувають рівнобедрені, рівносторонні і різносторонні»[1]. Далі учні вивчають властивості трикутників.

Нарешті, учні вивчають тригонометрію трикутників. «Тригонометрія трикутників – це розділ математики, який вивчає співвідношення між сторонами і кутами трикутника»[1].

Вивчення теми трикутників є важливою частиною курсу геометрії. Трикутники є одними з найпростіших геометричних фігур, але вони мають багато властивостей і застосувань. Знання властивостей трикутників і вміння застосовувати їх для розв'язання задач є необхідним для успішного вивчення інших розділів геометрії.

Однак, як показує аналіз підручника, у задачах відсутній STEM-орієнтований підхід до задач.

Багато підручників з геометрії базуються на традиційному підході до вивчення геометричних понять, теорем та методів. Вони можуть бути орієнтовані на вивчення класичних геометричних знань та навичок, не обов'язково орієнтовані на практичні застосування у сучасних STEM-дисциплінах.

Вивчення геометрії у підручниках зазвичай фокусується на розвитку геометричного мислення, доведень та розуміння основних геометричних концепцій. Такий підхід вартоцентрований на засвоєнні базових геометричних знань.

Підручники зазвичай створюються з урахуванням вимог державних навчальних програм. Зацікавленість у STEM-задачах може не бути обов'язковою частиною офіційних навчальних стандартів.

У багатьох випадках, додаткові підручники, збірники завдань, підручники для розвитку геометричного мислення можуть містити STEM-орієнтовані задачі. Однак, вони можуть розглядатися як додаткові джерела навчальних матеріалів.

Отже, відсутність STEM-орієнтованих задач у підручниках з геометрії може бути обумовлена різними факторами, але в цьому випадку важливо шукати додаткові джерела матеріалів, які зосереджуються на застосуванні геометричних концепцій у практичних ситуаціях STEM.

Розглянемо задачі до теми «Трикутники», які містять даний підхід та могли б бути як при викладі прикладів у підручнику з розв'язанням та покроковими поясненнями, так і задачами для розв'язання у класі чи самостійно.

**Задача 1.** Ви є інженером, який працює над дизайном моста. Вам потрібно визначити, яку силу витримає одна зі сталевих тяг, що утримують міст. Ви можете виміряти кут нахилу тяги до горизонту і відстань від верхньої точки тяги до центру моста. Дано: кут нахилу - 30 градусів, відстань до центру моста - 10 метрів, вважаючи тягу прямокутним трикутником з гіпотенузою вздовж тяги.

Знайдіть силу натягу тяги, якщо відомо, що матеріал тяги має максимальне навантаження в 50 000 Н (ньютонів).

Розв'язок:

Для початку, знайдемо вертикальну складову сили тяги. Вона буде рівна  $F_{\text{верт}} = F_{\text{макс}} \cdot \sin(\theta)$ , де  $F_{\text{макс}}$  - максимальна сила натягу,  $\theta$  - кут нахилу.

Далі, знайдемо горизонтальну складову сили тяги. Вона буде рівна  $F_{\text{гор}} = F_{\text{макс}} \cdot \cos(\theta)$

За теоремою Піфагора для прямокутного трикутника визначимо гіпотенузу  $F_{\text{гип}}$ , вона буде рівна  $\sqrt{F_{\text{верт}}^2 + F_{\text{гор}}^2}$ .

Якщо значення  $F_{\text{гип}}$  менше за максимальне навантаження  $F_{\text{макс}}$ , тоді тяга безпечна; інакше, вона перевищує допустиме навантаження і має бути зміцнена або замінена.

Підставимо відомі значення:

$$F_{\text{макс}} = 50,000 \text{ Н}$$

$$\theta = 30 \text{ градусів}$$

Обчислення:

$$F_{\text{верт}} = 50,000 \cdot \sin(30^\circ) \approx 25,000 \text{ Н}$$

$$F_{\text{гор}} = 50,000 \cdot \cos(30^\circ) \approx 43,301 \text{ Н}$$

$$F_{\text{гип}} = \sqrt{25,000^2 + 43,301^2} \approx F_{\text{гип}} = \sqrt{25,000^2 + 43,301^2} \approx 50,882 \text{ Н}$$

Отже, сила натягу тяги становить приблизно 50,882 Н, що є менше за максимальне навантаження. Таким чином, тяга є безпечною для даного навантаження.

**Задача 2.** Ви проектуєте сонячний колектор для збору сонячної енергії. Ваш колектор має мати форму рівнобедренного трикутника. Ви хочете з'ясувати, яку площу зможе захопити колектор, знаючи, що висота колектора дорівнює 2 метри, а кут вершини колектора - 45 градусів.

Знайдіть площу захоплення сонячного колектора.

Розв'язок:

Для початку, знайдемо довжину бічної сторони трикутника (однакової для рівнобедренного трикутника). Оскільки ви знаєте висоту та кут при вершині, то ви можете знайти бічну сторону за допомогою тригонометричних функцій. Бічна сторона буде рівна  $l = \frac{h}{\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}$ , де  $h$ - висота,  $\theta$  - кут вершини.

Площа трикутника може бути знайдена за допомогою формули  $S = \frac{1}{2} \cdot l \cdot h$ , де  $l$  - довжина бічної сторони,  $h$  - висота.

Підставимо відомі значення:

$$h = 2 \text{ м}$$

$$\theta = 45 \text{ градусів}$$

Обчислення:

$$l = \frac{2}{\sin\left(\frac{45}{2}\right)} \approx 2,83 \text{ м}$$

$$S = \frac{1}{2} \cdot 2,83 \cdot 2 \approx 2,83 \text{ м}^2$$

Отже, площа захоплення сонячного колектора становить приблизно 2.83 м<sup>2</sup>.

**Задача 3.** Ви інженер, який працює над створенням лазерного вимірювального пристрою для визначення відстаней до важкодосяжних об'єктів. Пристрій використовує принцип трикуткової тригонометрії. Ваша задача - розробити програмне забезпечення, яке обчислить відстань до об'єкту на основі виміряних кутів.

Ви вимірили два кути: перший кут дорівнює 60 градусів, другий кут дорівнює 30 градусів. Промінь лазера відбивається від об'єкту і повертається до приладу, створюючи форму прямокутного трикутника, де одна сторона - відома вам відстань до об'єкту. Використовуючи ці дані, обчисліть відстань до об'єкту.

Розв'язок:

Оскільки ви маєте прямокутний трикутник і знаєте два кути, вам відомий третій кут. Він дорівнює  $180 - 60 - 30 = 90$  градусів.

Ви можете використовувати тригонометричні функції, щоб обчислити відстань до об'єкту. Ви можете використовувати, наприклад, тангенс:

$$\tan(60^\circ) = \frac{\text{протилежа сторона}}{\text{прилегла сторона}}$$

Де прилегла сторона - це відома вам відстань до об'єкту.

Звідси можна знайти відстань: відстань = прилегла сторона  $\cdot \tan(60^\circ)$

Або використовуючи тригонометричні тотожності,

$$\tan(60^\circ) = \sqrt{3}: \text{відстань} = \text{прилегла сторона} \cdot \sqrt{3}$$

Значення прилеглої сторони може бути виміряне або вводиться користувачем або обчислене на підставі інших параметрів, що вам відомі.

Припустимо, що прилегла сторона дорівнює 2 метри.

Обчислення:

$$\text{відстань} = 2 \cdot \sqrt{3} \approx 3.46 \text{ м}$$

Отже, відстань до об'єкту становить приблизно 3.46 метра.

**Задача 4.** Ви інженер, що працює над розробкою системи дронів для картографування важкодоступних територій. Дрон відлітає на висоту 100 метрів і фотографує область під собою. Ви хочете з'ясувати, яка площа землі буде відображена на кожній фотографії.

Ви знаєте, що кут огляду камери дрона становить 60 градусів. Яку площу землі охопить кожна фотографія?

Розв'язок:

За допомогою кута огляду камери дрона (60 градусів) та відомої висоти (100 м), ви можете розрахувати відстань від камери до землі, використовуючи тригонометричну функцію тангенс:

$$\tan(30^\circ) = \frac{\text{протилежа сторона}}{\text{прилегла сторона}}$$

Де прилегла сторона - це висота дрона (100 м), а протилежа сторона - шукана відстань від камери до землі.

Звідси можна знайти відстань:

$$\text{відстань} = 100 \cdot \tan(30^\circ)$$

Оскільки камера дрона охоплює конус з основою в площині землі, площа кругового сегмента, який вона відображає, може бути знайдена за допомогою формули для площі кругового сегмента:

$$S = \frac{1}{2} r^2 (\theta - \sin \theta)$$

Де  $r$  - відстань від камери до землі,  $\theta$  - кут огляду камери.

Підставте відомі значення:

Відстань  $r = 100 \cdot \tan(30^\circ)$

Кут огляду  $\theta = 60$  градусів

Обчислення:

Відстань  $r \approx 57,74$  м

$\theta$  переведемо в радіани:  $\theta = 60^\circ \cdot \frac{\pi}{180} \approx 1.047, \text{рад}$

$$S = \frac{1}{2} \cdot 57.74^2 \cdot (1.047 - \sin(1.047)) \approx 1818.42, \text{м}^2$$

Отже, площа землі, яку охоплює кожна фотографія дрона, становить приблизно 1818.42 квадратних метра.

**Задача 5.** Ви розробляєте систему для визначення висоти будівель за допомогою вимірювання кутів на вершинах будівлі. Ви бачите будівлю та виміряли кути на вершинах будівлі: перший кут - 70 градусів, другий кут - 55 градусів, третій кут - 55 градусів. Відомо, що висота першої точки вимірювання становить 1.5 метра. Визначте висоту будівлі.

Розв'язок:

За допомогою кутів, які ви вимірили, можна зрозуміти, що ви маєте справу з рівнобедреним трикутником, де два кути дорівнюють 55 градусів. Це означає, що протилежні бічні сторони рівні.

Ви можете використовувати відому вам висоту першої точки вимірювання та теорему трикутника для знаходження іншої висоти. Один з кутів трикутника - 70 градусів, тому ви можете визначити другий кут, використовуючи відомий факт, що сума кутів в трикутнику дорівнює 180 градусів:  $180 - 70 - 55 = 55$  градусів.

Тепер, знаючи один кут і протилежну бічну сторону, ви можете використовувати тригонометричні функції, щоб знайти другу висоту:

$$\tan(55^\circ) = \frac{\text{протилежна сторона}}{\text{прилегла сторона}}$$

Де прилегла сторона - це відома вам висота (1.5 м), а протилежна сторона - друга висота будівлі, яку ви хочете знайти.

Звідси можна знайти другу висоту:

$$\text{друга висота} = 1.5 \cdot \tan(55^\circ)$$

Тепер у вас є відомі значення першої висоти та другої висоти. Висота будівлі дорівнює сумі цих двох висот:

$$\text{висота будівлі} = 1.5 + \text{друга висота}$$

Підставимо відомі значення:

$$\text{Перша висота} = 1.5 \text{ м}$$

$$\text{Кут } 55^\circ \text{ в радіанах} = 55^\circ \cdot \frac{\pi}{180}$$

Обчислення:

$$\text{Друга висота} \approx 1.5 \cdot \tan\left(55^\circ \cdot \frac{\pi}{180}\right)$$

$$\text{Висота будівлі} \approx 1.5 + \text{друга висота}$$

Отже, висота будівлі становить приблизно обчислене значення, яке може бути отримано з обчислення, і варто використовувати калькулятор або програмне забезпечення для точних результатів.

**Задача 6.** Ви студент фізичного факультету і вирішили дослідити висоту великої гори, використовуючи геодезичні методи. Ви розташувались на дні долини і вимірили кут під яким виглядає вершина гори: 15 градусів. Потім ви піднялись на платформу на висоту 500 метрів над рівнем долини і вимірили кут на вершину гори з цієї нової точки: 10 градусів. Визначте висоту гори.

Розв'язок:

Ви маєте справу з двома схожими трикутниками, де однакові кути при вершині. Відомий кут, протилежний зростаючому бічному стороні (висоті гори), та бічна сторона, протилежна спільному куту.

Знаючи, що висота піднялась на 500 метрів, ви створили подібний трикутник і відповідна бічна сторона збільшилась. Відношення бічних сторін у подібних трикутниках рівне відношенню їх відповідних висот:

$$\frac{\text{висота гори}}{500} = \frac{\text{бічна сторона з платформи}}{\text{бічна сторона з долини}}$$

Знаючи відомі кути та використовуючи тригонометричні функції, можна визначити відношення бічних сторін:

$$\tan(15^\circ) = \frac{\text{висота гори}}{\text{бічна сторона з долини}}$$

$$\tan(10^\circ) = \frac{\text{висота гори} + 500}{\text{бічна сторона з платформи}}$$

Розв'яжемо систему рівнянь для знаходження висоти гори:

$$\frac{\text{висота гори}}{\text{бічна сторона з долини}} = \tan(15^\circ)$$

$$\frac{\text{висота гори} + 500}{\text{бічна сторона з платформи}} = \tan(10^\circ)$$

Знаючи, що бічна сторона з платформи дорівнює  $\sqrt{\text{бічна сторона з долини}^2 + 500^2}$ , можна виразити висоту гори та підставити в перше рівняння.

Підставимо відомі значення:

$$\text{бічна сторона з долини} = 500 / \tan(15^\circ)$$

$$\text{бічна сторона з платформи} = \sqrt{\text{бічна сторона з долини}^2 + 500^2}$$

$$\text{Кути в радіанах: } 15^\circ \cdot \frac{\pi}{180}, 10^\circ \cdot \frac{\pi}{180}$$

Обчислення:

$$\text{Висота гори} \approx \text{бічна сторона з долини} \cdot \tan\left(15^\circ \cdot \frac{\pi}{180}\right)$$

Отже, висота гори становить приблизно розрахункове значення, яке можна отримати з обчислення, і необхідно використовувати калькулятор або програмне забезпечення для точних обчислень.

**Задача 7.** Ви інженер на космічній станції, яка здійснює астрономічні спостереження. Вам потрібно визначити відстань до певної зірки. Ви використовуєте метод паралаксу: вимірюєте кутовий зсув позиції зірки при вибуху сонячної активності.

Ви виміряли кутовий зсув величиною 0.1 секунди дуги (arcseconds). Через 6 місяців ви виміряли протилежний кутовий зсув, також 0.1 секунди дуги. Визначте відстань до цієї зірки.

Розв'язок:

Ви маєте справу з паралаксом - явищем, коли змінюючи точку спостереження на протилежний бік орбіти Землі, ми спостерігаємо зсув позиції зірки на небесній сфері.

Відстань до зірки можна визначити за допомогою геометричних співвідношень в трикутнику, де одні кутові зсуви - це протилежні кути прямокутного трикутника, а відстань - це прилегла сторона.

Використовуючи тригонометричний підхід, можна ввести формулу:

$$\tan(\text{половина кутового зсуву}) = \frac{\text{половина бази}}{\text{відстань}}$$

Половину бази можна виразити як  $\frac{\text{річний зсув}}{2}$ , де річний зсув - це різниця кутових зсувів за 6 місяців.

Тоді, підставивши ці значення у рівняння, можна знайти відстань:

$$\text{відстань} = \frac{\text{половина бази}}{\tan(\text{половина кутового зсуву})}$$

Підставимо відомі значення:

Річний зсув = 0.1 секунди дуги

Половина кутового зсуву = 0.1 секунди дуги / 2

Обчислення:

Половина бази = 0.1 секунди дуги / 2

$$\text{Відстань} \approx \frac{\text{половина бази}}{\tan(\text{половина кутового зсуву})}$$

Отже, відстань до зірки становить приблизно розрахункове значення, яке можна отримати з обчислення, і необхідно використовувати калькулятор або програмне забезпечення для точних обчислень.

**Задача 8.** Ви плануєте побудувати новий високий хмарочос у місті. Щоб визначити максимальну висоту будівлі, яку ви можете побудувати на даній ділянці землі, вам потрібно визначити довжину тіні, яку викидає будівля при певному куті сонячного світла.

Ви виміряли кут нахилу сонячного проміння до горизонту - 30 градусів. Довжина тіні, яку кидає високий предмет, такий як вежа будівлі, становить 50 метрів. Визначте максимальну можливу висоту будівлі на цій ділянці землі.

Розв'язок:

Ви можете вирішити цю задачу за допомогою синусу кута нахилу та відношення протилежної та гіпотенузи прямокутного трикутника.

Висота будівлі буде рівна довжині протилежної сторони трикутника.

Знаючи кут нахилу сонячного проміння та довжину тіні, ви можете використовувати тригонометричну функцію синуса:

$$\sin(\text{кут нахилу}) = \frac{\text{протилежна сторона}}{\text{гіпотенуза}}$$

Де протилежна сторона - це висота будівлі, а гіпотенуза - довжина тіні.

Звідси можна виразити висоту будівлі:

$$\text{висота будівлі} = \text{довжина тіні} \cdot \sin(\text{кут нахилу})$$

Підставимо відомі значення:

Довжина тіні = 50 м

Кут нахилу = 30 градусів

Обчислення:

$$\text{висота будівлі} = 50 \cdot \sin(30^\circ)$$

Отже, максимально можлива висота будівлі на цій ділянці землі становить приблизно 25 метрів.

**Задача 9.** Ви геолог, який вивчає гірську місцевість. Ви бачите великий схил гори, і вам потрібно виміряти його кут нахилу, але з вас немає інструментів. Ви відомо, що схил має невелику платформу, на яку можна влізти і стати на горизонтальну поверхню. Ви розміститесь на цій платформі і виміряєте кут нахилу до горизонту з точки стоянки на платформі. Потім ви знову виміряєте кут нахилу, але вже з верхньої точки схилу. Знаючи, що висота платформи 2 метри, визначте висоту схилу гори.

Розв'язок:

Ви можете вирішити цю задачу за допомогою тангенсу кута нахилу та використовуючи геометричні властивості прямокутного трикутника.

Платформа допомагає вам створити два подібних трикутника: один з вас на платформі до точки на схилі, і інший - з вас на платформі до верхньої точки схилу.

Знаючи, що платформа має висоту 2 метри, ви вже маєте висоту одного трикутника.

Ви можете використовувати тригонометричний підхід для знаходження другої висоти:

$$\tan(\text{кут нахилу з верхньої точки}) = \frac{\text{протилежна сторона}}{\text{прилегла сторона}}$$

Де протилежна сторона - це висота схилу, а прилегла сторона - різниця висот (висота схилу - висота платформи).

Звідси можна виразити висоту схилу:

$$\begin{aligned} \text{висота схилу} \\ &= \text{висота платформи} + \text{висота платформи} \\ &\quad \cdot \tan(\text{кут нахилу з верхньої точки}) \end{aligned}$$

Підставимо відомі значення:

Висота платформи = 2 м

Висота платформи (для різниці висот) = 2 м

Кут нахилу (з верхньої точки) = значення в радіанах

Обчислення:

Висота схилу  $\approx 2 + 2 \cdot \tan(\text{кут нахилу (з верхньої точки)})$

Отже, висота схилу гори становить приблизно обчислене значення, яке можна отримати з обчислення, і варто використовувати калькулятор або програмне забезпечення для точних обчислень.

**Задача 10.** Ви геодезист на роботі з картографування і маєте виміряти висоту недоступної вершини гори. Ви встановлюєте GPS-приймач на відомій висоті на підніжжі гори та далекомір на протилежному березі озера. З першого пункту ви бачите вершину гори під кутом 15 градусів від горизонту, а з другого пункту - під кутом 10 градусів. Визначте висоту вершини гори.

Задача полягає в знаходженні висоти вершини гори за допомогою тригонометричних відношень. Ось розв'язок:

Позначимо відомі величини:

$h$  - висота вершини гори (яку ми хочемо знайти)

$d$  - відстань від вершини гори до місця встановлення далекоміру (на протилежному березі озера)

$h_{GPS}$  - висота на підніжжі гори, де встановлений GPS-приймач

$a$  - відстань від вершини гори до місця встановлення GPS-приймача

За допомогою тригонометричних відношень, ми можемо записати:

$$\tan(15^\circ) = \frac{h}{d}$$

$$\tan(10^\circ) = \frac{h}{a}$$

Ми також можемо виразити  $a$  через  $d$  та  $h_{GPS}$ :

$$a = \sqrt{d^2 + (h_{GPS} - h)^2}$$

Розв'язавши систему рівнянь, ми можемо виразити висоту вершини  $h$ :

$$h = d \cdot \tan(15^\circ) = a \cdot \tan(10^\circ) = \sqrt{d^2 + (h_{GPS} - h)^2} \cdot \tan(10^\circ)$$

Тепер ми можемо розв'язати це рівняння чисельно або за допомогою ітеративних методів для знаходження значення  $h$ .

Цей розв'язок дозволяє знаходити висоту вершини гори, використовуючи інформацію про кути погляду з двох різних точок та відстань між ними.

Отже, як показують приклади розв'язання STEM задач, умова їхня є цікавою, розвиває уяву, містить міжпредметні зв'язки, і наголовніше – дозволяє краще вивчити тему «Трикутник».

### 2.2.1 Проєкт «Архітектура та геометрія»

Проєкти з використанням STEM-підходу в навчанні теми "Трикутники" мають велике значення для уроків математики, оскільки вони сприяють глибшому розумінню матеріалу, забезпечують зв'язок з реальними життєвими ситуаціями та розвивають навички вирішення задач.

Розглянемо детально план заняття, який дозволить учням на практиці з'єднати геометричні концепції з реальними архітектурними завданнями, розвиваючи навички аналізу, моделювання та творчого мислення.

## План заняття «Архітектура та геометрія»

*Тривалість заняття:* 90 хвилин

*Мета заняття:* Дослідити взаємозв'язок між геометричними концепціями та архітектурою, використовуючи тему трикутників. Розробити навички вирішення практичних завдань, пов'язаних зі створенням архітектурних споруд.

*План заняття:*

### 1. Вступ (10 хвилин):

Пояснення мети та значення проєкту "Архітектура та геометрія".

Відомості про використання геометрії в архітектурі та інженерії.

### 2. Вивчення теорії трикутників (15 хвилин):

Короткий огляд різних типів трикутників та їх властивостей (рівнобедренні, рівносторонні, прямокутні).

Пояснення теорем Піфагора та синусів, які можуть бути застосовані у проєкті.

### 3. Дослідження архітектурних споруд (20 хвилин):

Учні обирають певні архітектурні споруди для дослідження (мости, будівлі, вежі тощо).

Вони досліджують історію, архітектурні особливості та геометричний підхід, що лежить в основі кожної споруди.

### 4. Практичне застосування трикутників (25 хвилин):

Учні працюють у групах над завданнями, пов'язаними зі створенням архітектурних проєктів.

Завдання можуть включати планування, моделювання, обчислення розмірів та властивостей трикутників у контексті створення споруди.

### 5. Моделювання та дизайн (15 хвилин):

Групи презентують свої архітектурні моделі, пояснюють вибір геометричних рішень та властивостей трикутників у своїх проєктах.

### 6. Обговорення та висновки (5 хвилин):

Обговорення ролі геометрії у створенні архітектурних шедеврів.

Висновки щодо важливості вивчення та застосування трикутників у реальному житті.

7. Домашнє завдання (5 хвилин):

Учні можуть бути запрошені до виконання індивідуальних завдань, пов'язаних зі створенням моделей архітектурних споруд або розв'язанням конкретних задач з геометрії трикутників.

Для аналізу архітектури вчитель може заздалегідь обрати світлини:

1. Піраміди(рис.2.4.)



Рис.2.4.

2. Мости(рис.2.5.).

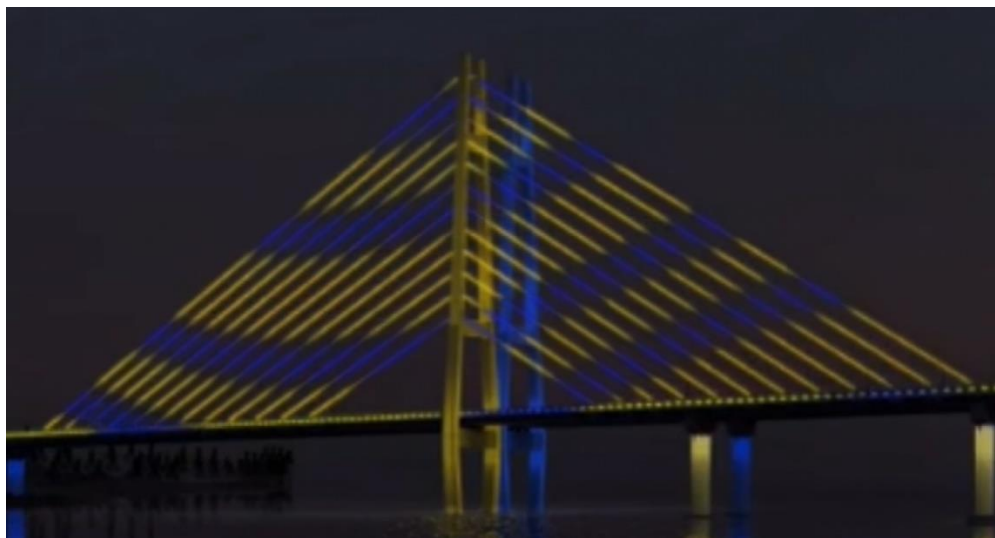


Рис.2.5.

3. Будинки з сучасним дизайном(рис.2.6.).



Рис.2.6.

4. Вікна(рис.2.7.).



Рис.2.7.

5. Лувр(рис.2.8.).



Рис.2.8.

До пункту 4 «Практичне застосування трикутників» можна використовувати наступні завдання:

**Завдання 1.** Архітектори проектували відомий пірамідальний вхід до Лувру в Парижі. Піраміда має квадратну основу, і до відомостей про її розміри було доступно лише обмежену кількість інформації. Для того щоб визначити довжину сторони основи піраміди, архітектори використовували англійський та метричний підходи.

У них були наступні дані:

З англійського підходу: Загальна довжина стежки від входу до вершини піраміди складає 666 футів.

З метричного підходу: Відстань від вершини піраміди до центра входу складає 182.88 метрів.

Визначте довжину сторони квадратної основи піраміди в обох метричних та англійських одиницях.

**Завдання 2.** Архітектори планують побудувати стіни, які утворять внутрішній двір у вигляді рівнобедренного трикутника. Висота цього трикутника

(від основи до вершини) дорівнює 12 метрів, а кут при вершині дорівнює 60 градусів. Визначте площу цього внутрішнього двору.

**Завдання 3.** Архітектори працюють над проектом піраміди для археологічного музею. Вони хочуть, щоб бічні грані піраміди були рівнобедреними трикутниками, а вершина піраміди лежала на відстані 20 метрів над рівнем землі. Кут між однією з бічних граней та основою піраміди становить 45 градусів. Визначте площу бічної грані та об'єм цієї піраміди.

### **2.2.2 Проєкт «Фотографія через геометрію»**

Проєкт "Фотографія через геометрію" є захоплюючим способом поєднання мистецтва фотографії та геометричних концепцій, що дає учням можливість вивчити трикутники з інноваційної та практичної точки зору. Цей проєкт допоможе учням сприйняти геометрію як інструмент для креативності та артистичного вираження, показавши, як геометричні форми можуть бути застосовані в мистецтві та повсякденному житті.

#### **План проєкту «Фотографія через геометрію»**

##### **1. Введення до проєкту (1 урок):**

Вчитель пояснює учням мету та значення проєкту, а також відзначає, як важливо розуміти геометричні поняття для створення високоякісних фотографій.

Вивчення основних понять трикутників (сторони, кути, властивості).

##### **2. Ознайомлення з теорією (1-2 уроки):**

Проведення додаткових уроків з геометрії, спрямованих на вивчення концепцій трикутників, які будуть застосовуватися у проєкті.

Пояснення понять, таких як рівнобедрений трикутник, рівносторонній трикутник, теореми про кути, площу та периметр трикутника.

##### **3. Вибір теми та планування фотосесії (1 урок):**

Учні обирають тему для своєї фотосесії, де будуть використовуватися геометричні форми, зокрема трикутники.

Розробка концепції фотосесії, визначення місця, об'єктів та композиції, де будуть домінувати геометричні форми.

##### **4. Зйомка фотографій (2-3 уроки):**

Учні працюють в малих групах або індивідуально, створюючи фотографії за обраною темою.

Вони шукають об'єкти та сцени, що включають трикутники, а також експериментують з ракурсами та освітленням.

#### 5. Аналіз та редагування фотографій (2 уроки):

Учні вивчають отримані фотографії та обирають найкращі з них.

Вони можуть використовувати графічне програмне забезпечення для обробки та редагування фотографій, вдосконалюючи композицію та виразність.

#### 6. Презентація проєкту (1 урок):

Кожна група або учень презентує свої фотографії перед класом, пояснюючи вибір об'єктів, композиційних прийомів та геометричних елементів.

Вчитель та однокласники можуть задавати питання та обговорювати вибір стильових рішень.

#### 7. Рефлексія (1 урок):

Учні аналізують свій досвід, визначають, як геометричні знання допомогли їм покращити якість фотографій.

Обговорення того, як вони можуть застосовувати геометрію в майбутньому для створення ще кращих фотографій.

До пункту 1 «Введення до проєкту» варто чітко сформулювати основний *перебіг роботи*:

Учням необхідно на підсумковому занятті захистити свою роботу, представивши учням класу свою працю у вигляді підсумкового продукту – або презентації, або виготовленої роботи.

#### *Завдання:*

Вам потрібно створити альбом старих і сучасних фотографій архітектурних пам'яток м. Івано-Франківськ.

1) На кожній фотографії відшукати трикутники і показати це на фото. Здійснити короткий опис пам'ятки архітектури.

2) Роботу оформити у фотоальбом. Для фінального захисту проєкту створити презентацію.

Як приклад можна використовувати фото зображені на рис. 2.9, 2.10.



Рис.2.9.



Рис.2.10.

## Висновки до розділу 2

У даному розділі розкрито методичні аспекти реалізації STEM-орієнтованого підходу у вивченні математики в освітньому процесі, зокрема в аспекті трикутників. Цей розділ надає практичні поради та позитивні підходи до навчання, які сприяють поглибленому розумінню математичних концепцій та розвитку навичок співпраці та творчості.

Також з'ясовано значущість використання STEM-задач у вивченні математики. Вони дозволяють учням бачити практичне застосування математичних знань у реальних ситуаціях, стимулюючи їх цікавість та мотивацію.

У розділі висвітлено важливість організації STEM-орієнтованого навчання через проєктну діяльність. Проєкти дозволяють учням глибше зануритися у вивчення математичних концепцій, а також застосовувати їх у практичних завданнях.

Також розділ містить запропоновані два STEM-проєкти. Проєкт "Архітектура та геометрія" демонструє, як знання трикутників можуть бути використані для розрахунків та проектування архітектурних об'єктів. Проєкт "Фотографія через геометрію" дозволяє учням розуміти, як геометричні форми можуть бути використані для створення естетичної та виразної мистецької роботи.

Отже, інноваційні методи вивчення математики, що реалізуються через STEM-орієнтований підхід, посідають важливе місце у процесі навчання. Впровадження проєктної діяльності допомагає учням зблизитися з реальними задачами та розвивати навички, які є ключовими для успіху в сучасному світі.

## РОЗДІЛ 3. РЕСУРС «ТРИКУТНИКИ ЧЕРЕЗ STEM»

### 3.1. Призначення та путівник ресурсу

Для вивчення трикутників з використанням STEM-підходу на сьогоднішній день виникає брак ресурсів для його реалізації, зокрема й онлайн ресурсів. Тому нами було вирішено створити онлайн ресурс, де б вчитель міг знайти матеріали, які він міг би використовувати в своїй роботі, а учні могли б самостійно пройти навчання.

Створений ресурс називається «ТРИКУТНИКИ ЧЕРЕЗ STEM»(рис.3.1.) Сайт містить 4 сторінки: сторінка «Головна», «Навчання», «Цікавинки», «Робимо проєкт»(рис.1.2.).

Сторінка «Головна» містить вітальне слово, а також інструкції з користування ресурсу. Супровід кожного з кроку відбувається разом із персонажем мультфільму «Мадагаскар» - король Джуліан, фанами якого є як і діти, так і дорослі. Завдяки «супроводу» короля Джуліана на кожному кроці, створюється атмосфера легкості та ненав'язливості, яка сприяє кращому закріпленню матеріалу, виходу із класичного форми уроку.



Рис.3.1. Ресурс «ТРИКУТНИКИ ЧЕРЕЗ STEM».

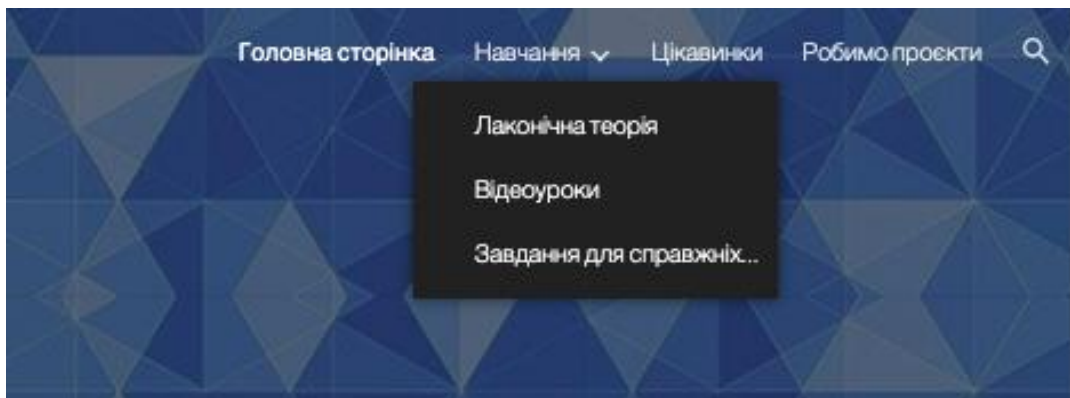


Рис.3.2. Сторінки ресурсу.

Сторінка «Навчання»(рис.3.3.) містить 3 сторінки: «Лаконічна теорія», «Відеоуроки» та «Завдання для справжніх дослідників».

Сторінка Лаконічна теорія»(рис.3.4.) містить усі базові означення, теореми та ін., що стосується теми трикутників. Сторінка «Відеоуроки»(рис.3.5.) містить вбудоване відео з YouTube , де розповідається детальне пояснення розв’язання трикутників. Сторінка «Завдання для справжніх дослідників»(рис.3.6.) містить 5 задач у формі STEM, тобто це не є класична задача як шкільного підручника, а задача, яку треба уявити, подумати та виконати.

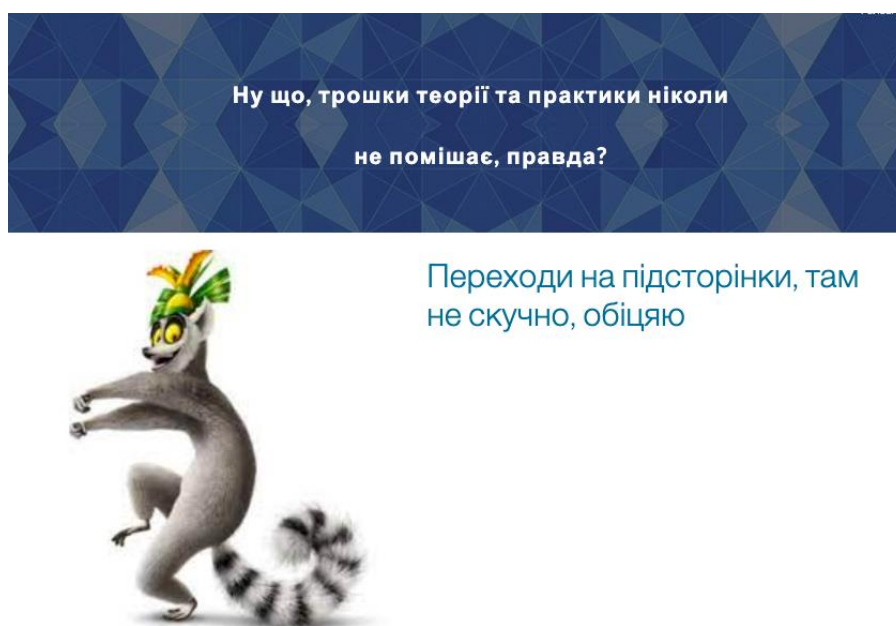
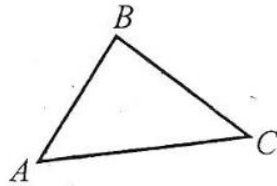


Рис.3.3. Сторінка «Навчання».

# Лаконічна теорія

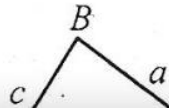


Пройдемося по теорії(обіцяю, тільки коротко і ясно, тут тільки ази)



*Трикутник* – це геометрична фігура, що складається із трьох точок, які не лежать на одній прямій, і відрізків, які з'єднують ці точки. Точки називають *вершинами* трикутника, а відрізки – його *сторонами*.

*Наприклад*: трикутник із вершинами  $A, B, C$  і сторонами  $AB, BC, AC$ . Цей трикутник позначається так:  $\triangle ABC$ .



Кути  $\angle CAB, \angle ABC, \angle ACB$  називаються *кутами трикутника*. Найчастіше їх позначають однією буквою. Сторону  $BC$  і кут  $A$  трикутника  $ABC$  називають *протилежними*. Протилежними є також сторона  $AB$  і кут  $C$ , сторона  $AC$  і кут  $B$ . Кути  $A$  і  $C$ ,  $B$  і  $C$ ,  $A$  і  $B$  називаються *прилеглими* до сторін  $AC, BC, AB$ .

*Периметром* трикутника називають суму довжин трьох сторін трикутника. Якщо периметр трикутника позначити буквою  $P$ , а довжини сторін  $BC, AC$  і  $AB$  відповідно  $a, b$  і  $c$ , то маємо:

Рис.3.4. Сторінка Лаконічна теорія».

## Відеоуроки



А тут уже матеріал важчий, але ми впораємось!

Переглянь відеоурок:

(занотуй все, що призабув)

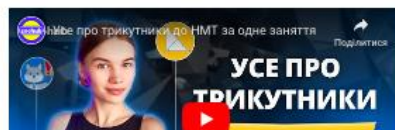


Рис.3.5. Сторінка «Відеоуроки».

# Завдання для справжніх дослідників



А тепер - задачки!

Але вони аж ніяк не нудні!

**Задача 1.** Ви є інженером, який працює над дизайном моста. Вам потрібно визначити, яку силу витримає одна зі сталевих тиж, що утримують міст. Ви можете виміряти кут нахилу тижі до горизонту і відстань від верхньої точки тижі до центру моста. Дано: кут нахилу -  $30^\circ$  градусів, відстань до центру моста - 10 метрів, вважаючи тижі прямокутним трикутником з гіпотенузою вздовж тижі.

Знайдіть силу натягу тижі, якщо відомо, що матеріал тижі має максимальне навантаження в 50 000 Н (ньютонів).

**Задача 2.** Ви проектуєте сонячний колектор для збору сонячної енергії. Ваш колектор має мати форму рівнобедреного трикутника. Ви хочете з'ясувати, яку площу зможе захопити колектор, знаючи, що висота колектора дорівнює 2 метри, а кут вершини колектора -  $45^\circ$  градусів.

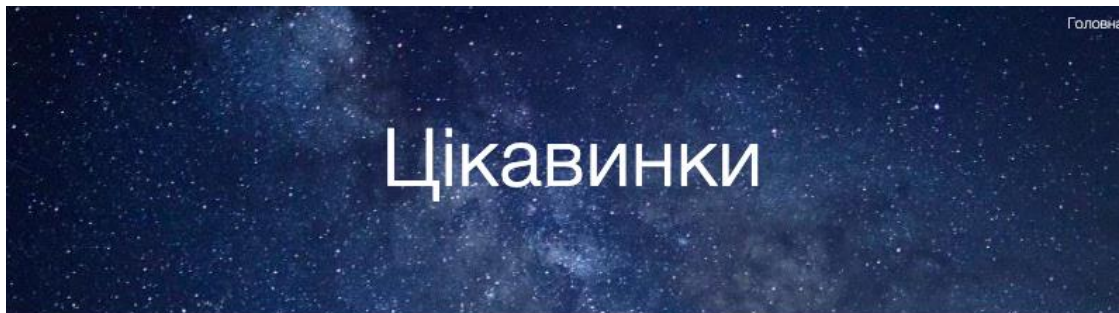
Знайдіть площу захоплення сонячного колектора.

**Задача 3.** Ви інженер, який працює над створенням лазерного вимірювального пристрою для визначення відстаней до важкодоступних об'єктів. Пристрій використовує принцип трикуткової тригонометрії. Ваша задача - розробити програмне забезпечення, яке обчислить відстань до об'єкту на основі виміряних кутів.

Ви виміряли два кути: перший кут дорівнює  $60^\circ$  градусів, другий кут дорівнює  $30^\circ$  градусів. Промінь лазера відбивається від об'єкту і повертається до приладу, створюючи форму прямокутного трикутника, де одна сторона - відома вам відстань до об'єкту. Використовуючи ці

Рис.3.6. Сторінка «Завдання для справжніх дослідників».

Також є сторінка «Цікавинки»(рис.3.7), щоб утримати інтерес до теми «Трикутники», покращити мотивацію, увагу, подати інформацію, яку не можна знайти в стандартному підручнику.



- **Трикутники на планетах:** У 1970 році американська місія "Аполлон-11" висадилася на Місяць, і вчені зібрали дані про трикутники, які утворені на поверхні Місяця. Такі трикутники можуть бути плоскими, які утворюють пірамідальні воронки вулканічних кратерів.
- **Трикутник в образотворчому мистецтві:** Історія образотворчого мистецтва багата використанням геометричних форм, зокрема трикутників. Наприклад, в роботах Леонардо да Вінчі та П'єтра Перуджіно можна побачити використання трикутничкової композиції для надання образам глибини та гармонії.
- **Трикутники та інтернет:** У більшості з нас є можливість визначити, чи є щось рівностороннім трикутником лише шляхом подивитися на символ Wi-Fi на наших пристроях. Трикутники можуть символізувати підключення та комунікацію.
- **Загадковість пірамід:** Піраміди - це одна з найдавніших та найзагадковіших геометричних структур. Трикутники складаються з чотирьох рівних трикутників, які в теорії мають схожі геометричні властивості, однак точні механізми їх побудови в давньому Єгипті залишаються загадковими.
- **Трикутники в біології:** Трикутники також зустрічаються в природі. Наприклад, літаючі комахи, такі як бджоли, мають трикутну форму тіла, яка допомагає їм ефективно керувати польотом.
- **Трикутники в культурі:** Трикутники мають символічне значення в різних культурах. У християнстві трикутник може символізувати Святу Трійцю. У деяких культурах трикутник вважається символом жіночості чи чоловічості.
- **Трикутники в геометрії простору:** В геометрії трьохвимірному простору трикутники стають частинами плоских граней пірамід, призм та інших полієдрів.
- **Фрідел і трикутники:** Математик Людвіг Фрідел розробив теорію графів, яка заснована на понятті трикутників. Його теорія відіграла важливу роль у розвитку теоретичної інформатики та розробці алгоритмів.

Рис.3.7. Сторінка «Цікавинки».

І фінальна сторінка – «Робимо проект»(рис.3.8) .Дана сторінка містить лаконічні і невеличкі за змістом інструкції щодо виконання вище поданого та описаного про'кту «Фотографія через геометрію».

# Робимо проекти



І тепер найцікавіше:  
**ПРОЄКТ**

(звучить не зрозуміло, але все дуже просто)

## Проект «Фотографія через геометрію»

### Завдання:

Тобі потрібно створити альбом старих і сучасних фотографій архітектурних пам'яток м. Івано-Франківськ.

- 1) На кожній фотографії відшукати трикутники і показати це на фото. Здійснити короткий опис пам'ятки архітектури.
- 2) Роботу оформити у фотоальбом. Для фінального проекту створи презентацію.

*І ВСЕ! (а то так все страшно звучало)*

Час виконання: 1 місяць

Тому можна назбирати багато фотоматеріалу, гуляючи та вивчаючи рідне місто!

Як зразочок маю для тебе фото:



Рис.3.8.

Для зручності переходу на сайту з розроблено QR-код(рис.3.9.), який вчитель може прикріпити в кабінеті видрукувавши, або просто показавши з свого телефону чи ви іншого мультимедійного пристрою.



Рис.3.9. QR-код для переходу на сайт.

### **3. 2. Апробація**

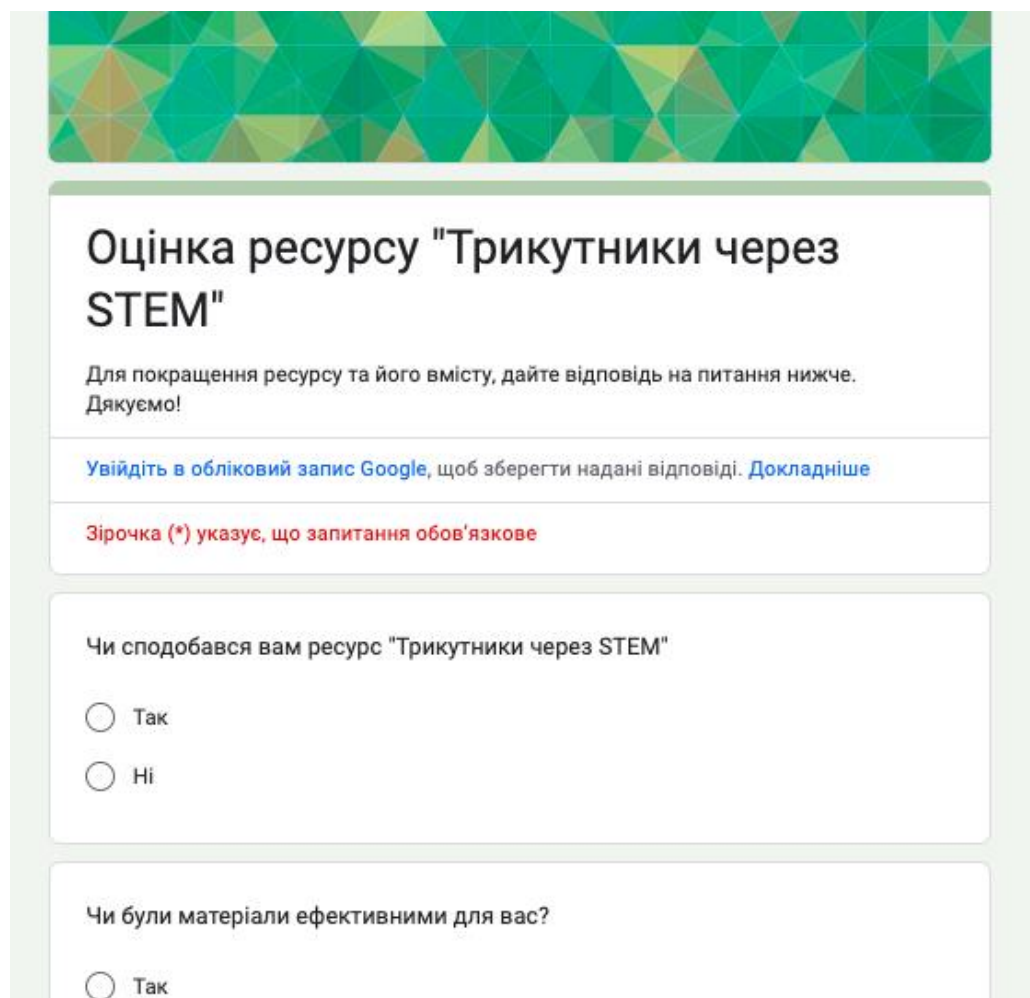
Апробація ресурсу "Трикутники через STEM" у школі є ключовим кроком для визначення ефективності та придатності ресурсу для вивчення трикутників. Також вона допомагає переконатися, що ресурс відповідає потребам, є ефективним і може позитивно вплинути на навчання учнів, сприяючи розвитку їхнього розуміння трикутників та STEM-навичок.

Апробація проходила в Ліцеї №15 Івано-Франківської міської ради з учнями 7-х класів. Учням було запропоновано таку організацію роботи: на створеному ресурсі діти мали самостійно опрацювати теоретичний матеріал, задачі, які є на ресурсі виконувалися під час класної роботи. Реалізацію проєкту діти виконували кожен самостійно і в кінці захищали його. До захисту проєкту діти створювали презентації(рис.3.10).

Рис.3.10. Роботи дітей.

Для того щоб оцінити курс нами було створювана опитувальник «Оцінка ресурсу «Трикутники через STEM». Опитування містило наступні запитання:

- «Чи сподобався вам ресурс "Трикутники через STEM»
- «Чи були матеріали ефективними для вас?»
- «Чи рекомендували ресурс своїм друзям-школярам?»
- «Оцініть за шкалою від 1 до 5 ефективність ресурсу».
- «Надайте свої пропозиції для покращення ресурсу»



**Оцінка ресурсу "Трикутники через STEM"**

Для покращення ресурсу та його вмісту, дайте відповідь на питання нижче. Дякуємо!

[Увійдіть в обліковий запис Google](#), щоб зберегти надані відповіді. [Докладніше](#)

Зірочка (\*) указує, що запитання обов'язкове

Чи сподобався вам ресурс "Трикутники через STEM"

☐ Так

☐ Ні

Чи були матеріали ефективними для вас?

☐ Так

Рис.3.11. Опитувальник.

Опитування пройшло 19 респондентів на запитання «Чи були матеріали ефективними для вас» 89,5 відсотків опитаних відповіли що так, а 10,5 відсотка відповіли що ні(рис.3.12.).

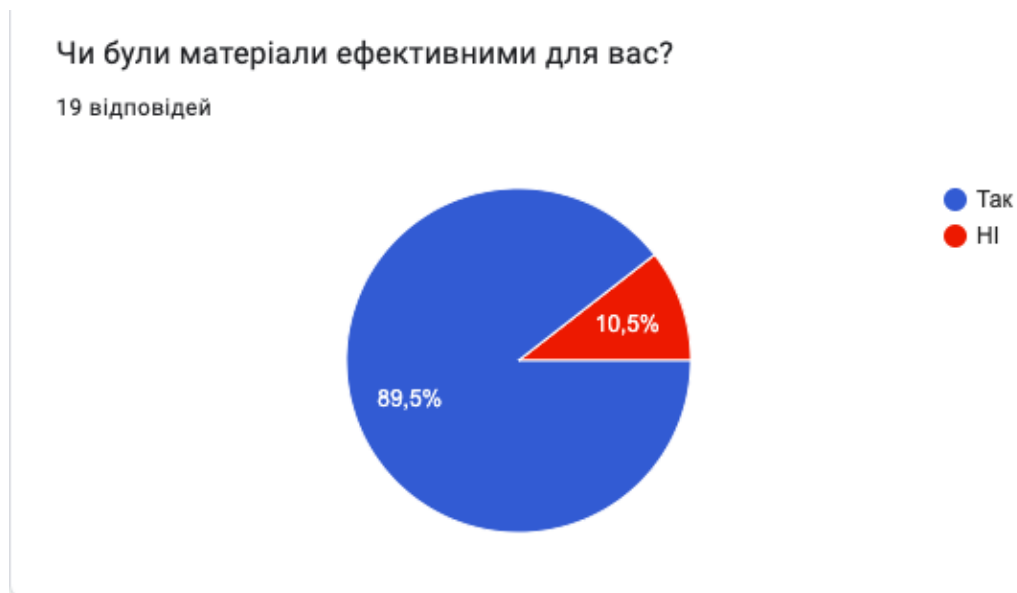


Рис.3.12.

На запитання «Чи рекомендували ви ресурс своїм друзям-школярам» 50 відсотків відповіли «подумаю», 44 відсотки респондентів відповіли «так, звичайно»(рис.3.13.).

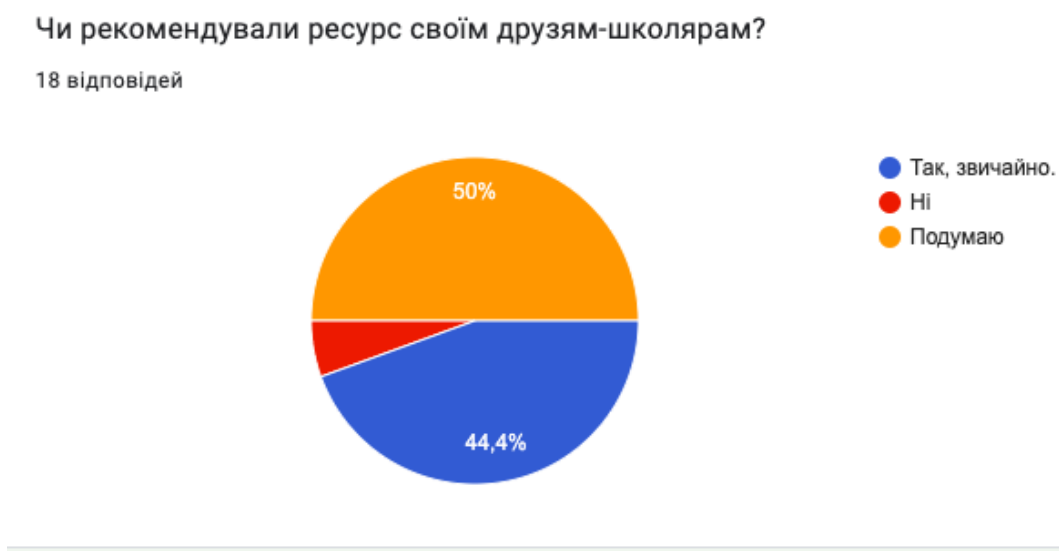


Рис.3.13.

На запитання «Оцініть за шкалою від 1 до 5 ефективність ресурсу»(рис.3.14.) 36,4 відсотки набрали відповіді з оцінкою «4» і «5», а 27,3 відсотки набрали оцінку «3», що свідчить, що оцінка курсу є доволі високою, оскільки більшу частину переважають бали «4» і «5», та відсутні бали «1» і «2».

Оцініть за шкалою від 1 до 5 ефективність ресурсу.

11 відповідей

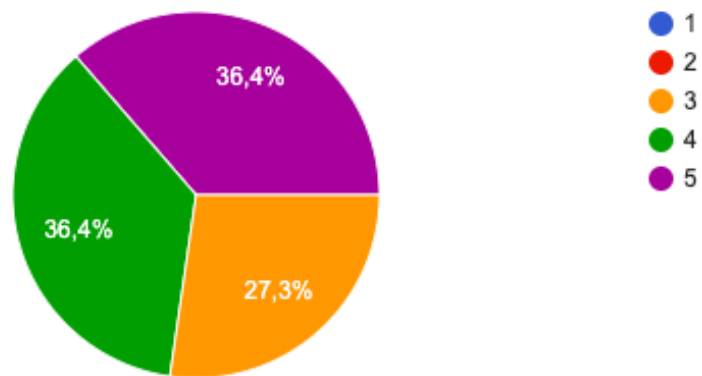


Рис.3.14.

Питання «Чи сподобався вам ресурс «Трикутники через STEM»(рис.3.15.) 81,8 відсотки респондентів вибрали відповідь «так», а 18,2 відсотки вибрали відповідь «ні».

Чи сподобався вам ресурс "Трикутники через STEM"

11 відповідей

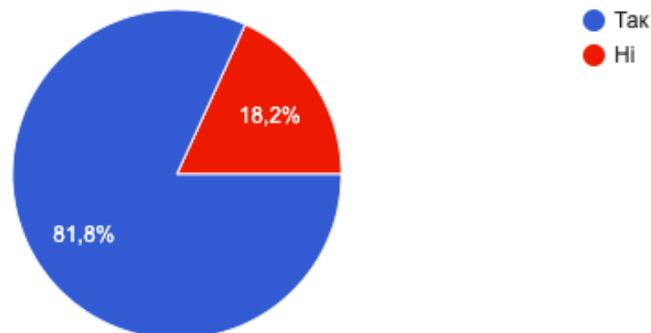


Рис.3.15.

На запитання «Надайте свої пропозиції для покращення ресурсу» ми отримали наступні є відповіді:

- «Є пропозиція створити сторінку з інтерактивними вправами»
- «Треба більше теорії з поясненнями»
- «Сподобався король Джуліан, можна ще якихось інших героїв з мультика додати»

- «Загалом сподобалось, але деякі задачі мені давалися важко»
- «Задачі не сподобалось виконувати, але робити проєкт мені зайшло»

Також даний ресурс було запропоновано оцінити вчителям математики не тільки ліцею де проходила апробація, але й іншим колегам, та було отримано наступні відповіді:

- Додайте розділ, який надає батькам поради щодо підтримки дітей у вивченні геометрії та STEM-підходу, а також ресурси для розвитку математичних навичок вдома.
- Пропоную створювати власні відеоролики.
- Створіть форум або спільноту для обміну думками, питаннями та досвідом вивчення геометрії через STEM. Це сприятиме активній взаємодії між користувачами.
- Можна задачі поділити на рівні по важкості розв'язання.
- Розробіть віртуальні лабораторії, де користувачі можуть виконувати вимірювання, експерименти та обчислення, пов'язані з трикутниками, за допомогою онлайн інструментів.
- Додайте розділ з інтерактивними вправами та тестами, які допоможуть вивчати та перевіряти розуміння геометричних концепцій трикутників через візуалізацію та практичні завдання.
- Запрошуйте експертів з області математики, геометрії та STEM для проведення онлайн-вебінарів та лекцій для користувачів ресурсу

Отже, як показує нам опитування, створений ресурс з матеріалами із залученням методу STEM, допомагає учням краще дослідити трикутник як фігуру, вивчити основні теореми та означення. Враховуючи відповіді дітей та вчителів, на ресурсі можливе вдосконалення багатьох аспектів.

### **Висновки до розділу 3**

У даному розділі було детально розглянуто призначення та апробацію ресурсу «Трикутники через STEM», який має на меті робити вивчення геометрії захопливим та застосовувати підхід STEM для збагачення знань учнів.

Ресурс «Трикутники через STEM» призначений для учнів, вчителів та всіх, хто прагне поглибити розуміння геометричних концепцій через використання захопливого STEM-методу. Путівник ресурсу пропонує послідовність дій та можливості для ефективного вивчення та використання матеріалів, надаючи користувачам зручний інструмент для освоєння матеріалу.

Апробація ресурсу є важливим етапом, оскільки вона дозволяє визначити, наскільки успішно він сприймається користувачами, якість матеріалів та ефективність методів. Це підтверджує важливість практичної перевірки та збору відгуків, що допомагають вдосконалити ресурс та враховувати потреби та побажання учнів та вчителів.

Висновки з цього розділу вказують на те, що ресурс «Трикутники через STEM» є цінним інструментом для вивчення геометрії з застосуванням STEM-підходу. Апробація підтверджує його релевантність та практичну цінність в навчанні та допомагає надати користувачам зручні та цікаві способи освоєння матеріалу.

## ВИСНОВКИ

Вивчення геометрії через STEM-підхід не лише збагачує математичні знання учнів, але й розвиває їхні творчі та аналітичні здібності. Відзначена важливість STEM-орієнтованого навчання, де математика стає мовою спілкування з реальним світом. Класифікація STEM-проектів надає можливість систематизувати підходи до навчання та розвитку учнів.

У ході дослідження акцентовано на важливості використання STEM-задач для поглибленого розуміння математичних концепцій. Організація STEM-орієнтованого вивчення трикутників через проєктну діяльність створює плацдарм для практичного застосування набутих знань та навичок. Проєкти "Архітектура та геометрія" та "Фотографія через геометрію" свідчать про успішне впровадження STEM-підходу в навчальний процес та його позитивний вплив на зростання інтересу учнів до навчання геометрії.

Вивчення геометрії через STEM-підхід стає ключовим кроком у вдосконаленні освітньої системи, надаючи учням практичні навички, творчий підхід до розв'язання завдань та підготовку до викликів сучасного світу. Використання проєктів, ресурсів та інтерактивних методів збільшує інтерес до математики та геометрії, покращуючи якість навчання та забезпечуючи розвиток компетентностей майбутніх лідерів та фахівців.

У роботі висвітлена важливість розробки та апробації ресурсу «Трикутники через STEM», який спрямований на зроблення навчання геометрії цікавим та захоплюючим для учнів. Процес апробації дозволяє збирати відгуки та побажання учасників, що сприяє подальшому вдосконаленню та адаптації ресурсу до потреб навчального процесу.

У роботі детально описано призначення та путівник створеного ресурсу «Трикутники через STEM». Створений ресурс називається «Трикутники через STEM». Сайт містить 4 сторінки: сторінка «Головна», «Навчання», «Цікавинки», «Робимо проєкт». Для зручності переходу на сайт розроблено QR-код.

Апробація даного ресурсу проходила в №15 Івано-Франківської міської ради з учнями 7-х класів. В фіналі діти захищали власні проекти «Фотографія через геометрію».

Для того, щоб оцінити ресурс для дітей було створено опитувальник за допомогою GoogleForms, який містив 5 запитань. Кожна відповідь на запитання була детально проаналізована. Також було отримано пропозиції щодо покращення ресурсу від вчителів математики.

Отже, вивчення геометрії, зокрема теми «Трикутники», через STEM-підхід має стратегічне значення для сучасної освітньої системи. Він забезпечує учням необхідні практичні навички, які можуть бути використані в реальному житті. Застосування різноманітних проєктів, ресурсів та інтерактивних методів допомагає розкрити інтерес до математики та геометрії учнів, покращуючи якість навчання та готуючи молодих учнів до майбутніх викликів у сучасному інформаційному світі.

Впровадження STEM-підходу у вивчення геометрії позитивно впливає на навчальний процес, розвиває учнів з різних сторін та підготовлює їх до викликів сьогодення. Ресурс "Трикутники через STEM" підкреслює цей підхід, а процес апробації допомагає налаштовувати його на потреби учнів та вчителів, сприяючи подальшому покращенню навчальних практик.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 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.
2. Marín Garcés J., Veiga Almagro, C., Lunghi, G., Di Castro, M., Buonocore, L. R., Marín Prades, R., & Masi, A. (2021). MiniCERNBot educational platform: Antimatter factory mock-up missions for problem-solving STEM learning. *Sensors*, 21(4), 1398.
3. Parede S. G., & Vázquez, N. R. (2019, March). My Teacher is a Hologram: Measuring innovative STEM learning experiences. In 2019 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC) (pp. 332-337). IEEE.
4. Semenikhina O., Proshkin V., Drushlyak M. Mathematical knowledge control automation within dynamic mathematics programs. E-learning and STEM Education. Scientific Editor Eugenia Smyrnova-Trybulska. Katowice–Cieszyn, 2019. P. 571-586.
5. STEM-освіта-шлях до майбутнього.//Математика в школах України.- 2017-№27 (543)-с.32-35.
6. STEM-освіта. [Електронний ресурс]. - Режим доступу:<http://www.imzo.gov.ua/stem-osvita/>.-Назва з екрана.
7. Struyf A., De Loof, H., Boeve-de Pauw, J., Van Petegem, P. (2019). Students' engagement in different STEM learning environments: integrated STEM education as promising practice?. *International Journal of Science Education*, 41(10), 1387-1407.
8. Антикуз О. В. Навчальні проекти з фізики.7-9 класи./О. В. Антикуз.- Х: Вид. група «Основа», 2018-128 с.
9. Бевз Г. П., Бевз В. Г., Владімірова Н. Г. Геометрія: підруч. для 7 кл. загальноосвіт. навч. закл. К: Видавництво „Відродження”, 2015. 192 с.
10. Ботузова Ю.В. Динамічні моделі GeoGebra на уроках математики як основа STEM-підходу. Фізико-математична освіта. 2018. Випуск 3(17). С. 31–35.
2. Використання елементів STEM-освіти на уроках математики. Збірник

матеріалів роботи творчої групи викладачів математики. Рівне : НМЦ ПТО. 2019. 95 с. 3. Використання елементів STEAM-освіти на уроках математики в сучасній школі : практичний посібник. Житомир, 2020. 78 с.

11. Бурда М. І., Тарасенкова Н. А. Геометрія: підруч. для 7 кл. загальноосвіт. навч. закл.. К: Видавничий дім "Освіта", 2015. 208 с.

12. Васильєва Д. В. Збірник задач з математики. 5-9 класи: Наскрізнi лінії компетентностей та їх реалізація./Д. В. Васильєва, Н. І. Василюк.-К.: Вид.дім. «Освіта», 2017-112 с.

13. Васильєва Д. В. Математика. 5 клас: Розробки уроків та методичні рекомендації. Розвиток дослідницьких навичок./Д. В. Васильєва.-К.: Вид.дім «Освіта», 2017-48 с.

14. Васильєва Д. В. Я дослідник. Математика. 5 клас: Робочий зошит учня./Д. В. Васильєва.-К.: Вид. дім «Освіта», 2017-64

15. Вольянська С.Є. STEM-освіта/С.Є.Вольянська//Довідник сучасного педагога.-Х.: Вид.група «Основа», 2016-с.124-125.

16. Гарізан А. А. (2019). Методика вивчення трикутників у поглибленому курсі геометрії основної школи.

17. Гончарова Н. О., Патрикєєва О. О. (2020). Окремі аспекти запровадження STEM-освіти. Інформаційний збірник для директора школи та завідувача дитячого садка, 7(99-100), 5-8.

18. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти: від теорії до практики( у запитаннях та відповідях)./Уклад. І. С. Маркова, В. І. Садкіна.//Математика в школах України. - 2016-№27(507)-с.4-7.

19. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти. URL <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-п>.

20. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти.//Математика в школах України.-2012-№6(342)-с.2-9,Фізична газета.- 2012- №2-с.3, Інформаційний збірник та коментарі Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України-2012-№4-5, лютий-с.3-56

21. Доценко С. О. (2021). STEM-освіта: науковий дискурс та освітні практики.

22. Заїка О.В. Різні види геометрії та особливості їх навчання. Фізико-математична освіта, 2017. Випуск 3(13). С. 62-66.
23. Закон України «Про освіту»./ Вісник.-2017-№2(81)-с.7-103.
24. Карпова Л.Б. Навчальні та інноваційні навички ХХІ століття. /Л.Б.Карпова//Фізика в школах України.-2013-№7-с.22-24.
25. Кириленко С. Поліфункціональний урок у системі STEM-освіти: теоретико-методологічні та методичні сегменти. / С.Кириленко, О.Кіян//Рідна школа.-2016-№4-с.50-54.
26. Кітова О. (2020). Нормативне обґрунтування stem-освіти в новій українській школі. Архів матеріалів міжнародних наукових конференцій, 238-242.
27. Коваленко О. STEM-освіта: досвід упровадження в країнах ЄС та США./О.Коваленко, О.Сапрунова.//Рідна школа.-2016-№4-с.46-49.
28. Козяр М. М., Козловський Ю. М., Стечкевич О. О. (2020). Реалізація можливостей stem-освіти засобами інтеграції креативних методів навчання. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки, (191), 20-23.
29. Корнієнко О.Р. Про актуальність запровадження STEM-навчання в Україні.[Електронний ресурс]/О.Р.Корнієнко-Режим доступу: <http://elenakornienko.blogspot.com/2016/02/stem.html>.-Назва з екрана.
30. Математика. Навчальна програма для 5-9 класів загальноосвітніх навчальних закладів.//Математика.-2017-№14(818)-с.4-22.
31. Мерзляк А. Г., Полонський В. Б., Якір М. С. Геометрія: підруч. для 7 кл. загальноосвіт. навч. закл.. Х: Гімназія, 2015. 224 с.
32. Мерзляк А. Г., Полонський В. Б., Якір М. С. Геометрія. Пропедевтика поглибленого вивчення: навч. посіб. для 7 кл. з поглибленим вивченням математики. Х: Гімназія, 2015. 192 с.
33. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти навчальних України у 2018-2019 навчальному році. (Лист ІЗМО № 22. 1/10-2573 від 19.07.2018 року).

34. Навчальна програма для учнів 5–9 класів.  
URL: <http://mon.gov.ua/activity/education/zagalna-serednya/navchalni-programy.html>.
35. Навчальні програми для загальноосвітніх навчальних закладів України + опис ключових змін. Математика. Інформатика. 5-9 класи.-К.: Вид. дім «Освіта», -2017-56 с.
36. Навчальні програми для загальноосвітніх навчальних закладів України + опис ключових змін. Фізика. Природознавство. 5-9 класи.-К.: Вид. дім «Освіта», 2017-48 с.
37. Овчатова А. П. "Проблеми та перспективи впровадження STEM-освіти в Україні." (2021).
38. Олефіренко Т. О., & Цветкова, Г. Г. (2020). Концептуальні засади розвитку STEM-освіти в Україні.
39. Олійник, В. В., Самойленко, О. М., Бацуровська, І. В., & Доценко, Н. А. (2020). STEM-освіта в системі підготовки майбутніх інженерів.
40. Проект Концепції STEM-освіти в Україні [Електронний ресурс].mk-kor.at.ua/STEM/ STEM\_2017.pdf.
41. Роміцина Л. В. Математична освіта - освіта для життя./Л. В. Роміцина//Житомирщина педагогічна. Електронний науково-методичний журнал.-16.08.2017, № 3(7).
42. Семеніхіна О.В., Друшляк М.Г. Використання принципу когнітивної візуалізації в навчанні математики. Фізико-математична освіта, 2017. Вип. 3(13). С.134-138.
43. Семеніхіна О.В., Чкана Я.О. Моделювання процесу формування предметної компетентності вчителя математики на засадах компетентнісного підходу. Гуманізація навчально-виховного процесу. Збірник наукових праць. № 4 (84), 2017. С.112-125
44. Синюкова О.М., Чепок О.Л. Практико-орієнтована форма організації процесу навчання як необхідна передумова опанування конструктивних елементів евклідової геометрії у закладах загальної середньої освіти. Фізико-математична освіта, 2020. Випуск 4(26). С. 100-106.

45. Хворостіна Ю. В., Стеценко, К. М. (2018). Компетентнісно орієнтовані завдання з теми «Трикутники». Физико-математическое образование, (2 (16)), 137-141.

46. Хворостіна Ю.В., Підпригора А.В. Розвиток математичних компетентностей при розв'язуванні текстових задач. Фізико-математична освіта, 2018. Випуск 3(17). С. 94-98.

47. Хворостіна Ю.В., Стеценко К.М. Компетентнісно орієнтовані завдання з теми «Трикутники». Фізико-математична освіта, 2018. Випуск 2(16). С. 136-140.

48. Чайковська Г. Б. (2022). Освіта для сталого розвитку та STEM освіта: спільні вектори.

49. Шимкова І., Цвілик, С., Гаркушевський, В. (2019). Модернізація професійної та технологічної підготовки майбутніх педагогів у контексті розвитку STEM-освіти. Проблеми підготовки сучасного вчителя, (19), 152-159.

50. Шулікін Д. STEM-освіта [Електронний ресурс]./Д. Шулікін. -Режим доступу:<http://iteach.com.ua/news/mass-media/?pid=2621/>-Назва з екрана.



Рис.1. Ресурс «ТРИКУТНИКИ ЧЕРЕЗ STEM».



Рис.2. QR-код для переходу на сайт.

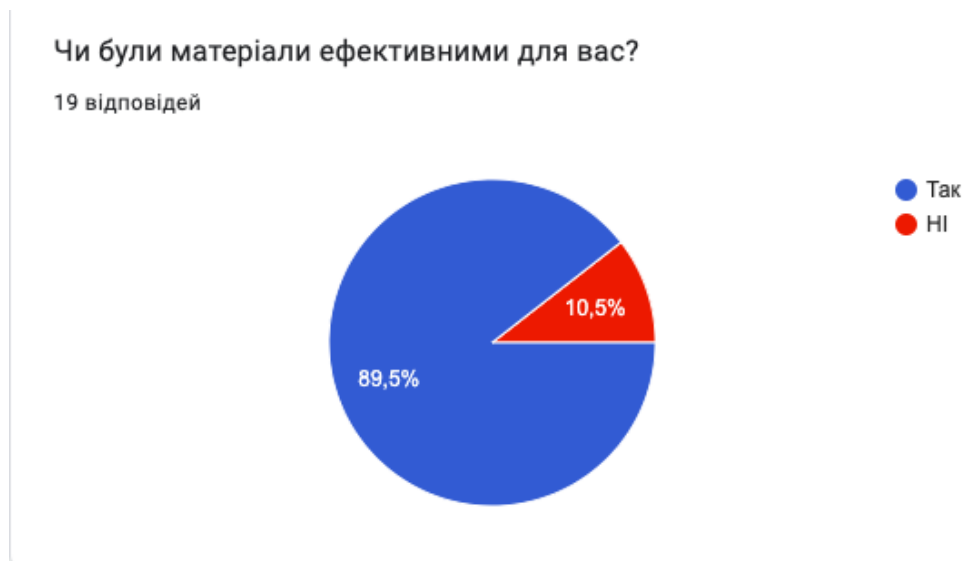


Рис.3. Результати опитування.

Оцініть за шкалою від 1 до 5 ефективність ресурсу.

11 відповідей

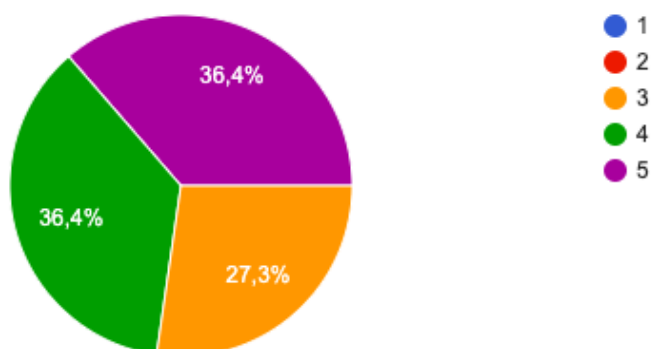


Рис.4. Результати опитування.



**УКРАЇНА**  
**ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ ЛІЦЕЙ № 15**  
**ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ**

вул. Незалежності, 207, м. Івано-Франківськ, Івано-Франківської області, 76002 тел. (0342) 53-38-56, E-mail:  
 zch\_15@ukr.net, сайт <https://school1508.webnode.com.ua>, Код ЄДРПОУ 20558848

Директор  
 Івано-Франківського ліцею № 15  
 Івано-Франківської міської ради  
 Бойчук В. Є.  
 23 Серпень 20 р.

**Акт**  
**використання виконаних результатів виконаної науково**  
**дослідницької роботи Гаврилюк Світлани Володимирівни**

За матеріалами науково-дослідної роботи Гаврилюк Світлани Володимирівни на тему « Організація STEM-орієнтованого підходу до вивчення трикутників у закладах загальної середньої освіти через проєктну діяльність», виконаної у період з 06.03.2023 до 14.04.2023 в рамках виконання науково-дослідної теми кафедри математики та інформатики і методики навчання «STEM-орієнтований підхід до вивчення математики при вивченні трикутників» розроблено міні-курс « Геометрія навколо нас », який включає в себе три проєкти: «Архітектура та геометрія», «Фотографія через геометрію» та «Геометрія краси» для учнів середньої школи.

Комісія в складі:

голова комісії: Бойчук В. Є., директор Івано-Франківського ліцею №15,

члени комісії:

Скрипка О. С., заступник директора з навчально-виховної роботи

Пастухова В. Л., вчитель математики

встановили використання в процесі освітньої діяльності ліцею результатів дослідження – міні-курсу « Геометрія навколо нас », проведеного з учнями 7 класу з метою популяризації використання ІКТ у освітньому процесі.

23 Серпень 2023 р.

Голова комісії:

Члени комісії:

Бойчук В. Є.

Скрипка О. С.

Пастухова В. Л.

